

ECOLOGIA e Biodiversità degli Ecosistemi Terrestri (ECOBET)

ECOLOGY AND BIODIVERSITY OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

Responsabile scientifico: PROF.SSA ANTONIETTA FIORETTO

Componenti strutturati: PROF.SSA FLORA ANGELA RUTIGLIANO, PROF.SSA GIOVANNA BATTIPAGLIA, PROF.SSA SIMONA CASTALDI, PROF. ELIO COPPOLA, DOTT.SSA ROSARIA D'ASCOLI, PROF.SSA ASSUNTA ESPOSITO, DOTT.SSA ROSSANA MARZAIOLI, PROF. MASTROCICCO, PROF.SSA STEFANIA PAPA, DOTT. SANDRO STRUMIA.

Assegnisti e dottorandi: dott.ssa Simona Altieri (Assegnista), dott. Michele Innangi (Assegnista), dott.ssa Eleonora Grilli (Assegnista), dott. Gianluigi Busico Francesco Niccoli (dottorando), Tiziana Danise (Dottoranda)

DESCRIZIONE DELLA TEMATICA SCIENTIFICA (obiettivi e linee di ricerca)

Il gruppo di Ecologia e Biodiversità degli Ecosistemi Terrestri ha come principali finalità lo studio delle diverse componenti che contribuiscono alla struttura ed al funzionamento degli ecosistemi terrestri in ambienti naturali, anche soggetti a disturbo antropico, ed ambienti antropogenici, quali gli agroecosistemi o le cave. I principali focus della ricerca vertono sulla biodiversità vegetale, sia a livello di comunità che di paesaggio, sulle interazioni pianta-ambiente, sulla biodiversità e funzionalità della comunità biotica del suolo e la sua interazione con la componente vegetale e con la biosfera.

La ricerca del gruppo ha come scopo generale: a) una maggiore comprensione delle dinamiche che sono alla base della struttura e funzionamento degli ecosistemi terrestri e del ruolo che essi hanno nella biosfera attuale, passata e futura, b) un'analisi approfondita dell'impatto delle attività umane (inquinamento, incendi, gestione del territorio, cambiamenti climatici) sulle risorse idriche e sulla componente strutturale e funzionale delle comunità vegetali ed edafiche e sulla loro interazione. Il gruppo di lavoro include esperti nei settori della: floristica, fitogeografia, ecologia vegetale, dendroecologia, cicli biogeochimici, ecologia e microbiologia del suolo e idrologia nonché esperti nelle principali tecniche di analisi chimica, biochimica e biologica del suolo e dei materiali vegetali, analisi di scambi gassosi suolo-atmosfera ed acqua-atmosfera, analisi ufficiali ed avanzate (isotopiche) di acque, suolo e materiali vegetali mediante spettrometria di massa convenzionale e tecniche laser, anatomia del legno, estrazione e caratterizzazione del DNA, analisi chimiche di metalli pesanti in matrici solide e liquide, biometria.

PRINCIPALI LINEE DI RICERCA

LINEA 1

Titolo: Analisi e conservazione della biodiversità vegetale

Obiettivo 1.1: Analisi dei processi dinamici della vegetazione a livello di comunità e di paesaggio a seguito di disturbo (pascolo, taglio, incendio).

Obiettivo 1.2: Analisi della componente biotica degli ecosistemi con particolare riferimento a specie ed habitat citate nelle Liste Rosse e/o nella normativa vigente nazionale ed internazionale al fine di redigere piani strategici di gestione finalizzata alla conservazione.

Obiettivo 1.3: Analisi degli effetti dell'applicazione del fuoco prescritto sulle comunità vegetali in diversi ecosistemi al fine di valutare e redigere idonee condizioni di prescrizioni.

LINEA 2

Titolo: Ecofisiologia e dinamiche spaziali e temporali degli ecosistemi forestali: applicazione della dendro-ecologia, anatomica del legno e analisi isotopiche (responsabile Giovanna Battipaglia)

Obiettivo 2.1 – Analisi degli effetti dei cambiamenti climatici sulla produttività e efficienza delle risorse dei sistemi agro-forestali: ricostruzioni passate, analisi del presente e prospettive future.

Obiettivo 2.2 - Valutazione degli effetti di incendi naturali e fuoco prescritto sulla crescita e sull'ecofisiologia di specie arboree mediterranee.

Obiettivo 2.3 – Analisi di serie storiche climatiche e dati dendrocronologici per la ricostruzioni degli estremi climatici degli ultimi 1000 anni e la modellizzazione di scenari climatici futuri.

LINEA 3

Titolo: Suolo e servizi ecosistemici

Obiettivo 3.1 – Analisi della biodiversità, funzionalità della componente microedafica ed il suo ruolo nei cicli biogeochimici, nella qualità e nei servizi ecosistemici del suolo.

Obiettivo 3.2 – Analisi della capacità di sequestro di carbonio dei suoli forestali in funzione delle componenti biotiche ed ambientali e negli ecosistemi agricoli arborei in funzione della gestione.

Obiettivo 3.3 - Individuazione delle strategie volte al recupero della fertilità e della qualità di suoli sottoposti a sistemi colturali intensivi.

Obiettivo 3.4 - Valutazione degli effetti della pratica di fuoco prescritto sullo stato di salute del suolo.

Obiettivo 3.5 – Dinamica di decomposizione della materia organica in ecosistemi forestali con particolare riguardo ai cambiamenti qualitativi e di attività biologica.

LINEA 4

Titolo: Stime dei flussi di gas ad effetto serra da ecosistemi terrestri in ambienti naturali ed antropici

Obiettivo 4.1 – Quantificare le dinamiche dei flussi di N₂O, CH₄ e CO₂ e i principali fattori di controllo in ecosistemi mediterranei e tropicali.

Obiettivo 4.2 – Stimare i budget regionali e globali di N₂O e CH₄ in ambienti naturali ed agricoli delle principali regioni tropicali.

Obiettivo 4.3 - Quantificare il contributo della componente ecosistemica al C footprint dei processi agricoli produttivi.

Obiettivo 4.4 – Quantificare il ruolo della dieta nella riduzione di emissioni di GHG e dell'uso delle risorse idriche su scala europea

LINEA 5

Titolo: Monitoraggio degli inquinanti nei comparti ambientali ed analisi di bioaccumulo e biotrasferimento dalla componente abiotica alla componente biotica dell'ecosistema.

Obiettivo 5.1 – Stabilire la relazione tra eventi puntuali o diffusi di inquinamento, la concentrazione di inquinanti nei diversi comparti ambientali, il bioaccumulo di inquinanti in prodotti vegetali e la potenziale esposizione di organismi consumatori mediante esposizione diretta o secondaria.

Obiettivo 5.2 – Utilizzare le variazioni di endpoint biologici come proxy di valutazione della presenza di inquinanti in aree urbane o esposte a pressione antropica.

LINEA 6

Titolo: Monitoraggio e tutela delle risorse idriche

Obiettivo 6.1 – Studio delle dinamiche di interazione fra acque marine, superficiali e sotterranee, al fine di garantire una corretta pianificazione territoriale e di contrastare il depauperamento quali-quantitativo delle risorse idriche (es: abbassamento della superficie piezometrica e salinizzazione), attraverso l'impiego di tecniche di mitigazione (es: ricarica artificiale delle falde e prelievo sostenibile).

Obiettivo 6.2 – Modellazione concettuale e numerica per la comprensione e la previsione dei processi che governano il flusso e trasporto (sia conservativo che reattivo) in mezzi porosi e fratturati, saturi ed insaturi, con fluidi a densità e temperatura variabile.

PROGETTI, COLLABORAZIONI E RISULTATI DAL 1/01/2016 AL 31/05/2019

PROGETTI

PROGETTI EUROPEI E COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

- Progetto LIFE 2016 DESERT-ADAPT (LIFE16 CCA/IT/000011) – “*Preparing desertification areas for increased climate change*”. Simona Castaldi, coordinatore di progetto; Flora Angela Rutigliano, Elio Coppola, Micòl Mastrocicco, Eleonora Grilli, Gianluigi Busico partecipanti unità DISTABIF. 01/09/2017-31/08/2022.
- 2011-2016 Progetto COST Action FP1106 “STReESS: Studying Tree Responses to extreme Events: a SynthesiS”- Studio dei fattori genetici e ambientali che determinano la formazione dei cosiddetti falsi anelli o fluttuazioni di densità in specie arboree. Coordinatore: Ute Sass-Klaassen. Partecipante: Giovanna Battipaglia
- 2017-oggi Progetto di Ricerca AAPG ANR 2017 Wood isotopic carbon analysis ($\delta^{13}\text{C}$) as a tool for tracing past climates, resources and human/environment interaction. Responsabile di Unità: Giovanna Battipaglia Coordinatore: Isabelle Thery_Parisot CNRS Francia.
- 2015-oggi. Progetto di Ricerca “Underburn short- and medium term effects on Pinus trees and understory shrub” finanziato dal Ministerio de economia y competitividad (Spagna) BES-2013-065031. Responsabile scientifico : Giovanna Battipaglia
- 2016-oggi Working group “List of wood anatomical expertise” dell’International Association of Wood Anatomists (IAWA) Partecipante Giovanna Battipaglia
- 2012-2016 “IADfs and isotope” nell’ambito del UE – COST Action FP1106 STReESS - Studying Tree Responses to extreme Events: a SynthesiS. PI del Working group : Giovanna Battipaglia
- LIFE2016 GIC/IT/000038 SU-EATABLE diets – Reducing carbon emissions in the EU through sustainable diets. Simona Castaldi Scientific project Manager. 1/09/2018-31/08/2021.
- 19/07/2016-18/07/2017 – Contratto di collaborazione scientifica con la Far Eastern University (FEFU) of Vladivostok, School of Natural Sciences, Russia. Responsabile Simona Castaldi
- 1/04/2019-01/11/2019 – Coordination of the project RUDN 500 « Integrated analysis of microbial diversity and functions to assess urban soils’ health” Responsible Simona castaldi, University of RUDN, Moscow, Russia.

PROGETTI E COLLABORAZIONI NAZIONALI

- PRIN 2018 - The Italian TreeTalker network- Responsabile unità : Giovanna Battipaglia. Partecipante : Simona Castaldi

- PRIN 2015 Adaptive design e innovazioni tecnologiche per la rigenerazione resiliente dei distretti urbani in regime di cambiamento climatico. Sandro Strumia, partecipante. Prot. 2015MXPTHK – 2017-2019.
- 2016-oggi Gruppo di lavoro SISEF: GESTIONE DEGLI INCENDI BOSCHIVI. Partecipante : Giovanna Battipaglia, Assunta Esposito
- 2017 - Monitoraggio di habitat e specie vegetali in Campania – Progetto di Ricerca ammesso al finanziamento dalla Regione Campania con Decreto Dirigenziale n.1 del 23.06.2017. Sandro Strumia, responsabile scientifico per il DiSTABiF
- 2018 - Redazione del Piani di Gestione Committente Giunta Regionale della Campania Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema - Dip. 50 DG 06 U.O.D. 07. Sandro Strumia responsabile scientifico per il DiSTABiF.
- PSR CAMPANIA 2014/2020 Tipologia di intervento 16.1.1 - Sostegno per costituzione e funzionamento dei GO del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura – Progetto Operativo di Innovazione (POI) risultato primo nella graduatoria regionale provvisoria - bando 16.1 - AZIONE 2 “Adozione di modelli innovativi nella gestione dei pascoli e certificazione del benessere animale e della qualità ambientale” (A.M.I.P.A.E.), Ente Capofila: Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno (ammesso al finanziamento - DRD 28 del 19/02/2019). Sandro Strumia, responsabile scientifico per il DiSTABiF; Flora Angela Rutigliano, Elio Coppola, Rossana Marzaioli, partecipanti. Ente finanziatore: Regione Campania. 2019-2020.
- Tecniche agronomiche per la prevenzione dell'inquinamento da nitrati e la conservazione della sostanza organica. Micòl Mastrocicco, partecipante. Progetto finanziato da PSR 2014-2020 dell'Emilia-Romagna (2016-2019)
- 2017-2018 – Responsabile della Convenzione di ricerca con il DIBAF, Università della Tuscia per il progetto “Analyses of GHG gases from rice paddies in Pakistan”. Responsabile. Simona Castaldi

CONVEZIONI

- 2016-2017 Convenzione di Ricerca finanziata da Cantine Astroni s.r.l. per il monitoraggio della fenologia e della morfologia, e la caratterizzazione di alcuni parametri morfo-biometrici e biochimici delle foglie quali indicatori dell'equilibrio vegeto-produttivo e della funzionalità di piante di vite del vitigno Piediroso innestate e franche di piede, allevate presso i siti in Tenuta Jossa (località Camaldoli, Napoli). Responsabile Scientifico: Veronica De Micco. Responsabile task gestione produttiva del vitigno : Giovanna Battipaglia.
- 2016-2017 Convenzione Operativa Monitoraggio della biodiversità vegetale e valutazione di indicatori dell'impatto delle polveri sulla crescita delle piante nel territorio del Parco Nazionale del Vesuvio (BIO-IND-2). Coordinatore: Veronica De Micco. Responsabile task dendro-forestale: Giovanna Battipaglia
- 2016-oggi Attività formativa per la realizzazione di un laboratorio territoriale per l'occupabilità nell'ambito del piano nazionale per la scuola digitale (PNSD) “Agricoltura 2.0”. Responsabile Scientifico: Giovanna Battipaglia
- 2018 Convenzione Innova per “attività dendrocronologica e datazione Querce dell'isola di Vivara”. Responsabile Scientifico: Giovanna Battipaglia
- 2019-oggi Protocollo di Intesa “Tutela e conoscenza delle aree a verde di pertinenza del Reale sito di Carditello”. Responsabile Scientifico: Giovanna Battipaglia
- Analisi del processo di depurazione delle acque reflue del Centro Campania. Flora Angela Rutigliano, responsabile scientifico; Maria Laura Mastellone, Rossana Marzaioli, partecipanti. Convenzione DiSTABiF - Consorzio Parco Commerciale Campania scarl. 2017-2018.

DISTABIF RESEARCH GROUPS

- 2015-2018 . Servizio per “Monitoraggio della vegetazione e flora nel corso delle attività di decommissioning – Centrale del Garigliano” (Contratto ID C0440S15 CIG: Z2F14B98E8). Sandro Strumia, responsabile scientifico per il DiSTABiF
- Le acque delle idrostrutture di Monte Paganuccio e della Cesana. Gestione, tutela ed uso delle acque sotterranee delle due idrostrutture, a fini idropotabili, in sintonia con la salvaguardia del sistema idrico di superficie. Micòl Mastrocicco, responsabile scientifico. Convenzione Scientifica finanziata da Marche Multiservizi (2016-2017)
- Modellazione numerica dell'idrostruttura della Montagna dei Fiori per la comprensione dei meccanismi di alimentazione dell'impianto di soccorso di Ascoli Piceno. Micòl Mastrocicco, responsabile scientifico. Convenzione Scientifica finanziata da CIIP (2016-2018)
- Meccanismi di accumulo e rimozione di contaminanti inorganici in acquiferi costieri. Micòl Mastrocicco, responsabile scientifico. Convenzione Scientifica finanziata dal Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma (2016-2018)
- Implementazione di modelli geochimici di interazione acqua-sedimento per specie inorganiche in aree costiere. Micòl Mastrocicco, responsabile scientifico. Convenzione Scientifica finanziata dal Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma (2018-2019)

COLLABORAZIONI SCIENTIFICHE NAZIONALI

- 2018-2019 Convenzione tra ISPRA e SBI - Servizio di supporto tecnico-scientifico per l'elaborazione del IV rapporto nazionale ex art. 17 per le specie e gli habitat terrestri e delle acque interne tutelati dalla Direttiva 92/43/CEE Lotto 1 Specie Vegetali e Habitat - CIG 742593074A - Componente Habitat (4RH) – Nell'ambito del progetto Sandro Strumia partecipa come Esperto regionale.
- Monitoraggio ecologico in aree sperimentali trattate con fuoco prescritto. Assunta Esposito responsabile scientifico; Flora Angela Rutigliano, Giovanna Battipaglia, partecipanti. Collaborazione scientifica tra DiSTABiF e Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli Federico II nell'ambito della Convenzione con la Regione Campania su “Applicazione del fuoco prescritto: formazione e monitoraggio ecologico”- Piano AIB 2012- 2013.
- Monitoraggio degli effetti ecologici sul suolo nelle aree sperimentali di fuoco prescritto oggetto del Piano AIB 2011 del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. Flora Angela Rutigliano, responsabile scientifico; Rossana Marzaioli, partecipante. Collaborazione scientifica DiSTABiF e Dipartimento di Agraria dell'Università di Napoli, nell'ambito della Convenzione con l'Ente Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano per l'attuazione delle attività di fuoco prescritto previste nel Piano AIB 2011.
- Accordo di collaborazione finalizzato a sinergie per lo svolgimento di attività di ricerca e l'attuazione di progetti. Micòl Mastrocicco, responsabile scientifico. Accordo stipulato con il Dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia, dell'Ambiente ed Urbanistica (SIMAU) dell'Università Politecnica Delle Marche (2019-2023)

PUBBLICAZIONI

I ricercatori del gruppo ECOBET hanno all'attivo, nel periodo 01/01/2016 – 27/05/2019 **121 pubblicazioni** su riviste ISI con IF.

20 Pubblicazioni più rappresentative del triennio:

- 1) Chiti, T., Certini, G., Marzaioli, F., D'Acqui, L.P., Forte, C., Castaldi, S., Valentini, R. (2019) Composition and turnover time of organic matter in soil fractions with different magnetic susceptibility. *Geoderma* 349, 88-96.
- 2) Niccoli F, Esposito A, Altieri S, Battipaglia G (2019) Fire Severity Influences Ecophysiological Responses of *Pinus pinaster* Ait. *Front. Plant Sci.* 10:539. doi: 10.3389/fpls.2019.0053.
- 3) Mastrocicco, M., Colombani, N., Castaldelli, G. Direct measurement of dissolved dinitrogen to refine reactive modelling of denitrification in agricultural soils (2019) *Science of the Total Environment*, 647, pp. 134-140. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.428
- 4) Mastrocicco, M., Colombani, N., Soana, E., Vincenzi, F., Castaldelli, G. Intense rainfalls trigger nitrite leaching in agricultural soils depleted in organic matter (2019) *Science of the Total Environment*, 665, pp. 80-90. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.306
- 5) Dannenmann M., Diaz-Pines E, Kitzler B., Karhu K., Tejedor J., Ambus P, Parra A, Sanchez L., Resco de Dios V., Ramírez-Collantes D., Povoas-Guimaraes L, Willibald G, Gasche R, Zechmeister-Boltenstern S, Kraus D, Castaldi S, Vallejo A, Rubio A, Moreno J, Butterbach-Bahl K. (2018) Post-fire nitrogen balance of Mediterranean shrublands: direct combustion losses versus gaseous and leaching losses from the post-fire soil mineral nitrogen flush. *Global Change Biology* (doi: 10.1111/gcb.14388).
- 6) Mishra G., Marzaioli R., Giri K., Pandey S. (2018) Soil quality assessment across different stands in tropical moist deciduous forests of Nagaland, India. *Journal of Forestry Research*, 1-7.
- 7) Milano V., Maisto G., Baldantoni D., Bellino A., Bernard C., Croce A., Dubs F., Strumia S., Cortet J. (2018) The effect of urban park landscapes on soil Collembola diversity: A Mediterranean case study. *Landscape and Urban Planning* 180, 135–147
- 8) Valor T., Casals P., Altieri S., González-Olabarria J.R., Piqué M., Battipaglia, G. (2018) Disentangling the effects of crown scorch and competition release on the physiological and growth response of *Pinus halepensis* Mill. using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ isotopes. *Forest Ecology and Management*, 424; 276-287
- 9) Massaccesi, Luisa; De Feudis, Mauro; Agnelli, Alessandro ; Nasini, Luigi; Regni, Luca; D'Ascoli, Rosaria; Castaldi, Simona; Proietti, Primo; Agnelli, Alberto. (2018) Organic carbon pools and storage in the soil of olive groves of different age. *European Journal of Soil Science* doi: 10.1111/ejss.12677.
- 10) Catalanotti A.E., Giuditta E., Marzaioli R., Ascoli D., Esposito A., Strumia S., Mazzoleni S., Rutigliano F.A., 2018. Effects of single and repeated prescribed burns on soil organic C and microbial activity in a *Pinus halepensis* plantation of Southern Italy. *Applied Soil Ecology* 125: 108-116.
- 11) Giuditta E., Coenders-Gerrits A.M.J., Bogaard T.A., Wenninger J., Greco R., Rutigliano F.A., (2018) Measuring changes in forest floor evaporation after prescribed burning in Southern Italy pine plantations. *Agricultural and Forest Meteorology* 256-257, 516-525.
- 12) Battipaglia G., Pelleri F., Lombardi F., Altieri S., Vitone A., Conte E., Tognetti R. (2017) Effects of associating *Quercus robur* L. and *Alnus cordata* Loisel. on plantation productivity and water use efficiency, *Forest Ecology and Management* 391, 1 106-114
- 13) Innangi M., Niro E., D'Ascoli R., Danise T., Proietti P., Nasini L., Regni L., Castaldi S., Fioretto A. (2017) Effects of olive pomace amendment on soil enzyme activities, *Applied Soil Ecology* 119, 242-249. DOI 10.1016/j.apsoil.2017.06.015
- 14) Innangi M., Danise T., d'Alessandro F., Curcio E., Fioretto A. (2017) Dynamics of organic matter in leaf litter and topsoil within an Italian Alder (*Alnus cordata* (Loisel.) Desf.) ecosystem, *Forests* 8(240)

- 15) Colangelo M., Camarero J.J., Battipaglia G., Borghetti M., De Micco V., Gentilesca T., Ripullone F. (2017) A multi-proxy assessment of dieback causes in a Mediterranean oak species. *Tree Physiology*. 37 (5), pp. 617-631 doi: 10.1093/treephys/tpx002
- 16) Milano V., Cortet J., Baldantoni D., Bellino A., Dubs F., Nahmani J., Strumia S., Maisto G. (2017) Collembolan biodiversity in Mediterranean urban parks: impact of history, urbanization, management and soil characteristics. *Applied Soil Ecology*, 119: 428-437.
- 17) Busico, G., Kazakis, N., Colombani, N., Mastrocicco, M., Voudouris, K., Tedesco, D. A modified SINTACS method for groundwater vulnerability and pollution risk assessment in highly anthropized regions based on NO₃⁻ and SO₄²⁻ concentrations (2017) *Science of the Total Environment*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.257
- 18) Niro E., Marzaioli R., De Crescenzo S., D'Abrosca B., Castaldi S., Esposito A., Fiorentino A., Rutigliano F.A. (2016) Effects of the allelochemical coumarin on plants and soil microbial community. *Soil Biology & Biochemistry* 95: 30-39.
- 19) Barone Lumaga M., Santangelo A., Strumia S., 2016. Morpho-functional traits influencing the fitness of highly endangered *Echiochloa saxicola* (Guss.) Freitag & G. Kadereit (Amaranthaceae). *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 218: 11-17
- 20) Saunio, M., Bousquet, P., Poulter, B., et al. 2016. The global methane budget 2000-2012. *Earth Syst. Sci. Data*, 8, 697–751.

LABORATORI AFFERENTI AL GRUPPO:

Analisi eco-funzionale di piante e terreno • Struttura e diversità genetica della microflora edafica • Analisi ecologica della qualità ambientali • Cicli biogeochimici e dendroecologia • Botanica • Geobotanica • Colture vegetali • Valutazione, recupero e ricostruzione dei suoli (pedotecnica) • Biomonitoraggio Ambientale – CIRCE • Laboratorio di Isotopi stabili

CATEGORIE ISI WEB DI RIFERIMENTO (DA 1 A 10): Ecology, Environmental Sciences, Plant Science, Soil Science, Forestry, Agriculture multidisciplinary, Geosciences multidisciplinary, Water resources

SETTORI ERC DI RIFERIMENTO: PE10_1 PE10_4 PE10_9 PE10_12 PE10_17 PE10_18 LS8_1 LS9_7 LS8_4 LS8_5 LS8_9

SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI DI RIFERIMENTO: BIO/01, BIO/03, BIO/07, AGR/05/, AGR/14, GEO/05.

ALTRE PAROLE CHIAVE DI RIFERIMENTO NON CONTENUTE NELLE CATEGORIZZAZIONI DI CUI SOPRA: Sostenibilità, cambiamenti globali, ecologia del suolo, fuoco, processi di salinizzazione.