

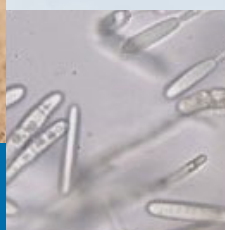
creafuturo

le sfide della ricerca agroalimentare

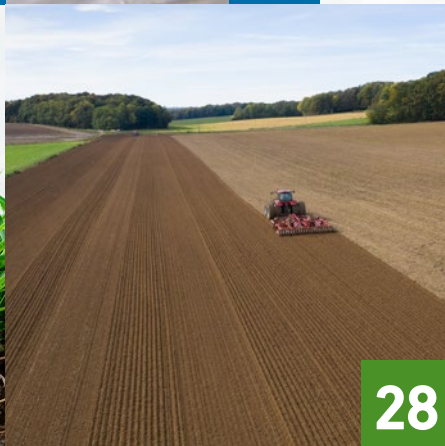
TESTATA GIORNALISTICA ONLINE DEL CREA, ISCRIZIONE N. 76/2020 AL REGISTRO STAMPA DEL TRIBUALE DI ROMA DEL 29/7/2020



9



51



28



3

Il suolo. Capitale naturale.

*Esploriamo il Centro Ricerca CREA
Agricoltura e Ambiente*



59

Indice



Direttore responsabile Cristina Giannetti

In redazione Manuela Cicerchia,
Micaela Conterio, Giulio Viggiani

Curatore del numero Micaela Conterio

Segreteria di redazione Manuela De Pace

Progetto grafico e impaginazione

Alberto Marchi

Foto editor Francesco Ambrosini

Foto CREA / Adobe Stock

Registrazione Testata giornalistica online

del CREA - Tribunale di Roma

Iscrizione n. 76/2020 del 29 luglio 2020

Informazioni stampa@crea.gov.it

Web www.crea.gov.it/arianna

www.creafuturo.eu

Copyright Tutto il materiale scritto dalla

redazione è disponibile sotto la licenza

Creative Commons Attribuzione

4.0 Internazionale - Non commerciale -

Condividi allo stesso modo

Significa che può essere riprodotto a patto

di citare CREA Futuro, di non usarlo per fini

commerciali e di condividerlo con la stessa

licenza. Per questioni di diritti, non possiamo

applicare questa licenza alle foto.



Amministrazione e sede legale

CREA - Via Po 14, 00198 Roma

Chiuso in redazione alle ore 18:00

di martedì 28 Settembre 2021

3 Il Suolo, risorsa preziosa, non rinnovabile, da difendere per garantire la conservazione della Vita
Prof. Carlo Gaudio, Presidente del CREA

7 Speciale Capitale Naturale. Prima parte
Cristina Giannetti, Direttore responsabile

9 Soil4life. Il suolo per la vita
Maria Grazia Piazza, Filiberto Altobelli, Anna Benedetti

11 I microrganismi del suolo...
Massimo Zaccardelli, Catello Pane, Paola Iovieno

14 Prendersi cura del suolo in viticoltura
Luigi Tarricone

19 Scarti: una risorsa e una sfida
Massimo Calì e Antonella Chiariotti

21 Il consumo di suolo: il rapporto ISPRA
Intervista a Michele Munafò - di Micaela Conterio. Ufficio Stampa CREA

26 Rete Rurale Nazionale Il suolo & la nuova PAC
Intervista a Alessandro Monteleone - di Giulio Viggiani

Crea al Centro

Esploriamo il Centro Ricerca CREA Agricoltura e Ambiente

28 Ritorno al Suolo

Marcello Mastrorilli

31 Il suolo... sulla carta

Maria Fantappiè

35 Il suolo... quant'è profondo.

Intervista a Rosario Napoli sul progetto EJP SOIL - di Micaela Conterio

39 Il suolo... come è fatto

Nadia Vignozzi

41 Il suolo... è inquinato e inquina

Intervista a Rita Aromolo - di Manuela Cicerchia

45 Il suolo... dà da bere

Pasquale Campi

47 Il suolo... nutre

Alessandra Trinchera

51 Il suolo... protegge dalle malattie

Luisa M. Manici

55 Il suolo... che ricicla

Mariangela Diacono, Francesco Montemurro

59 Il suolo... che respira

Alessandra Lagomarsino

61 Il suolo... accoglie

Lorenzo D'Avino

65 Il suolo... è speciale

Sergio Pellegrini

Il Suolo, risorsa preziosa, non rinnovabile, da difendere per garantire la conservazione della Vita

Prof. Carlo Gaudio
Presidente del CREA

La Crescita Demografica, le Risorse Naturali, l'Ambiente

Le tre grandi sfide primarie che l'uomo si trova ad affrontare – e che diventeranno sempre più drammatiche nel corso del prossimo decennio – riguardano la crescita demografica, le risorse naturali e gli sconvolgimenti climatici, che condizionano non solo la disponibilità di cibo, ma anche fenomeni sociali complessi quali le migrazioni, il lavoro, la salute.

Il Suolo sostiene il 90% di tutta la produzione di alimenti, mangimi, fibre e combustibili e fornisce materia prima per attività che spaziano dall'orticoltura al settore delle costruzioni. È essenziale anche per la salute dell'ecosistema: purifica e regola le acque, è il motore per cicli di nutrienti, nonché un ser-

batoio per geni e specie, a sostegno della biodiversità. È un bacino di carbonio globale, che svolge un ruolo fondamentale nel potenziale rallentamento del cambiamento climatico. È il prezioso custode delle tracce del nostro passato, rappresentando un presidio unico del nostro patrimonio culturale. Il 95% del cibo dipende dalla fertilità del Suolo (FAO, 2015), ma di questo non tutti sembrano esserne consapevoli, se ancora oggi i fenomeni di degrado del Suolo sono così evidenti. Nel mondo ogni mezz'ora si perdono 500 ha di Suolo per le cause più diverse: erosione, incendi, inquinamento, cementificazione, ecc. Oggi, oltre il 33% dei suoli mondiali è affetto da forti limitazioni per la produzione di alimenti e – nei paesi industrializzati – le terre da destinare all'agricoltura sono ormai limitatissime.

Oltre allo spazio, anche il tempo non è una variabile indipen-





dente: la formazione di solo 1 cm di nuovo Suolo fertile necessita dai 100 ai 1000 anni a seconda del clima, del substrato litologico, dell'impatto antropico e di altri fattori. La biodisponibilità per le colture di elementi nutritivi viene regolata dai microrganismi del Suolo che mineralizzano la frazione organica. Essi vivono nei primi 5 cm di Suolo: perderne dunque anche solo i primissimi strati, significa compromettere in maniera pressoché irreversibile la produzione di cibo. Nel Suolo risiede oltre il 90% della biodiversità del pianeta in termini di organismi viventi. Se la biodiversità rappresenta il capitale naturale da cui trovare approvvigionamento di cibo per le popolazioni della terra, mal gestire il Suolo, compromettendone la fertilità, significa perdere o limitare fortemente la capacità produttiva.

La Gestione Sostenibile del Suolo

L'agricoltura è una attività umana ed in quanto tale produce un impatto sull'ambiente naturale: ciò significa che si deve porre particolare attenzione alla coltivazione del Suolo, orientando le diverse attività ad una sua gestione sostenibile. La FAO stima che se si iniziasse, a livello mondiale, a praticare una gestione davvero sostenibile del Suolo, si riuscirebbe ad ottenere un incremento del 56% delle produzioni, fattore di enorme rilevanza, qualora si consideri la previsione FAO sul fabbisogno di cibo al 2050 – in relazione all'incremento demografico previsto della popolazione mondiale (9,7 miliardi di persone) – che è stato calcolato in aumento del 60% rispetto all'attuale. Il bacino del Mediterraneo si configura come una delle aree in cui più marcate saranno le modificazioni ambientali indotte dai cambiamenti climatici in atto. Questo impone sia azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici, sia azioni di adattamento, necessarie nel medio periodo

per mantenere i sistemi produttivi efficaci in condizioni ambientali più ostili delle attuali e con minore prevedibilità degli andamenti meteorici.

I due assi principali su cui operare sono la risorsa Acqua e la risorsa Suolo, quest'ultimo sia con funzioni di serbatoio di carbonio attraverso l'aumento della sostanza organica, sia come elemento fondamentale della fertilità. Il Suolo è essenziale anche per la nostra salute. Un prossimo obiettivo medico-epidemiologico sarà quello di capire l'evoluzione delle malattie infettive in relazione al clima e al cambiamento dell'utilizzo del Suolo (*"Global rise in human infectious disease outbreaks"* Katherine F. Smith et al. *J. R. Soc. Interface* 6 December 2014 vol. 11 no. 101 20140950).

Fatto salvo il concetto di sicurezza alimentare legato alla intensificazione delle produzioni, la qualità del cibo deve essere intesa nella sua accezione più ampia: salubrità dei prodotti dell'agricoltura e dell'agroindustria, sia per l'assenza di sostanze nocive e per la presenza di nutrienti essenziali, sia dal punto di vista della qualità organolettica, associata all'immagine gastronomica dell'Italia nel mondo.

Le Nazioni Unite hanno lanciato come sfida per il terzo millennio l'azzeramento della fame ed il contrasto della povertà, elencando 17 punti per lo sviluppo sostenibile dei popoli. Analizzandolo, emerge chiaramente che la cura e la conservazione del Suolo, come la gestione dell'Acqua, rientrano in tutti e 17 gli obiettivi di sviluppo sostenibile:

Nell'ambito delle attività che la FAO sta compiendo con Global Soil Partnership (GSP, l'Alleanza Mondiale per il Suolo istituita nel 2012 per promuovere e diffondere a livello planetario l'importanza del suolo per la vita sulla Terra), tra le più importanti risulta la redazione delle linee guida sull'uso sostenibile del Suolo, le quali individuano 11 azioni prioritarie da affrontare per garantire la conservazione della risorsa e precisamente:

Contenere l'erosione

Contenere il degrado della struttura

Assicurare una adeguata copertura vegetale

Promuovere lo stoccaggio del carbonio

Assicurare la fertilità dei suoli per le produzioni evitando perdite di nutrienti

Assicurare livelli minimi di salinizzazione e sodicizzazione

Assicurare il corretto drenaggio delle acque

Assicurare livelli di contaminanti sotto la soglia di tossicità

Assicurare il mantenimento della biodiversità del Suolo e di tutte le sue funzioni

Assicurare un giusto e sicuro apporto di nutrienti per la produzione di cibo, foraggi, ecc.

Ridurre il consumo di Suolo con una responsabile pianificazione territoriale

Negli ultimi anni si è andata diffondendo la falsa convinzione, trasmessa all'opinione pubblica, che fertilizzare il Suolo significa generare inquinamento. Pesticidi e fertilizzanti sono l'emblema di questa accezione negativa di inquinamento legato alla chimica, ma chimica non è sinonimo di veleno. Gli organismi viventi sono basati sulla chimica e tutte le reazioni metaboliche che avvengono in un organismo vivente sono chimica. Nel Suolo tutti i processi che regolano i servizi ecosistemici sono basati su processi chimici o biochimici. Non voler fertilizzare un Suolo da destinare ad agricoltura è poco intelligente: nel medio-lungo periodo si produrrebbe la

perdita della fertilità e della produttività stessa di quel Suolo. È necessario invece prevedere una **gestione della fertilità** che dovrebbe proporsi di essere:

- **Sostenibile per l'ambiente**, conservando la fertilità del Suolo senza depauperarlo. Tanti elementi nutritivi vengono allontanati dal Suolo, tanti ne devono essere reintegrati. Conservazione del Suolo significa anche utilizzare fertilizzanti di qualità che non introducano potenziali inquinanti, che si andrebbero poi a ritrovare nella catena alimentare.
- **Sostenibile per l'operatore**, con l'utilizzo di prodotti sicuri e controllati, attraverso il recupero e riciclo in agricoltura di biomasse e prodotti di scarto delle produzioni primarie, dell'impiego dei diversi concimi organici, sia di origine animale, sia di origine vegetale. Questo tema è di fondamentale importanza per quanto riguarda la sostenibilità sociale e porta a risolvere una innumerevole quantità di problematiche, una fra tutte la gestione della raccolta differenziata della frazione organica dei rifiuti solidi urbani. Il riciclo della frazione organica dei rifiuti e dei sottoprodotti può avere come finalità la produzione di biogas e biometano, quali fonti energetiche per uso aziendale o in rete. Nel concetto di economia circolare e bioeconomia ritroviamo proprio questa pratica. Il riutilizzo degli elementi nutritivi, con costi decisamente inferiori nella produzione del fertilizzante rispetto alla sintesi di molecole a livello industriale. Coloro che si occupano del trattamento di questi materiali di risulta, trasformandoli in un prodotto riutilizzabile, forniscono un vero e proprio servizio sociale, aspetto questo molto spesso sconosciuto.
- **Sostenibile per l'economia**: mantenere e accrescere la fertilità del Suolo e utilizzare prodotti ad alta efficienza comporta risparmi energetici e produce un valore economico, traducendosi in un'intensificazione delle produzioni.



Il Contributo del CREA

tre argomenti citati sono altamente interconnessi: il CREA, con i suoi 12 Centri di ricerca e con la ricchezza delle infrastrutture di cui dispone, può far fronte alle diverse problematiche correlate alla conservazione ed uso sostenibile del Suolo, proponendo schemi di innovazione nell'agricoltura familiare e nella gestione delle risorse naturali, al servizio dello sviluppo della popolazione. La ricerca e la sperimentazione saranno in grado di supportare, incrementare, regolare i servizi ecosistemici forniti dal Suolo senza comprometterne significativamente funzionalità e biodiversità, tenendo conto in particolare che il sostegno alla produttività delle colture deve essere bilanciato dal migliore utilizzo dell'acqua, unitamente al contenimento delle emissioni di gas serra da parte dell'agricoltura (VGSSM, FAO, 2016).

Grazie all'azione di sensibilizzazione promossa dalla *Global Soil Partnership*, l'attenzione per il Suolo è andata aumentando considerevolmente rispetto ad anni or sono nei quali la tematica era appannaggio solo di pochi esperti. L'interesse più diffuso per il Suolo oggi beneficia anche dell'apporto dei media e quindi del cittadino. L'argomento, all'attenzione anche del livello politico, è stato inserito in un disegno di legge volto ad arginare il consumo di Suolo, che attende la discussione parlamentare (*Senato della Repubblica, XVIII Legislatura, Fascicolo Iter DDL S. 193: Misure per il contenimento del consumo del Suolo e il riuso del Suolo edificato, 08/08/2021*). Al CREA e ad ISPRA è affidato il compito del monitoraggio sul consumo di Suolo.

Il CREA vanta una lunga tradizione di studio del Suolo e della sua fertilità: una delle prime stazioni di ricerca e sperimentazione agraria fondate dal Conte di Cavour, primo Ministro dell'Agricoltura del Regno d'Italia, riguardava proprio il Suolo e la nutrizione delle piante (Regia Stazione di Chimica Agraria), eredità oggi raccolta dal Centro di Ricerca di Agricoltura e Ambiente del CREA, sede legale anche della Società Italiana per la Scienza del Suolo (SISS), nelle cui fila hanno collaborato e collaborano tuttora numerosi ricercatori dell'Ente. Oggi il CREA esprime la vicepresidenza (*President incoming*) dell'*International Union of Soil Science Societies*, che guiderà il Convegno Mondiale delle celebrazioni per il centenario della fondazione proprio in Italia nel maggio del 2024.

Il Suolo è dunque uno tra i più importanti temi di ricerca del nostro Ente, analizzato in tutti i suoi aspetti, compresi quelli inerenti la lavorabilità e trafficabilità del terreno (problematiche insorte in seguito agli elevati livelli di meccanizzazione agricola adottati dalle aziende agrarie negli ultimi decenni), tutti legati alla sostenibilità delle produzioni, alla valorizzazione del **made in Italy**, alla conservazione del territorio, all'ambiente.

Voglio ricordare alcune importanti iniziative sviluppate dal CREA: il **Progetto Panda** (Produzione Agricola nella Difesa dell'Ambiente), pioniere nella tutela delle produzioni agricole e al contempo nel dettare i criteri per la definizione della vulnerabilità ambientale, con l'attuale costituzione di un **HUB sul Suolo**, che raccoglie in un network nazionale tutte le competenze sul Suolo dall'Università, al CNR, all'ISPRA,

all'ENEA, alle Regioni ed alle Associazioni culturali, al fine di rispondere a tutte le problematiche più o meno emergenti a livello nazionale, europeo ed internazionale e al coordinamento della **Italian Soil Partnership** – emanazione della **Global Soil Partnership** – affidato al CREA dal MIPAAF.

Tra le diverse attività di sensibilizzazione verso la popolazione, intraprese in questi ultimi anni in Italia e di particolare efficacia, è risultata la stesura da parte della Società Italiana per la Scienza del Suolo, della Società Italiana di Pedologia e del Fondo Italiano per l'Ambiente di un decalogo sulla protezione del Suolo. I dieci "comandamenti", costituiscono dieci punti di riflessione e di forte raccomandazione, rivolti a partire sin dai bambini della scuola materna fino ai Governanti del nostro Paese. Adattando, infatti, il linguaggio ai diversi fruitori, sarà possibile raggiungere con questo messaggio tutti coloro – persone di ogni età ed estrazione, esperti e

non – che vogliono prendersi cura del nostro pianeta, proprio a partire dal Suolo.

I 10 Comandamenti del Suolo

Prenditi cura del Suolo, è un organismo vivente

Proteggi il Suolo, è una risorsa non rinnovabile

Difendi il Suolo dall'erosione

Salvaguarda il Suolo dall'inquinamento

Sostieni la qualità del Suolo

Riduci gli sprechi e nutri il Suolo

Custodisci la biodiversità del Suolo

Tutela il Suolo per la protezione del paesaggio

Preserva il Suolo ed il cibo che produce

Diventa un ambasciatore del Suolo

Mi piace concludere ricordando che, parlare di queste tematiche non è mai abbastanza e "non è mai troppo tardi", perché il Suolo – al pari dell'Acqua e dell'Aria – è una risorsa indispensabile alla Vita, limitata e non rinnovabile, e ciò non può essere mai trascurato né dagli Studiosi, che vi dedicano la propria attività professionale, né dagli Agricoltori, dagli Allevatori, da Amministratori e Politici, né da ciascun singolo abitante del pianeta Terra.

<https://www.creafuturo.eu/it/3532/>

Speciale Capitale Naturale

Prima parte

*Cristina Giannetti
Direttore responsabile*

Capitale naturale: a questo patrimonio ignorato, maltrattato, misconosciuto, ma dal valore inestimabile, perché senza di esso non c'è vita, saranno dedicati i due prossimi numeri di CREA Futuro. Suolo, aria e acqua: sono i suoi i tre pilastri, risorse fragili, perché non rinnovabili e oltretutto le più esposte alla crisi climatica.

In questo numero, inizieremo dal suolo: quanto ne sappiamo davvero? Lo diamo per scontato, lì sotto i nostri piedi... e in silenzio ci fornisce il 95% del cibo che mangiamo e preziosi servizi ecosistemici, accoglie miliardi di microrganismi indispensabili alla vita ed è un incredibile serbatoio di carbonio, dandoci un aiuto inaspettato nella lotta al cambiamento climatico. Ma per formarne solo 1 cm servono da cento a mille anni: molto più di quanto ci possiamo permettere di aspettare noi esseri umani.

Dovremmo averne cura, rispettarlo ed invece... lo consumiamo, lo cementifichiamo, lo inquiniamo, lo degradiamo, ad un ritmo insostenibile. E tutto ciò è ancora più cogente per l'agricoltura, che ha nel suolo il suo substrato e la sua ragion d'essere.

Eppure, finalmente, qualcosa sta cambiando. L'opinione pubblica sta diventando sempre più consapevole, le Istituzioni – ad ogni livello – stanno mettendo mano a politiche di sostegno e di tutela... e la Ricerca? Lavora, studia, osserva, sperimenta: sono sue le chiavi della nuova sensibilità sulla tematica e lo potrete toccare con mano in questo numero. Resterete sorpresi dalla incredibile varietà di studi in corso

sul suolo: dalla composizione alla struttura fino alle funzioni; dal nutrimento all'inquinamento; dai miliardi di microrganismi che lo abitano – svolgendo un ruolo essenziale per l'equilibrio ecologico – alle piante che vi affondano le radici, dalle tecniche e dalle tecnologie innovative per gestirlo in modo sostenibile fino alle evoluzioni della cartografia per riconoscerlo e classificarlo. I ricercatori sono al lavoro anche per soluzioni positive, in grado di trasformare scarti in fertilizzanti e di depurare il suolo dalle scorie. Senza dimenticare, poi, il continuo sostegno offerto alle Istituzioni per elaborare politiche mirate e strumenti efficaci, come per esempio la Italian Soil Partnership (costola tricolore dell'internazionale Global Soil Partnership) e la nuova PAC.

D'altronde, i numeri non lasciano scampo, come spiega il Presidente del CREA nel suo editoriale: oltre il 33% dei suoli mondiali, infatti, sono moderatamente o fortemente degradati e perdiamo nel mondo 500 ha ogni mezz'ora. Il conto è salatissimo: 75 miliardi di tonnellate di suolo coltivabile in meno ogni anno, a livello mondiale, ci costano circa 400 miliardi di dollari di produzione agricola persa. E anche in Italia, come ci spiega il collega di Ispra, che cura il Rapporto annuale sul consumo di suolo, abbiamo davvero di che preoccuparci.

Insomma, la strada da percorrere è lunga e tutta in salita e dobbiamo restare tutti con i piedi ben saldi per terra, prendendoci cura seriamente del mondo sotto di noi.

Buona lettura, ascolto, visione.





Soil4life

Il suolo per la vita

Maria Grazia Piazza, Tecnologo Area scientifica CREA

Filiberto Altobelli, Ricercatore del CREA Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia

Anna Benedetti, Associato al CREA Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia

Diffondere la cultura di gestione del suolo come un bene prezioso, primario ed esauribile, associare al concetto di consumo del suolo tutte le forme di degrado che contribuiscono a diminuirne la fertilità e, di conseguenza, la vita, è uno degli obiettivi che si pone il progetto SOIL4LIFE. Scopriamo insieme come, attraverso il progetto, è possibile aumentare il livello di consapevolezza nella popolazione a vari livelli: scuola, agricoltura, cittadinanza, pubbliche amministrazioni, forze politiche, andando incontro alla richiesta delle Nazioni Unite per mettere fine alla fame nel mondo.

SOIL4LIFE è un progetto cofinanziato dalla Commissione Europea nel 2017 attraverso il programma Life.

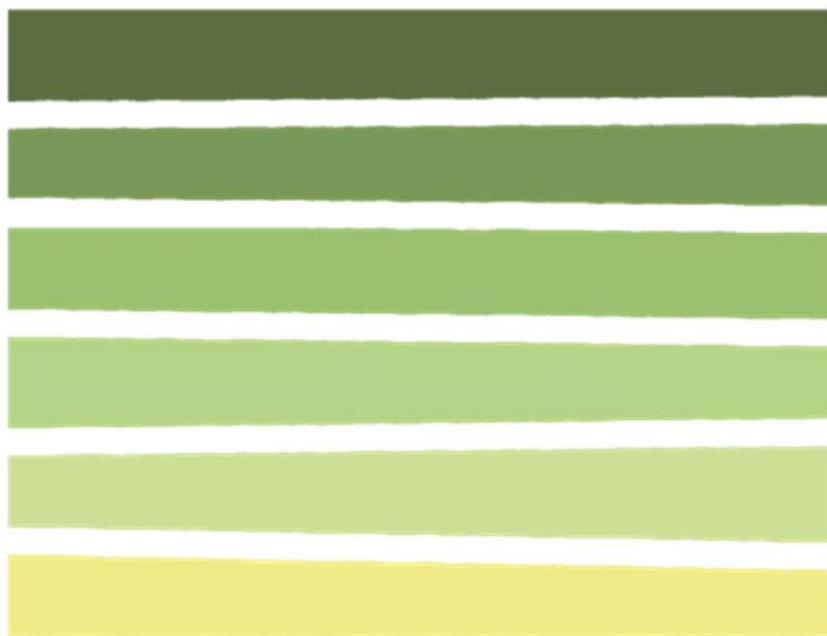
Coordinato da LEGAMBIENTE, il progetto coinvolge associazioni ed enti di ricerca italiani, francesi e croati, con l'obiettivo di promuovere l'uso sostenibile ed efficiente del suolo in quanto risorsa strategica, limitata e non rinnovabile.

SOIL4LIFE amplia il concetto di consumo di suolo a tutte le sue forme di degrado che determinano la perdita di fertilità e la sua sottrazione a causa delle produzioni agro-zootecniche: una situazione, questa, che mal si coniuga con la richiesta, da parte delle Nazioni Unite, di intensificare le produzioni per azzerare la fame nel mondo.

Soil4Life favorisce la diffusione della cultura sulla gestione sostenibile del suolo; in particolare, attraverso attività che sensibilizzano i politici, le pubbliche amministrazioni, le scuole, i cittadini, e non ultimi, in ordine di importanza, gli agricoltori. Tali attività sono principalmente focalizzate ad aumentare il livello di consapevolezza sull'importanza che il suolo riveste per la vita sulla terra. Obiettivo del progetto, pertanto, è quello di incoraggiare un dibattito costruttivo che possa sfociare in iniziative concrete, favorendo l'attivazio-

soil4life

L'essenziale è invisibile agli occhi



INSIEME PER PROTEGGERE IL SUOLO

Progetto cofinanziato da



Beneficiario coordinatore



Beneficiari associati:





ne di tavoli tecnici con le pubbliche amministrazioni.

In questo quadro di riferimento, risulta certamente strategica, la stesura di un libro bianco sul consumo di suolo ed un rinnovato interesse relativo all'emanazione di una legge sul suolo che rappresentano i risultati attesi più importanti. Altrettanto importanti, però, sono i corsi di formazione per professionisti, insegnanti e agricoltori sull'uso sostenibile del suolo, così come le manifestazioni pubbliche rivolte alla cittadinanza per accrescerne la consapevolezza su questo importantissimo tema. Il progetto produrrà, per ciascuna categoria di soggetti interessati, delle specifiche linee guida da utilizzare e diffondere sul territorio.

Il contributo del CREA, unitamente a quello della CIA, è stato indirizzato, tra l'altro, alla realizzazione della versione in lingua italiana delle linee guida volontarie sulla gestione sostenibile del suolo, redatte dalla FAO nell'ambito della **Global Soil Partnership (GSP)** e, successivamente, della loro divulgazione nel territorio italiano verso i principali stakeholder coinvolti nella gestione sostenibile del suolo. Gli obiettivi del progetto sono ambiziosi, ma comunque raggiungibili. Infatti, al termine del progetto, si prevede di coinvolgere circa 5000 agricoltori con cui, inoltre, verrà stipulato un patto d'alleanza per impegnarli ad applicarle.

Chi seguirà questo percorso ne trarrà innanzitutto un vantaggio economico,

perché riuscirà a produrre di più consumando meno energia, denaro e risorse naturali. In secondo luogo, potrà garantire il mantenimento della fertilità dei suoli, assicurando ad essi la possibilità di continuare ad essere coltivati in modo competitivo e durevole. In terzo luogo, vivrà in un ambiente più bello, più pulito e più salubre.

CREA e CIA hanno redatto, a corredo della traduzione in lingua italiana del documento della FAO, delle schede tecniche **"Avere cura del suolo per nutrire il pianeta"**, specifiche per la realtà italiana, con una serie di raccomandazioni sui comportamenti e sulle pratiche da adottare e da evitare, rispetto a tematiche quali la conservazione della biodiversità, la fertilizzazione, la difesa, l'incremento della sostanza organica, il contenimento dell'erosione, la gestione dell'acqua, l'intensificazione delle produzioni, la promozione di cibi salubri e sicuri, l'incremento di infrastrutture verdi, la prevenzione dell'inquinamento del suolo, la prevenzione dagli incendi, la gestione sostenibile dell'azienda agro-zootecnica.

CREA e LEGAMBIENTE hanno promosso iniziative culturali rivolte agli allievi delle scuole primarie e secondarie, nella certezza che i giovani possano essere un volano verso la popolazione, diffondendo informazione ed interesse sul suolo. È stato lanciato un concorso per gli studenti delle scuole primarie e secondarie di I e II grado mettendo a disposizione degli insegnanti delle schede informa-

tive sul suolo. Un documento snello e di facile consultazione, idoneo a stimolare curiosità ed interesse. A schede di tipo informativo seguono schede tecniche, con la proposta anche di esercizi da svolgere in classe con gli studenti ([informazioni aggiuntive sul sito del progetto www.soil4life.eu](http://www.soil4life.eu)).

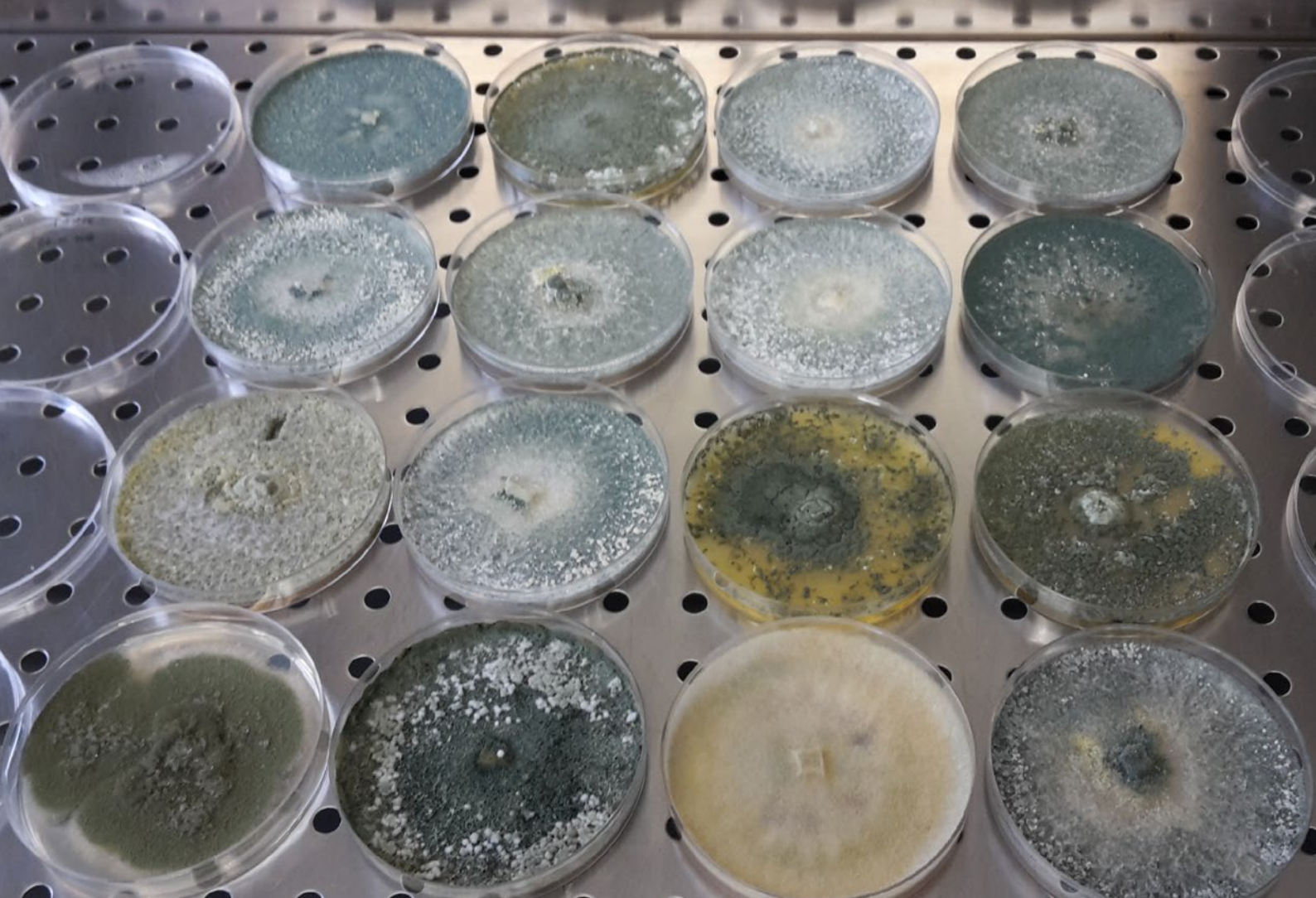
Soil4Life ha previsto anche l'avvio di due siti pilota: uno coordinato dal Comune di Roma sulle problematiche urbanistiche, l'altro coordinato da ERSAF sugli aspetti agronomici.

Nel corso del progetto sono state organizzate, in presenza e in modalità telematica, numerose manifestazioni con il coinvolgimento della cittadinanza.

Di suolo fertile ne abbiamo a disposizione sempre meno, soprattutto in considerazione dell'aumento della popolazione mondiale che si stima raggiunga oltre 9 miliardi di persone nel 2050.

Solo in Italia si perdono 2mq di suolo fertile ogni secondo. Sicuramente, fermare questo fenomeno è un obiettivo molto ambizioso, ma dovrebbe essere considerato primario da parte di ogni abitante della Terra e solo attraverso una incessante opera di informazione e divulgazione sull'importanza del suolo potrà essere realizzato. Rispetto a qualche anno fa sono stati compiuti passi da gigante, ma senza una legge specifica sulla conservazione del suolo non si raggiungerà mai il livello di attenzione necessario a tutelare questo bene prezioso.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3857/>



Collezione di diversi ceppi di *Trichoderma* agenti di biocontrollo, conservati presso il CREA - Orticoltura e Florovivaismo di Pontecagnano (SA). foto di Catello Pane

I microrganismi del suolo in campo per la sostenibilità

*Massimo Zaccardelli, ricercatore CREA Orticoltura e Florovivaismo
Catello Pane, ricercatore CREA Orticoltura e Florovivaismo
Paola Iovieno, ricercatore CREA Orticoltura e Florovivaismo*

Qual è il ruolo dei microrganismi del suolo?

In che modo favoriscono la sostenibilità?

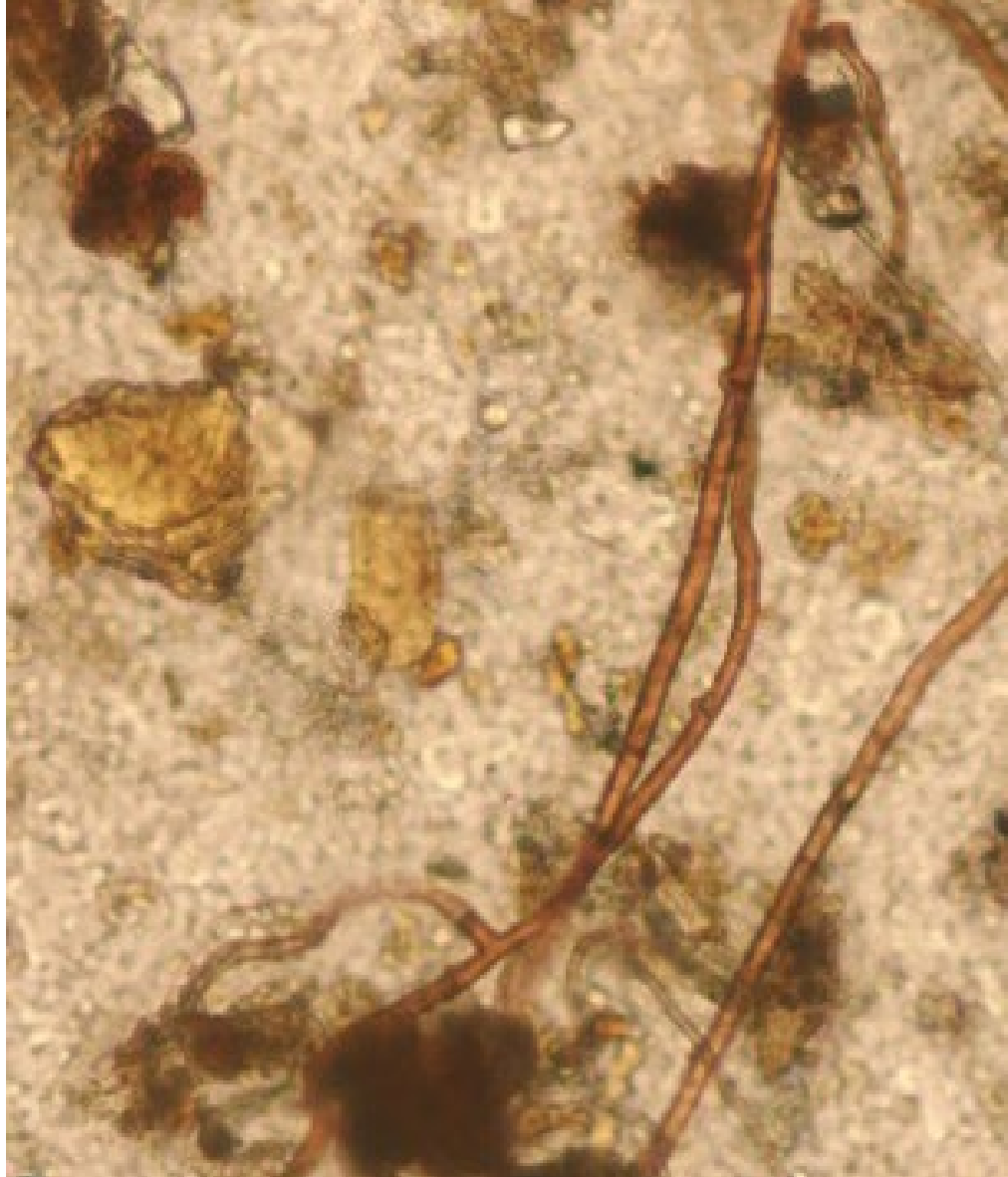
Indispensabili per rendere disponibili i minerali assorbiti dalle radici, per stimolare la crescita delle colture e per proteggerle dalle malattie, i microrganismi sono imprescindibili per tutti i settori del primario, dall'orticoltura alla frutticoltura, dal florovivaismo alla produzione dei foraggi, per aumentare i livelli di sostenibilità delle filiere assicurando la qualità con protocolli di gestione sempre più "green". Scopriamo le innovazioni che la ricerca di settore rende continuamente disponibili.

I microrganismi che vivono nel suolo svolgono un ruolo cruciale nel permettere agli agricoltori di realizzare produzioni agricole sostenibili per l'ambiente. Molti di essi sono, infatti, indispensabili per rendere disponibili alle piante elementi minerali assorbiti dalle radici, per stimolare la crescita delle colture e per proteggere queste ultime dalle malattie che, spesso, causano importanti perdite di produzione, se non si interviene tempestivamente con sostanze chimiche generalmente impattanti per la salute dell'uomo e dell'ambiente.

I microrganismi, principalmente batteri e funghi, sono importantissimi in tutti gli ecosistemi, poiché il loro lavoro è necessario per rendere disponibili gli elementi nutritivi fondamentali per le piante, come ad esempio l'azoto, il carbonio e il fosforo, in quanto tali elementi sono componenti essenziali di proteine, grassi, zuccheri, DNA e altre molecole complesse, che compongono la materia vivente.

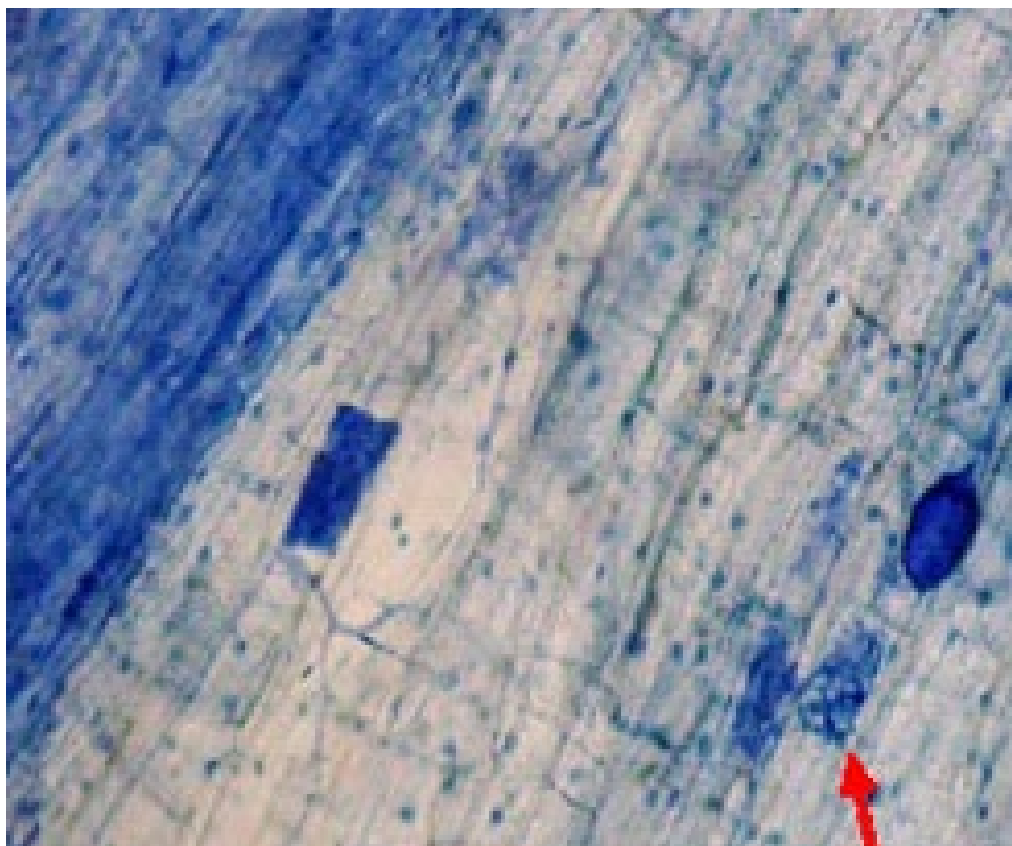
L'azoto è il principale elemento nutritivo fondamentale per la crescita delle piante; è il principale componente dell'aria (ben 78%) ed è direttamente utilizzabile solo da particolari microrganismi denominati, per l'appunto, azotofissatori, in quanto capaci di assorbire e trasformare l'azoto atmosferico in un composto (l'ammonio) che le piante possono utilizzare per sintetizzare molecole complesse fondamentali, quali le proteine e il DNA. Alcuni microrganismi azotofissatori vivono liberi nel terreno, mentre altri vivono in simbiosi con le radici delle leguminose (per intenderci fagioli, ceci, piselli, lenticchie e legumi in genere) formando sulle radici stesse delle caratteristiche escrescenze, visibilissime ad occhio nudo, denominate "tubercoli radicali". E' in questi tubercoli che vivono e "lavorano" questi microrganismi azotofissatori simbiotici. L'azoto può essere anche liberato a seguito della decomposizione della sostanza organica, giunta al suolo come residuo agricolo o come letame o compost. I microrganismi che liberano tale azoto lo trasformano ancora una volta in ammonio direttamente assorbito dalle radici delle piante.

Il fosforo è spesso presente nel terreno in forme chimiche difficilmente assimilabili dalle piante. Alcune specie di funghi vivono in simbiosi con le radici formando le cosiddette "micorrizze" (cioè fungo + radice), che sono in grado di assorbire maggiormente il fosforo dal terreno e metterlo a disposizione delle piante. Inoltre, favoriscono anche l'assorbimento di azoto, microelementi e acqua. In genere la micorrizzazione delle piante avviene spontaneamente in natura, ma può essere anche favorita mediante l'inoculazione di preparati commerciali contenenti spore di funghi micorrizici. Alcuni batteri e funghi che vivono nel suolo liberano il fosforo dalla sostanza organica, rendendolo pertanto assimilabile dalle piante. La maggior parte dei microrganismi, in presenza di ossigeno, è capace di degradare gli zuccheri e molecole più complesse (es. cellulosa, lignina, ecc.), formate per la maggior parte da carbonio, fino ad arrivare alla produzione di molecole molto semplici, cioè anidride carbonica ed acqua. Le sostanze più resistenti alla decomposizione vanno incontro a processi chimici di sintesi che determinano la formazione di humus, sostanza complessa da cui dipende direttamente la qualità e la produttività del suolo. Importante è anche il



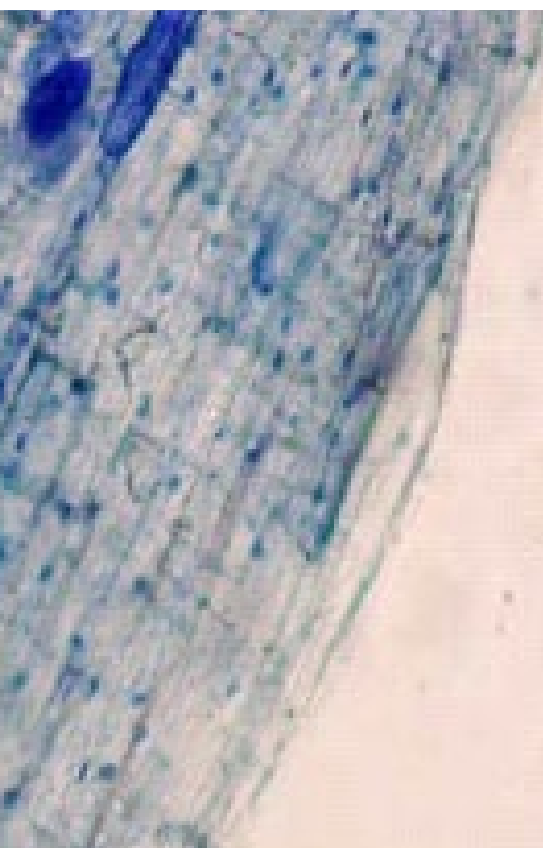
ruolo dei microrganismi "decompositori" nella trasformazione in compost dei rifiuti organici prodotti dall'uomo (ad esempio "l'umido" della raccolta differenziata).

Sopra Sospensione di suolo osservata al microscopio ottico in cui si evidenziano alcuni funghi che appaiono come filamenti bruni (ife). Foto di Paola Iovieno, ricercatrice CREA Orticoltura e Florovivaismo





Sotto Radice di fagiolo micorrizzata, colorata con blu di anilina in acido lattico, osservata al microscopio ottico. La freccia indica un arbuscolo, struttura tipica delle endomicorrize. Foto di Paola Iovieno



Nel suolo, in prossimità delle radici o strettamente associati ad esse vi sono anche batteri capaci di promuovere la crescita delle piante (in inglese “*plant growth promoting rhizobacteria*”, acronimo PGPR). I meccanismi attraverso i quali i PGPR sono in grado di promuovere la crescita dei vegetali sono diversi: fissazione dell’azoto atmosferico, solubilizzazione del fosforo, produzione di fitormoni.

Della fissazione dell’azoto ne abbiamo parlato in precedenza. Possiamo solo aggiungere che i microrganismi capaci di “fissare” l’azoto atmosferico vengono definiti “biofertilizzanti”, in quanto forniscono azoto alle piante, fertilizzante che non può mai mancare in agricoltura. Anche della solubilizzazione del fosforo si è fatto in precedenza cenno parlando delle micorrize. Bisogna comunque sapere che, oltre alle micorrize, esistono batteri capaci di solubilizzare il fosforo minerale insolubile presente nel suolo, consentendo pertanto alle piante di assorbirlo attraverso le radici.

Riguardo la produzione di fitormoni, questo meccanismo consiste nella produzione, da parte di alcuni microrganismi, di sostanze ad azione ormonale (es. auxine, gibberelline e citochinine) capaci di stimolare lo sviluppo delle radici e della parte aerea delle piante. Alcuni microrganismi sono anche capaci di degradare ormoni vegetali, quali l’etilene, che inibiscono la crescita delle piante. I microrganismi capaci di produrre fitormoni stimolanti o capaci di degradare fitormoni inibitori della crescita, vengono definiti “fitostimolanti”. Alcuni microrganismi detti “antagonisti”, posseggono proprietà tali da poter essere utilizzati per attuare la cosiddetta “lotta biologica” ai patogeni delle piante (insetti, funghi, batteri), contribuendo quindi significativamente alla riduzione dell’impiego dei fungicidi di sintesi nella produzione di ortaggi, frutta e verdura e mitigando, contemporaneamente, “l’impronta ecologica” dell’agricoltura. Queste proprietà sono legate a particolari meccanismi quali: secrezione di antibiotici, sottrazione di elementi nutritivi essenziali alla crescita (per es. elementi come ferro e carbonio), occupazione fisica dell’ambiente, parassitizzazione o predazione del microrganismo dannoso per le piante e/o conferimento alle piante di una maggiore vitalità e capacità di resistere agli attacchi futuri dei patogeni

(meccanismo quest’ultimo noto come “resistenza sistemica indotta”). Tali antagonisti microbici vengono selezionati, moltiplicati e confezionati dall’uomo per essere impiegati in agricoltura come “biofungicidi”. **Tutti i settori della produzione primaria – dall’orticoltura alla frutticoltura, dal florovivaiismo alla produzione dei foraggi – per aumentare i livelli di sostenibilità delle filiere ed accedere a regimi di qualità con protocolli di gestione sempre più ecosostenibili, non possono fare a meno delle innovazioni che la ricerca di settore rende continuamente disponibili.** Tra gli antagonisti microbici più largamente commercializzati a livello mondiale si annoverano diverse specie fungine (per es. quelle del genere *Trichoderma*) e batteriche (come per es. *Bacillus* e *Pseudomonas*) che fondano la gran parte del loro successo sulla spiccata capacità di adattamento alle diverse condizioni ambientali, sulla possibilità di essere distribuiti in confezioni ad hoc e conservati per un congruo periodo di tempo. Alcuni microrganismi antagonisti sono molto specifici.

Ad esempio, il fungo antagonista denominato *Coniothirium minitans* è un parassita specifico di patogeni che vivono nel suolo e che causano marciumi alla base di piantine allevate in vivaio; il *Pythium oligandrum* è un oomicete (un particolare tipo di fungo) parassita di altri oomiceti che causano malattie delle piante note con il nome di peronospora (per es. *Phytophthora spp.*). Il fungo *Ampelomyces quisqualis* è un antagonista agente di biocontrollo largamente impiegato nella difesa delle colture dal “mal bianco o oidio”, una malattia che si manifesta con formazioni bianche polverulenti sulle superficie delle foglie.

La ricerca in questo ambito cerca di incrementare l’efficacia degli antagonisti microbici ampliando anche il loro “spettro d’azione”, cioè la loro capacità di agire contro patogeni diversi.

A tal riguardo, viene sperimentata la somministrazione dei microrganismi antagonisti insieme ad ammendanti organici ad azione probiotica e/o l’impiego di più combinazioni di microrganismi (che prendono il nome di “consorzi microbici”), in modo da aumentare la capacità di adattamento ad ambienti diversi e aumentare il range di patogeni da controllare.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3732/>



Prendersi cura del suolo in viticoltura

Luigi Tarricone, Primo Ricercatore Centro Ricerca Viticoltura ed Enologia

Ricoprendo circa 7,3 milioni di ettari, il settore viticolo necessita, più di altri settori, di tecniche di gestione sostenibile del suolo. Questo non solo per l'indubbio beneficio ecologico-ambientale, ma perché il miglioramento dello stato di salute del suolo e dell'attività radicale ha ricadute importanti sulle proprietà delle uve, fermo restando la corretta scelta e gestione delle essenze in relazione alle caratteristiche pedoclimatiche delle aree vitate.

L'importanza del suolo è stata sancita dall'ONU che dichiarò il 2015 "Anno Internazionale dei Suoli" allo scopo di sensibilizzare e promuovere un uso sostenibile di tale risorsa. Nelle parole dell'allora Direttore Generale della FAO José Graziano da Silva se ne coglieva l'importanza quando affermava che **"suoli sani sono fondamentali per la produzione mondiale di cibo, ma che non prestiamo abbastanza attenzione a questo importante e silenzioso alleato"**.

Di fronte a una continua crescita della popolazione mondiale, ci si rende conto che sarà necessario un aumento del 60% della produzione alimentare, motivo per cui è fondamentale un uso razionale e sostenibile del suolo, riducendone ed eliminandone le condizioni di degrado e le pressioni antropiche. – La FAO ha, infatti, stimato che un terzo dei terreni mondiali sono degradati, a causa dell'erosione, della compattazione, dell'impermeabilizzazione, della salinizzazione, della perdita di sostanza organica e di nutrienti, dell'acidificazione, dell'inquinamento e di altri processi causati da pratiche insostenibili di gestione (FAO, 2015).

Nello specifico, esaminando il settore viticolo, i dati del 2020 (OIV, 2021) stimano la superficie vitata – ossia la superficie totale a vigneto nelle diverse destinazioni d'uso (vino e succhi, uva da tavola e uva passa), compresi i nuovi impianti non ancora in produzione – **in circa 7,3 milioni di ettari**, per cui le

tecniche di gestione del suolo in viticoltura assumono particolare rilevanza per l'impatto che ne deriva.

Gli obiettivi di queste ultime possono essere brevemente sintetizzati in:

- **controllo delle erbe spontanee (competizione idrico-nutrizionale, allelopatie, ecc.);**
- **raggiungimento della giusta porosità del terreno (rapporto particelle/spazi vuoti e rapporto aria/acqua) per ottenere l'habitat ideale per microorganismi e apparati radicali (benessere radicale);**
- **riduzione delle azioni negative sulla struttura del terreno a seguito di compattamento da mezzi meccanici;**
- **riduzione dei fenomeni di erosione del suolo;**
- **mantenimento di un adeguato contenuto in sostanza organica, favorendo l'umificazione e il miglioramento della struttura del terreno.**

Lavorazione meccanica, diserbo chimico, inerbimento controllato, sovescio e pacciamatura costituiscono i principali metodi di gestione del suolo in viticoltura.

Le lavorazioni del suolo sono maggiormente adottate negli ambienti a clima caldo-arido, perché l'eliminazione delle erbe spontanee consente un adeguato utilizzo delle risorse idriche e nutrizionali e l'interruzione della risalita di acqua dagli strati profondi limitando i processi di evaporazione dell'acqua. L'eliminazione delle erbe spontanee viene effettuata con mezzi meccanici in periodi differenziati con 3-10 interventi l'anno (fine inverno-inizio prima-

Vigneto ad uva da tavola in conduzione biologica con inerbimento interfilare



Vigneto ad uva da vino con interfila inerbita e interfila lavorata

vera-estate-autunno) in rapporto alla pluviometria della zona, forma di allevamento, etc.

È comunque noto che le ripetute lavorazioni determinano conseguenze negative, quali una rapida ossidazione della sostanza organica, la formazione di suola di lavorazione, il deterioramento della struttura, fenomeni di compattazione, riduzione della porosità e della permeabilità con conseguente riduzione della fertilità del suolo, incremento dei fenomeni di per-

dità per lisciviazione dei nitrati, eccessi vegetativi e produttivi, insorgenza di fisiopatie da squilibri nutrizionali, riduzione della fertilità biologica. Pertanto, a livello comunitario sono state raccomandate pratiche più sostenibili di gestione del suolo quali l'inerbimento controllato, previsto nei primi regolamenti Comunitari di Agricoltura Biologica (Reg. CEE 2092/91) e di Agricoltura Integrata (Reg. CEE 2078/92), come metodo ecologicamente idoneo alla protezione del suolo.

L'inerbimento, sia spontaneo che artificiale, di norma provoca nei primi anni, rispetto alle tradizionali lavorazioni, una riduzione della produzione della vite, talvolta abbinata ad aumenti nella gradazione zuccherina. Gli aumenti del grado zuccherino sembrano in gran parte dipendere dalla diminuita produzione, mentre le deficienze di maturazione, talvolta notate su suolo inerbito, sembrano dovute alle condizioni di **carenza idrica della vite**, a causa della concorrenza con le specie erbacee. Gli effetti negativi della competizione idrico-nutrizionale del prato, vanno comunque riconsiderati in quanto il cotico erboso, con il rilascio dei residui del taglio, non sottrae macro e microelementi, ma li disloca diversamente negli strati del suolo e che i mm di evapotranspirazione di un terreno nudo assumono valori non molto diversi da quelli di un cotico erboso adatto (ad esempio graminacee microterme con stasi vegetativa estiva). Le principali caratteristiche dei miscugli per l'inerbimento possono essere sintetizzate in: facilità e rapidità di insediamento, resistenza al calpestamento e alla colonizzazione di flora spontanea, basse esigenze di sfalcio, media produzione di biomassa, bassa competitività idrica e nutrizionale.

In tale contesto, le tecniche di inerbimento ("cover crops") stanno assumendo un ruolo di primo piano in termini di eco-sostenibilità del sistema produttivo viticolo nazionale. La consociazione "vite-prato" presenta diversi vantaggi: miglioramento della fertilità biologica del suolo, riduzione dei fenomeni di ruscellamento superficiale delle acque e di erosione del suolo, miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno, aumento del contenuto di sostanza organica, trasferimento in profondità degli elementi minerali poco mobili, miglioramento dell'accessibilità dei mezzi meccanici per la maggiore portanza del suolo inerbito, riduzione dell'evaporazione dalla superficie, miglioramento delle caratteristiche idrologiche del suolo, riduzione della temperatura e delle sue fluttuazioni, regolazione dei processi di crescita della vite e del suo vigore con effetti sulla qualità e sulla quantità di uva prodotta.

Tra gli svantaggi sono da menzionare la competizione idrico-nutrizionale, in particolare nel periodo estivo nel caso di inerbimento permanente con specie particolarmente competitive.



Coltura di brassicacee per sovescio in vigneto ad uva da vino

Abbiamo condotto una ricerca su viti di Sangiovese (forma di allevamento a controspalliera con potatura a cordone speronato) in ambiente caldo-arido (agro di S. Severo, FG), in cui abbiamo confrontato due metodi di gestione del suolo: la lavorazione e due tecniche di inerbimento artificiale di parte dell'interfilare, ossia quello permanente con miscuglio commerciale di graminacee e leguminose (festuca arundinacea cv Villageoise, loglietto cv Belida, coda di topo cv Bart, ginestrino cv Upstart e trifoglio bianco cv Huja) e quello temporaneo con trifoglio sotterraneo (*Trifolium brachycalicium* cv Antas, autoriseminante, con stasi vegetativa estiva). I risultati hanno evidenziato che la concentrazione di polifenoli e antociani totali nelle bucce per chilogrammo d'uva (in sintesi le sostanze coloranti e antiossidanti) ha raggiunto valori più elevati nelle tesi inerbite, con incremento, rispetto alla tesi lavorata, del 31 e 36 % per i polifenoli e del 21 e 41 % per gli antociani rispettivamente nelle tesi con trifoglio sotterraneo e nel miscuglio di graminacee e leguminose.

In relazione agli effetti degli inerbimenti sul suolo le analisi del suolo effettuate all'inizio della ricerca e al termine del triennio hanno evidenziato un incremento del contenuto di azoto totale (+18%) e di sostanza organica (+33%) del suolo.

Limitata diffusione in viticoltura hanno avuto le tecniche di pacciamatura con utilizzo di film plastico nero (PE) o di tessuto geotessile a lunga durata o di materiale biodegradabile lungo la fila.

I vantaggi sono comunque molteplici quali:

- **completa inibizione dello sviluppo e della competizione radicale delle essenze spontanee,**
- **limitazione delle perdite di acqua dal terreno per evaporazione,**
- **rapido e maggiore sviluppo delle viti,**
- **eliminazione delle lavorazioni lungo la fila.**

Nei terreni salmastri, la pacciamatura impedisce la risalita per capillarità dei sali evitando tossicità alle giovani viti e consente la riduzione dell'erosione nei terreni declivi e privi di struttura. Gli svantaggi sono dovuti ai costi del telo e della posa (tempi di lavoro, macchine e oneri di recupero del materiale). Tuttavia, negli ultimi anni e su nuovi impianti di vigneti, si vanno diffondendo sistemi di pacciamatura con materiali biodegradabili e compostabili, ottenuti da diverse materie rinnovabili (come residui di diverse coltivazioni come mais, altri cereali, patata, olii vegetali, etc.), che presentano il grande vantaggio di eliminare il problema economico ed ambientale dello smaltimento a fine utilizzo.

In sintesi, la gestione del suolo in viticoltura mira ad abbinare vantaggi di ordine ecologico-ambientale, migliorando lo stato di salute del suolo e l'attività radicale con effetti molteplici sulle caratteristiche delle uve, fermo restando la corretta scelta e gestione delle essenze in relazione alle caratteristiche pedoclimatiche delle aree vitate.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3856/>



Scarti: una risorsa e una sfida

Massimo Calì e Antonella Chiariotti

*C'è solo un pianeta terra, eppure entro il 2050, il mondo starà consumando risorse come se di pianeti ce ne fossero 3**

Rifiuti come risorsa

A livello mondiale, e conseguentemente anche europeo, si sta assistendo ad uno sfruttamento insostenibile delle risorse naturali non rinnovabili, al verificarsi di cambiamenti climatici imprevedibili e violenti, alla perdita di biodiversità sia vegetale che animale, alla riduzione della fertilità del suolo ed all'aumento della produzione di rifiuti alimentari; tutto questo contemporaneamente alla crescita della popolazione che raggiungerà i 9,8 miliardi entro il 2050. Superare questi problemi richiede ricerca e innovazione ad iniziare dall'agricoltura e cambiamenti radicali nello stile di vita e nell'uso delle risorse.

Con la pubblicazione dell'Action Plan per l'economia circolare (2020) l'Europa vuole raggiungere uno degli obiettivi per lo sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGS 12), quello per il **"Consumo e produzione responsabili"**. Una delle strategie è considerare i rifiuti non come scarto, ma come risorsa. Infatti, una gestione e/o uno smaltimento errato di Diversi Rifiuti Agricoli, Co-prodotti e Sottoprodotti (Agricultural Wastes, Co-products and By-products – AWCB) – generati durante la produzione primaria, la produzione industriale e il consumo di prodotti agricoli – possono provocare un'enorme perdita di risorse sotto forma di materiali ed energia, oltre a causare

danni ambientali, come l'inquinamento del suolo e l'emissione di gas serra nell'aria. Invece, molti degli AWCB contengono composti che potrebbero essere utilizzati come substrati e nutrienti in diversi processi microbici/enzimatici, per dare origine a prodotti innovativi e/o ad alto valore aggiunto. Uno di questi processi per il recupero degli scarti è la digestione anaerobica per la produzione di energia.

La digestione anaerobica

Nei processi di digestione anaerobica i diversi substrati sono trasformati per via fermentativa biologica (attraverso diversi microrganismi) in:

Biogas.

Formato principalmente da CH₄ e CO₂, cioè da carbonio, idrogeno e ossigeno, avviato a valorizzazione energetica attraverso la produzione di energia elettrica e calore o biometano, attraverso un processo di upgrading che elimina la CO₂.

Digestato.

Un materiale omogeneo, ma con un tenore di umidità più elevato rispetto ai substrati di partenza. La sostanza organica rimasta è più stabile e mantiene lo stesso contenuto di azoto, fosforo e potassio, che possono tornare al suolo per fornire fertilità e nutrimento alle colture.

* https://ec.europa.eu/environment/pdf/circular-economy/new_circular_economy_action_plan.pdf



Il digestato

Il digestato può essere applicato al terreno tal quale o dopo separazione meccanica per ottenere un materiale chiarificato ed uno solido che può essere distribuito direttamente al suolo, compostato o essiccato per migliorarne il trasporto e lo stoccaggio. Sia il digestato tal quale che quello solido sono fonti di carbonio organico e nutrienti per le piante e il suolo tuttavia, per le loro differenze in termini sia quantitativi e qualitativi, contribuiscono in modo diverso al ricambio di sostanza organica del suolo ed alla nutrizione delle piante. Il digestato solido mostra un'alta percentuale di sostanza organica (38-75%) altamente stabile e un basso rapporto tra $\text{NH}_4\text{-N}$ e N totale (NT), che lo rendono adatto all'uso come ammendante, contribuendo al sequestro del carbonio nel suolo, specialmente nelle coltivazioni intensive dove vengono rimossi anche i residui colturali.

L'aggiunta di sostanza organica è benefica per la fertilità del suolo, ne migliora la struttura, la capacità di ritenzione idrica, aumenta la disponibilità dei nutrienti per le piante, stimolando al contempo l'attività microbica.

Al contrario, la bassa concentrazione di sostanza organica e l'elevato rapporto $\text{NH}_4\text{-N}/\text{NT}$ nel digestato tal quale e di

quello chiarificato, li rendono più adatti all'uso come fertilizzanti azotati. L'efficienza come fertilizzante cambia con le caratteristiche del digestato stesso, del tipo di terreno, della coltura e del tempo di spargimento. Dovrebbe essere applicato in tempi e modi appropriati durante la crescita del raccolto, al fine di garantire un assorbimento ottimale degli elementi nutritivi per le piante ed evitare l'effetto fitotossico e l'inquinamento delle acque sotterranee.

Vantaggi del digestato

- **Si evitano le emissioni di metano** (circa il 20%) che si originerebbero in modo naturale dallo stoccaggio degli effluenti zootecnici, oltre a produrre energia rinnovabile.
- Le emissioni degli ossidi di azoto (importanti gas serra di derivazione prevalentemente agricola) dipendono dalla quantità di azoto applicata

Superare questi problemi richiede ricerca e innovazione ad iniziare dall'agricoltura e cambiamenti radicali nello stile di vita e nell'uso delle risorse.

al suolo e dalla presenza di sostanza organica facilmente biodegradabile e poiché il digestato contiene materiale organico stabilizzato, a seguito delle fermentazioni, **le emissioni si riducono** di conseguenza. Inoltre, grazie alla valorizzazione dei nutrienti contenuti nel digestato, si può ridurre l'uso parziale o totale dei fertilizzanti di sintesi, determinando una mitigazione indiretta delle emissioni di anidride carbonica ed altre sostanze, coinvolte nei fenomeni di riscaldamento globale e acidificazione.

- L'utilizzo agronomico del digestato significa **maggiore sicurezza** rispetto allo spandimento di effluenti zootecnici non trattati, per il minore contenuto di microrganismi patogeni, per il controllo della frazione prontamente disponibile dell'azoto, per l'arricchimento del suolo in sostanza organica stabilizzata.

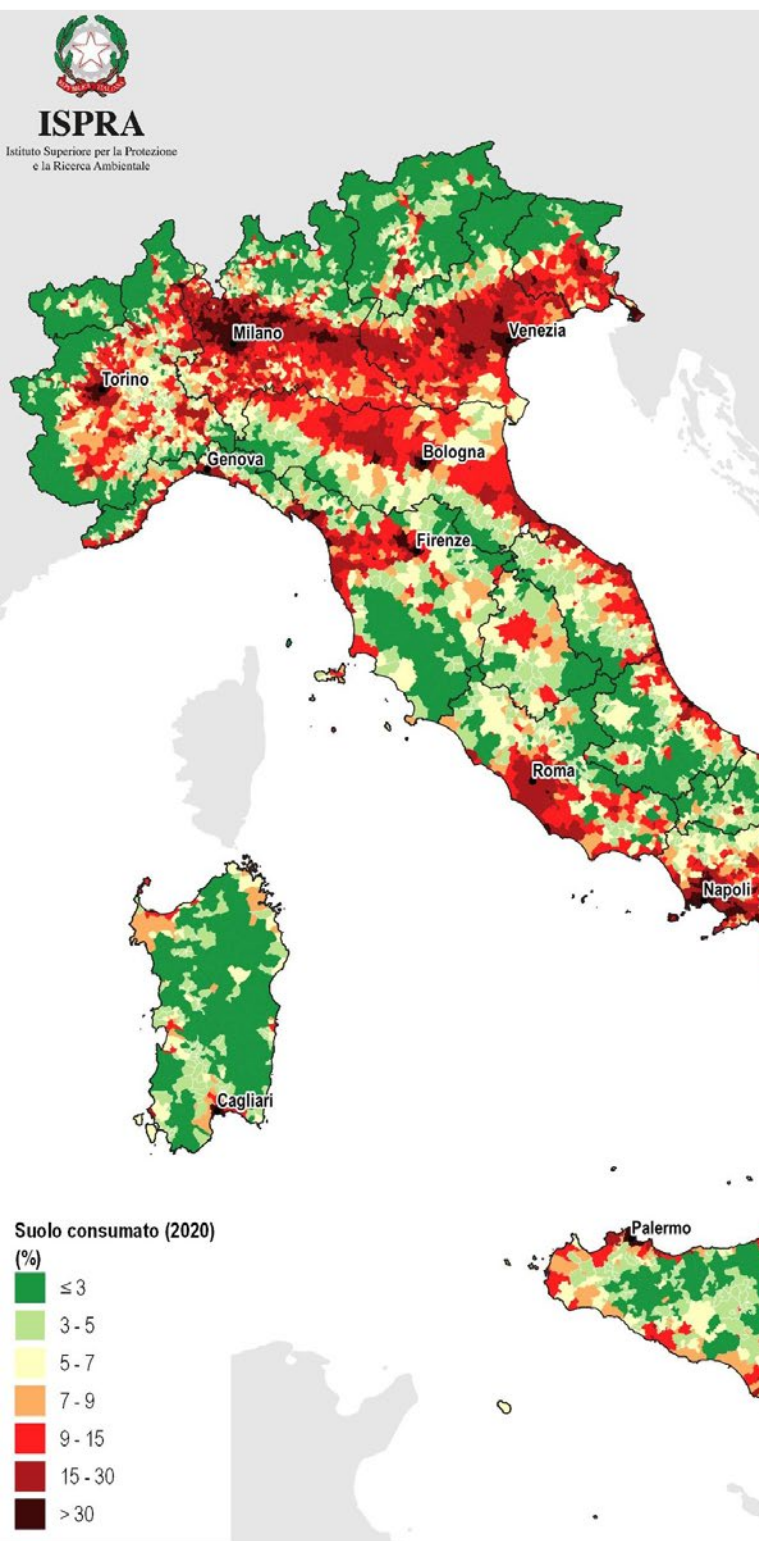
Tra le strategie per il futuro dell'agricoltura sostenibile in una ottica di economia circolare, la valorizzazione degli scarti svolge un ruolo chiave sia per la produzione di bioenergia, che per la riduzione delle emissioni di gas serra, che per la conservazione della fertilità del suolo e della nutrizione delle piante.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3628/>

Il consumo di suolo: il rapporto ISPRA. Intervista a Michele Munafò

Dirigente di ricerca Ispra

A cura di Micaela Conterio. Ufficio Stampa CREA



Il consumo di suolo, risorsa essenziale, fragile e soprattutto non rinnovabile, in Italia non mostra segnali di rallentamento, anzi. Neanche nel 2020, nonostante il lockdown, si è fermato, registrando una velocità di copertura artificiale di 2 mq al secondo, quasi 60 chilometri quadrati di colate di cemento e il 7,11% di territorio nazionale impermeabilizzato. Questi i dati contenuti nell'ultimo Rapporto ISPRA sul "Consumo di Suolo in Italia". Quanto è preoccupante la situazione? Ne parliamo con Michele Munafò, dirigente di ricerca dell'ISPRA.

1. Quanto è forte il fenomeno in Italia? Quali le Regioni più colpite?

Per fornire un quadro dell'evoluzione del fenomeno sul territorio nazionale, è utile precisare che il sistema di monitoraggio di ISPRA e del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale (SNPA), in linea con gli obiettivi globali, comunitari e nazionali, definisce diverse forme di consumo di suolo, alle quali corrispondono diversi impatti sulla perdita di questa limitata e preziosissima risorsa ambientale.

Sulla base degli ultimi dati disponibili, il consumo di suolo in Italia continua a trasformare il territorio con velocità elevate, con un incremento che rimane in linea con quelli rilevati nel recente passato, causando la perdita di aree naturali e agricole. Tali superfici sono sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici, produttivi e di servizio e da altre aree a copertura artificiale all'interno e all'esterno delle aree urbane esistenti.

In riferimento alla ripartizione geografica, la dimensione del fenomeno è più importante al Nord con oltre 10.000 km² di superfici artificiali rispetto al totale di 21.400 km² a livello nazionale, di cui quasi 2.900 solo in Lombardia che, tra l'altro, è anche la regione che

Suolo consumato a livello comunale (% 2020). Fonte: ISPRA-SNPA 2021



Un esempio di consumo di suolo a Mesero (Milano) per la realizzazione di un polo logistico di 4,9 ettari. Sopra l'immagine satellitare dell'area prima dell'inizio dei lavori (2019), sotto la stessa area nel 2020. Fonte: ISPRA-SNPA 2021

Il Nord è l'area geografica più interessata dal consumo dovuto alla realizzazione di nuovi poli logistici, con le maggiori trasformazioni registrate in Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna.

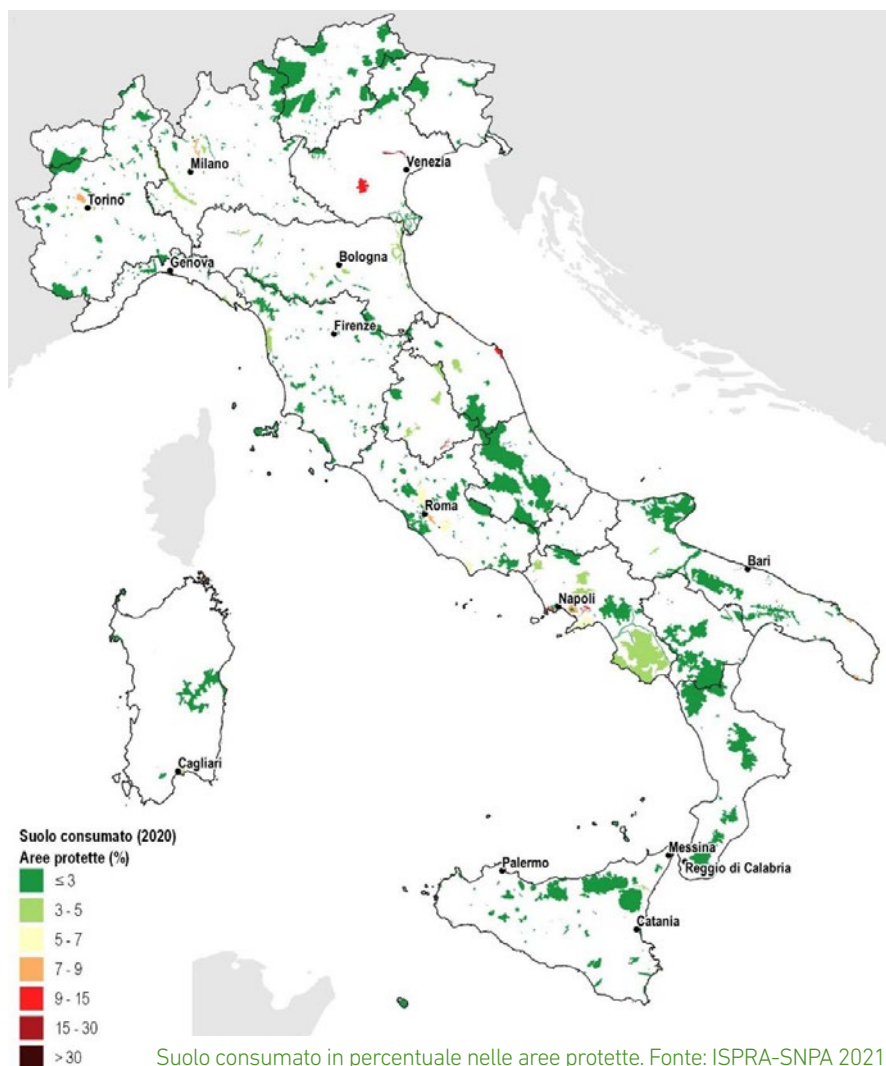
quest'anno registra l'incremento maggiore, pari a 765 ettari in più. Seguono il Veneto (+682 ettari) e il Piemonte (+439 ettari). Il Nord è anche l'area geografica più interessata dal consumo dovuto alla realizzazione di nuovi poli logistici, con le maggiori trasformazioni registrate in Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna. Al Centro e al Sud le regioni che hanno consumato più suolo tra il 2019 e il 2020 sono il Lazio e la Puglia, rispettivamente con +493 ettari e +431 ettari l'anno.

Nel caso in cui si dovesse confermare questo trend, si stima che tra il 2020 e il 2050 il nuovo consumo interesserebbe ulteriori 1.552 km² di suolo.

Va inoltre ricordato che può considerarsi utile il 68% della superficie nazionale, di questo il 9,15% pari a 47,3 km² è già stato consumato. Questa richiesta di suolo non trova giustificazione neppure osservando il trend demografico. Spesso si verifica in presenza di stabilizzazione o addirittura decrescita della popolazione residente. I dati dimostrano come siamo ancora molto lontani dal raggiungimento degli obiettivi europei di azzerare il consumo di suolo netto e di quelli di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite che prevedono, entro il 2030, di arrestare il degrado del suolo e di non consumare suolo in assenza di crescita demografica.

2. Quali tipologie di aree sono le più interessate? Riguarda anche aree naturali protette?

La riduzione di suoli permeabili è dovuta prevalentemente alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti che, come confermano i dati dell'ultimo monitoraggio, si è concentrata nelle aree maggiormente accessibili del Paese, ovve-



ro, lungo la fascia costiera entro un chilometro dal mare, nelle aree di pianura e nei fondivalle fluviali dove il suolo è più fertile. E ancora, nelle zone urbane e periurbane dei principali poli e dei comuni di cintura, a scapito delle aree residuali agricole e naturali rimaste intercluse nel tessuto urbano e più appetibili sul mercato immobiliare. Si stima che quasi la metà della perdita si concentri all'interno delle aree urbane e periurbane, andando a impattare irreversibilmente su una risorsa preziosa per migliorare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici e per garantire una buona qualità della vita. Le trasformazioni non hanno risparmiato neanche le aree naturali protette, anche se, fortunatamente, in misura significativamente inferiore rispetto al resto del territorio. **Nelle aree protette l'1,9% della superficie complessiva risulta consumata**, con picchi in Liguria (4,2%) e in Campania (3,8%) ed un incremento, nell'ultimo anno, di 65 ettari dei quali 25 e 6 si concentrano nelle aree protette del Lazio e dell'Abruzzo.

3. Come si ripercuote sulle aree a rischio sismico e idrogeologico?

Le caratteristiche morfologiche e pedologiche dell'Italia descrivono un territorio intrinsecamente fragile ma, se osservate in termini di qualità delle produzioni agricole e di pregio paesaggistico, fanno sì che diventino un'eccellenza per il nostro Paese. Tuttavia, nel lungo periodo, l'espansione insediativa e le grandi infrastrutture hanno esercitato una forte pressione su aree naturali e seminaturali riducendone le dimensioni, frammentando lo spazio aperto, bloccando la continuità delle reti ecologiche e la capacità delle stesse di fornire servizi ecosistemici in grado di mitigare i cambiamenti climatici in atto. **L'impermeabilizzazione del suolo e la riduzione degli spazi naturali lungo la rete idrografica privano i territori della capacità naturale di resistere agli eventi meteorici estremi.** Una tendenza che non accenna ad arrestarsi. Tra il 2019 e il 2020 sono stati sigillati ulteriori 767 ettari in aree a pericolosità idraulica media, di cui 346 in Emilia-Romagna, facendo salire il valore percentuale di superfici artificiali nel-



Costruzione di un nuovo edificio a destinazione commerciale nel Comune di Rossano Veneto (VI) in un'area complessiva di 18.000 m² di cantiere, di cui 3.700 occupati da edifici (immagine 2018 in alto, 2020 in basso). Fonte: ISPRA-SNPA 2021

le aree a pericolosità idraulica media al 9,3%. Preoccupante è anche il risultato ottenuto dall'analisi del consumo di suolo nelle aree a pericolosità da frana, che mostrano un incremento di superfici artificiali pari a 285 ettari, di cui 62 in aree a pericolosità elevata. La copertura artificiale del suolo continua ad estendersi anche nelle aree a pericolosità sismica, dove è cresciuta di ulteriori 1.852 ettari rispetto al 2019.

4. Il consumo di suolo provoca trasformazioni del patrimonio paesaggistico, storico-artistico e naturale. In aggiunta alla riduzione della superficie degli ambienti naturali e semi naturali, quali sono le conseguenze?

Molti cambiamenti di uso del suolo sono dovuti a processi di espansione urbana che hanno inglobato ambiti di fragilità idrogeomorfologica, aumentando la pericolosità, il rischio e i fenomeni di dissesto. Hanno compromesso la funzionalità di diverse tipologie di suolo a cui corrispondono qualità e capacità diverse di fornire servizi ecosistemici e di supportare la biodiversità. Il consumo di suolo contribuisce alla riduzione di tali capacità, ma anche alla perdita delle qualità del paesaggio, in particolare con l'attitudine a estendere e a rompere i margini della città consolidata, disperdendosi nel territorio rurale. Uno sviluppo del tessuto insediativo che tende a generare nuove infrastrutture lineari e, lungo le direttrici principali, modelli a bassa densità, spesso interessando ambiti di pregio paesaggistico. Sono responsabili dell'incremento del processo di frammentazione del paesaggio che produce il progressivo isolamento di ambienti naturali e seminaturali sempre più identificabili come aree residuali. Sono ampiamente riconosciuti gli impatti ambientali che questi fenomeni generano rispetto alla ca-

Molti cambiamenti di uso del suolo aumentano la pericolosità, il rischio e i fenomeni di dissesto.

pacità di adattamento ai cambiamenti climatici ma è utile ricordare anche il rischio di perdere terreni fertili di altissima qualità in grado di garantirci l'autosufficienza alimentare.

Un'ulteriore conseguenza sociale legata alla perdita di suoli, ma in ambito urbano, è il fenomeno dell'isola di calore urbana. Un termine che sintetizza le interazioni tra clima e città e che va analizzato nel rapporto tra edificato e spazi aperti, tra superfici permeabili e impermeabili. Questo rapporto in-

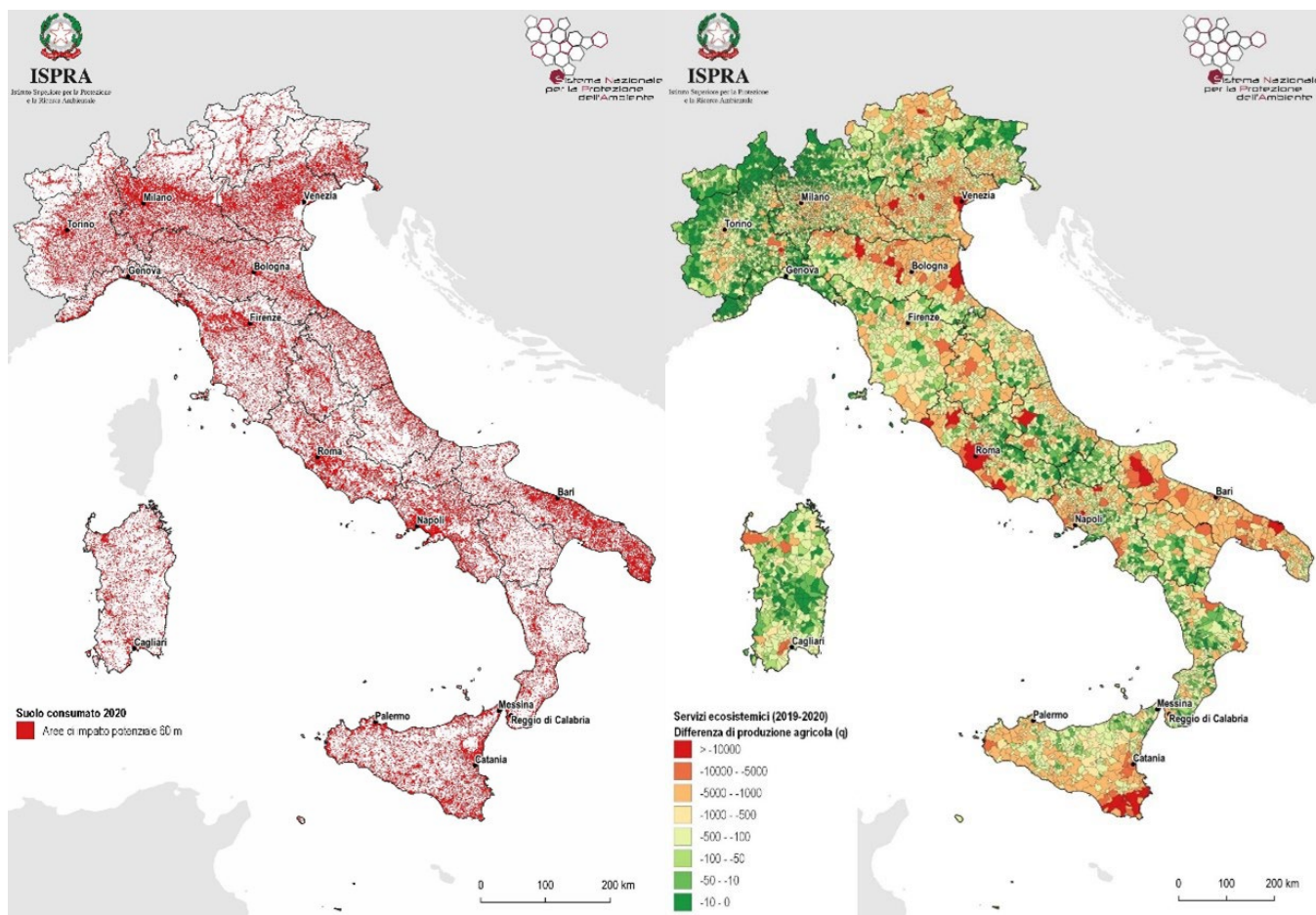
fluenza la formazione di un clima locale a cui è sottoposta la popolazione, determinando o inibendo situazioni di benessere. I dati dimostrano come nei centri più compatti rispetto alle aree agricole e naturali le differenze di temperatura sono maggiori di 2°C con valori massimi di oltre 6°C a Torino e circa 4°C a Firenze. Per questo la conservazione dei suoli e la loro integrazione nel progetto del tessuto urbano è decisiva per garantire lo svolgimento di funzioni sociali legate anche alla salute pubblica.



Cantieri stradali per la Pedemontana Veneta nel comune di Malo (VI); immagine 2014 in alto, 2016 in centro, 2020 in basso. Tra il 2014 e il 2020 i cantieri della Superstrada Pedemontana Veneta, hanno occupato circa 580 ettari tra le province di Treviso e Vicenza. Fonte: ISPRA-SNPA 2021

5. Quante perdite ha già causato, non solo in termini ambientali ma anche economici?

L consumo di suolo è la forma più impattante e irreversibile che causa il degrado della risorsa, la perdita delle sue funzioni produttive e di regolazione ma anche quella economica. In questo senso, l'artificializzazione dei suoli produce una serie di "costi nascosti" che, in riferimento alle trasformazioni rilevate da ISPRA e SNPA negli ultimi 8 anni, ammontano a oltre 3 miliardi di euro annui, mentre, nell'intervallo 2006 – 2012 sono superiori a 4,3 miliardi di euro annui. Costi che, se fosse confermata la crescita dei valori economici dei servizi ecosistemici persi e la velocità media 2012 – 2020 di nuovo consumo di suolo, crescerebbero considerevolmente arrivando ad un costo cumulato complessivo tra il 2012 e il 2030, compreso tra 80 e 100 miliardi di euro.



Superficie del territorio impattata direttamente o indirettamente dal suolo consumato al 2020. Fonte: ISPRA-SNPA 2021

Stima della perdita di produzione agricola tra il 2012 e il 2020 a livello comunale a causa del consumo di suolo. Fonte: ISPRA-SNPA 2021

6. Quale è stato l'incremento del consumo di suolo in Italia nell'ultimi 10 anni? E' possibile quantificarne i danni?

La crescita delle superfici artificiali ha trasformato a velocità elevate il territorio. Considerando l'intervallo 2006-2012 sono stati consumati quasi 60 mila ettari di suolo che corrispondono a una velocità di quasi 30 ettari al giorno. Negli ultimi 8 anni la conversione dei suoli naturali e seminaturali in suoli impermeabilizzati e artificializzati ha interessato una superficie di quasi 45 mila ettari, con una velocità stimata di oltre 15 ettari al giorno. In questo modo, **dal 2012 ad oggi, il suolo non ha potuto garantire la fornitura di oltre 4 milioni di quintali di prodotti agricoli, lo stoccaggio di quasi 3 milioni di tonnellate di carbonio e l'infiltrazione dell'acqua con oltre 360 milioni di metri cubi di ruscellamento superficiale in più.** È importante ricordare

che l'impatto di queste trasformazioni produce effetti indiretti anche nelle aree prossime alle superfici impermeabilizzate o artificializzate che possono influenzare la conservazione dei servizi ecosistemici e il funzionamento dei processi ecologici. Si stima che il 66,2% del territorio nazionale si trovi entro i 200 m da aree con copertura artificiale.

7. Come si colloca l'Italia nel contesto europeo del consumo di suolo?

A livello percentuale i valori di suolo consumato sono in crescita continua. Rispetto al 2006 sono aumentati di 0,35 punti percentuali (era pari al 6,76 nel 2006 e al 7,05 nel 2017). **La quota di superficie artificiale è molto più elevata della media UE, pari al 4,2%.** Secondo i dati 2015 del progetto LUCAS (Land Use and Cover Area Frame Survey) disponibili a livello europeo, **l'Italia risulta essere al quinto posto,** mentre

risultano essere in testa alla classifica europea Malta, Olanda e Belgio.

Tali livelli di artificializzazione, in un territorio fragile in cui le aree di pianura rappresentano solo un quarto del totale, mostrano la criticità della situazione italiana rispetto al resto d'Europa e l'urgenza di rivedere gli attuali modelli di sviluppo verso l'azzeramento del consumo di suolo e l'integrazione dei servizi ecosistemici nelle politiche territoriali. Finalità accolte nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), che ha formalmente impegnato il governo ad approvare una "legge nazionale sul consumo di suolo in conformità agli obiettivi europei, in grado di affermare i principi fondamentali di riutilizzo, rigenerazione urbana e limitazione del consumo dello stesso, sostenendo con misure positive il futuro dell'edilizia e la tutela e la valorizzazione dell'attività agricola".

<https://www.crea futuro.eu/it/3566/>



Il suolo & la nuova PAC

di Giulio Viggiani. Ufficio Stampa CREA.

La Rete Rurale Nazionale e il CREA Politiche e Bioeconomia per la valorizzazione del suolo come risorsa ambientale, economica e sociale

La tutela del suolo per favorire la sostenibilità ambientale: è un obiettivo fondamentale in ambito europeo ed è uno dei focus della Rete Rurale Nazionale con il supporto scientifico del CREA Politiche e Bioeconomia, come ci racconta **Alessandro Monteleone**, coordinatore RRN e primo ricercatore CREA Politiche e Bioeconomia.

1. Cosa prevede la nuova PAC per il suolo?

La nuova PAC non prevede nuove misure specifiche per la tutela e la valorizzazione del suolo, che tuttavia è uno degli elementi centrali delle strategie europee dal Green Deal a Farm to

Fork. La gestione sostenibile del suolo è un fattore chiave per la transizione ecologica e per la promozione dello sviluppo sostenibile al contempo ambientale, economico e sociale. La PAC punta, quindi, a sensibilizzare e incentivare gli attori del settore e l'opinione pubblica sull'importanza del contributo che l'agricoltura può dare nella difesa dell'ambiente, nella fornitura dei servizi ecosistemici, pur mantenendo il suo fondamentale ruolo produttivo e sociale. Da diversi anni la PAC, attraverso la politica di sviluppo rurale, mette in campo diversi strumenti di finanziamento alle aziende finalizzati a supportare comportamenti virtuosi dal punto di vista ambientale, che possono favorire la gestione sostenibile del suolo



Alessandro Monteleone

come le misure agroambientali, gli investimenti non produttivi, l'agricoltura biologica, la formazione e la consulenza. A queste si aggiungono, nel I pilastro, questi nuovi interventi denominati eco-schemi che possono portare un ulteriore incentivo in questo senso.



2. Cosa fa la Rete Rurale Nazionale per il suolo?

La Rete Rurale Nazionale dedica al suolo una pluralità di iniziative diverse, finalizzate a fare “rete”, a favorire lo scambio di informazioni ed esperienze tra tutti i potenziali attori che si occupano di suolo: dalle istituzioni che programmano e gestiscono le politiche fino agli stakeholders economici e sociali e alla ricerca pubblica e privata che se ne occupa, cercando di coniugare le esigenze del mondo produttivo con quelle istituzionali e facendo interagire chi può portare soluzioni sulla sua gestione sostenibile.

L'azione della Rete ha portato all'elaborazione di diversi documenti e ad un numero speciale della rivista Magazine RRN, ha contribuito alla redazione della versione italiana delle linee guida sulla gestione sostenibile del suolo della FAO e all'organizzazione di eventi e seminari dedicati. Altrettanto importante è il sostegno assicurato al Mipaaf e alle regioni per la definizione di politiche più efficaci. Nella programmazione 2014-2020 la Rete e il CREA Politiche e Bio-

economia hanno dato supporto nell'attuazione delle misure agroambientali, mentre in prospettiva – nella programmazione 2023-2027 – è in corso la collaborazione con il Mipaaf per la stesura del Piano Strategico Nazionale per individuare linee di indirizzo e le misure specifiche, come gli eco-schemi, dedicate anche alla gestione sostenibile del suolo.

Questa azione ha favorito l'integrazione tra diversi progetti sul suolo in cui il CREA è protagonista, come Soil Lab, JP Soil e Soil4Life, accompagnando le attività con una forte campagna informativa di sensibilizzazione e approfondimento.

3. Perché oggi le Istituzioni europee hanno questa attenzione sul tema suolo?

L'attenzione delle istituzioni comunitarie al suolo si è fatta negli ultimi anni via via più importante in quanto è la risorsa essenziale per il settore agricolo. Ed è dal suolo che occorre partire per avviare una gestione sostenibile

di un'azienda agricola perché tutelare il suolo è fondamentale sia per il suo mantenimento in quanto tale che per la continuità e l'efficacia del processo produttivo. Quindi, l'attenzione alla conservazione del suolo e alle diverse matrici ambientali, come l'inquinamento da fertilizzanti e da prodotti fitosanitari, diventa sempre più strategica nella visione delle istituzioni europee così come le tematiche connesse al consumo di suolo e alla conservazione della biodiversità.

4. Cosa cambia per aziende e agricoltori?

Gli strumenti a disposizione delle aziende agricole per favorire la gestione sostenibile del suolo sono abbastanza consolidati e sono: gli investimenti aziendali, l'agricoltura biologica, le misure agroambientali, la formazione, la consulenza a cui si aggiunge il nuovo strumento del I pilastro, gli eco-schemi. Dal punto di vista generale cambia l'approccio, che è tendenzialmente più organico. L'obiettivo di questa nuova programmazione è di agire in un'ottica più strategica e sinergica, facendo interagire gli strumenti di finanziamento pubblico e creando le condizioni per cui un'azienda, oltre ad applicare le misure agroambientali, possa acquistare un macchinario che le consenta di fare agricoltura conservativa oppure di aderire alla misura di formazione che spiega come adottare tecniche di coltivazione sostenibili del suolo e alla consulenza aziendale che accompagna l'agricoltore nell'acquisizione di queste tecniche.

<https://www.creafuturo.eu/it/3922/>

Crea al Centro



Ritorno al Suolo

**con il CREA Agricoltura e Ambiente:
valore, funzione, rischi, prospettive di
ricerca in frutticoltura**

Marcello Mastrorilli,
Direttore del CREA Centro di Agricoltura e Ambiente

Il suolo è una risorsa che non riceve l'attenzione dovuta, la cui importanza per la sopravvivenza umana è decisamente sottovalutata: abusato, coperto e impermeabilizzato dall'edificazione senza limiti, inquinato dalle attività industriali, sovraffittato da agricoltura e zootecnia. Le ricerche del CREA sono orientate a promuovere una gestione sostenibile, in grado di aumentare la produzione agroalimentare, favorire la qualità nutrizionale degli alimenti e consentire al suolo di mitigare quel cambiamento climatico i cui effetti sono ormai sotto gli occhi di tutti. Scopriamo insieme Agricoltura e Ambiente.

Ce lo abbiamo sotto i piedi e lo maltrattiamo pure. Facendo così, il Suolo diventa sempre più fragile. Continuando a sottovalutarlo, il Suolo sarà incapace di sostenerci ulteriormente. La Scienza – in particolare le discipline scientifiche connesse al progresso dell'Agricoltura – mobilita continuamente il proprio arsenale di competenze per richiamare l'attenzione di tutti sulle conseguenze di un Suolo trascurato. Al grido degli Scienziati l'opinione pubblica si sta allertando e cresce la preoccupazione che non ve ne sia abbastanza per la produzione primaria perché si sta ritirando inesorabilmente da sotto i piedi. I terreni migliori (quelli più fertili in pianura) se ne vanno giorno dopo giorno e quelli che ci restano devono basta-

re, non solo a produrre (cibo, fibre, legno, foraggi e agro-energia), ma anche a mantenere le filiere agricole (che tanto contribuiscono al PIL dell'Italia) e gli ecosistemi (indispensabili al benessere dell'Uomo e della Natura).

Il Suolo è il punto di partenza e di arrivo delle ricerche del CREA e, in particolar modo, del CREA Agricoltura e Ambiente (CREA AA). Le nostre ricerche partono dal paradosso che dobbiamo raggiungere elevati standard (di produzione e qualità) da una superficie agraria che va non solo scarseggiando, ma anche peggiorando in qualità. Il nostro obiettivo è duplice: **1) intensificare in maniera sostenibile la produzione primaria; 2) restituire fertilità al Suolo.**

Questa sfida viene raccontata in questo numero dai ricercatori del CREA Agricoltura e Ambiente attraverso un puzzle ragionato delle attività in corso. Sistemando tutte le tessere apparirà l'immagine di un futuro desiderabile per la nostra Agricoltura, a patto che venga dato il giusto riconoscimento al Suolo e alla ricerca.

Il Suolo raccontato dai ricercatori CREA AA comincia dalle nuove tecniche cartografiche e pedologiche e poi viene descritto nelle sue caratteristiche fisiche e funzionali. Viene evidenziato il legame tra ambiente, cicli produttivi e tipi-



cià dei prodotti agricoli. Lo studio della microbiologia e l'alleanza con le forme viventi del Suolo indicano le nuove frontiere della fertilizzazione e aprono a prospettive certe di produzione sostenibile.

Dobbiamo essere grati a fratello Suolo per l'acqua che immagazzina, per la CO2 che sequestra, per i gas ad effetto serra che non emette se l'agricoltore possiede le conoscenze aggiornate.

Si parla tanto di sostenibilità. Al CREA si fa. Si studia presso le sedi del centro Agricoltura e Ambiente a Firenze, Bologna, Roma e Bari. Le ricerche sul Suolo e sulla sua gestione sostenibile ai fini agricoli si basano su indagini che si conducono a scale diverse: laboratorio, fitotrone (è un ambiente controllato dove si ricreano le condizioni bio-fisiche delle colture), serre, parcelle, aziende, territori. I dati osservati vengono poi generalizzati con l'ausilio dei modelli per approfondire le dinamiche che si instaurano nel tempo e nello spazio tra i sistemi di coltura e il Suolo. Il centro Agricoltura e Ambiente non solo utilizza modelli, ma li mette a punto. Vengono modellizzati i processi legati alla idrologia, fertilità, erosione, bilancio di CO2 e emissioni di gas clima-alteranti: è una altra attività fondamentale del Centro Agricoltura e Ambiente.

Gli studi forniscono gli indicatori per quantificare la salute e la funzionalità del Suolo agricolo e la sua capacità di produrre nel tempo: non solo pane, ma anche eco-servizi per la collettività. Dobbiamo essere grati a fratello Suolo per l'acqua che immagazzina (salvandoci dalle inondazioni), per la CO2 che sequestra (riducendo il riscaldamento globale), per i gas ad effetto serra che non emette se l'agricoltore possiede le conoscenze aggiornate. Il CREA gliele dà.

<https://www.creafuturo.eu/it/3593/>



Il suolo... sulla carta

Maria Fantappiè

Siamo sicuri di conoscere il paesaggio che ci circonda e che ci sembra sempre uguale?

Iniziamo insieme questo incredibile percorso attraverso la cartografia pedologica e scopriremo che quanto affermato da Leonardo Da Vinci: "conosciamo di più il movimento dei corpi celesti di quanto conosciamo il suolo sotto i nostri piedi" è ancora di grande attualità!

La **pedologia**, dal greco πῆδον (pedon = suolo) λογία (logia = scienza), è la scienza che studia il suolo e la sua formazione. La **cartografia pedologica** è una applicazione della pedologia finalizzata alla produzione di mappe dei suoli. Quando mi chiedono "che lavoro fai?", molti si stupiscono quando rispondo che studio il suolo e che, in particolare, svol-

go ricerche finalizzate alla produzione di carte dei suoli. Sembra strano che esista una disciplina scientifica finalizzata a questo. In effetti, proprio perché non è immediatamente visibile, la grande diversità di quello che abbiamo sotto ai nostri piedi non è comunemente apprezzata. In realtà, lo stesso **Leonardo Da Vinci** affermava: *conosciamo di più il movimento dei corpi ce-*

lesti di quanto conosciamo il suolo sotto i nostri piedi.

Eppure, ognuno di noi può apprezzare la varietà dei **paesaggi** che offre il nostro pianeta. I pedologi hanno il privilegio di poter studiare i suoli che sottendono quei paesaggi, la cui diversità è ancora maggiore dato che, in un medesimo paesaggio, si trovano numerosi suoli dalle caratteristiche completamente diverse, anche a distanza di pochi metri. La conoscenza approfondita della distribuzione spaziale dei suoli ha, inoltre, un fine applicativo molto importante, in quanto ne consente una gestione differenziata che si applica a diverse scale: dalla pianificazione territoriale all'agricoltura di precisione.

Prima di addentrarci nella tematica specifica della cartografia del suolo, è necessario dare una **definizione** dell'oggetto di studio: il **suolo** stesso. Ne riportiamo la definizione fornita dall'Enciclopedia Treccani, approvata in occasione della tavola rotonda organizzata dall'Istituto della Enciclopedia Italiana il 5 dicembre 2014 durante

la Giornata Internazionale del Suolo: “Il suolo è lo strato superiore della crosta terrestre costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi. Rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua e ospita gran parte della biosfera. Visti i tempi estremamente lunghi di formazione del suolo*, si può ritenere che esso sia una risorsa sostanzialmente non rinnovabile. Il suolo ci fornisce cibo, biomassa e materie prime; funge da piattaforma per lo svolgimento delle attività umane; è un elemento del paesaggio e del patrimonio culturale e svolge un ruolo fondamentale come habitat e pool genico. Nel suolo vengono immagazzinate, filtrate e trasformate molte sostanze, tra le quali l'acqua, i nutrienti e il carbonio. Per l'importanza che rivestono sotto il profilo biologico, socio-economico e ambientale, tutte queste funzioni devono pertanto essere tutelate.”

È noto a tutti che senza aria non si respira e che c'è vita sulla terra perché la nostra atmosfera è respirabile per gli organismi viventi che attualmente ci vivono. È altrettanto noto a tutti che la vita si è formata nell'acqua e senza acqua non ci sarebbe vita. Non molti sanno, invece, che c'è vita sulla terra anche perché ci sono i suoli e che **senza suoli la terra sarebbe una distesa inospitale di rocce senza vita**. La vita sulla terra, così come la conosciamo, si è potuta sviluppare, anche grazie al formarsi, nel corso dei millenni, di quella grande varietà dei suoli che adesso la caratterizzano e che si sono formati proprio a partire da rocce senza vita.

Gli albori della cartografia pedologica e i fattori della pedogenesi

Alla base della scienza per la cartografia pedologica c'è la definizione dei cosiddetti **fattori della pedogenesi**, cioè di quei fattori ambientali che ne determinano la formazione e che sono stati formalizzati da Jenny nel 1941. La pedogenesi (da pedon = suolo, genesi = formazione) è il processo di formazione del suolo a partire dalla roccia. In realtà, i pedologi non usano il termine roccia, ma usano il termine **materia-**

le genitore (p = parent material) per indicare il materiale da cui si è formato il suolo in quanto i suoli si possono formare anche da materiali non rocciosi. Il materiale genitore è il primo fattore della pedogenesi; il suolo, si genera per azione del **clima (c)** che costituisce il secondo fattore della pedogenesi. In sostanza, è l'acqua delle precipitazioni (pioggia, neve) che agisce sulle rocce disaggregandole e, penetrando in esse, innesca processi di alterazione delle rocce che sono di tipo fisico, chimico e biochimico. Disgregandosi le rocce raccolgono acqua e aria e così, l'originale ambiente, inospitale alla vita, può accogliere al contrario una grande varietà di **organismi viventi (o)** che costituiscono il terzo fattore della pedogenesi. Essi, infatti, agiscono sia in senso fisico – si pensi alle gallerie scavate dai lombrichi – che in senso chimico, in quanto sono gli agenti delle alterazioni biochimiche del suolo.

La vita sulla terra, così come la conosciamo, si è potuta sviluppare, anche grazie al formarsi, nel corso dei millenni, di quella grande varietà dei suoli che adesso la caratterizzano e che si sono formati proprio a partire da rocce senza vita.

Fra gli organismi viventi è incluso l'uomo stesso che, con le sue pratiche di gestione del suolo, costituisce uno degli organismi viventi ad impatto sul suolo, probabilmente il più impattante nei suoli a gestione agricola. Il seguente fattore della pedogenesi è la forma rilievo (**r**), o **morfologia** del paesaggio, che determina come il clima agisce sul materiale genitore. Le piogge, in combinazione con la morfologia, producono una azione fisica, rimodellando il paesaggio, per cui i suoli, nelle parti basse dei versanti, sono generalmente più profondi rispetto a quelli delle parti alte. In realtà, la questione è più complicata, in quanto ogni formazione rocciosa determina diverse forme del paesaggio, per cui esiste una scienza specifica che le studia e che si chiama **geomorfologia**. L'ultimo fattore della pedogenesi identificato da

Jenny è il **tempo (a = age, età)**, inteso come durata temporale. I processi pedogenetici, infatti, hanno agito per periodi temporali diversi, per cui il fattore tempo complica ulteriormente le combinazioni possibili. Infatti, i fattori della pedogenesi non agiscono singolarmente ma, interagendo fra di loro, generano l'enorme varietà di suoli presenti sulla terra.

Jenny espresse la formazione del suolo tramite la famosa equazione di Jenny così espressa:

$$S = f(c, o, r, p, a)$$

dove il suolo (S) è funzione (cioè è il risultato) dell'azione dei fattori della pedogenesi.

Per studiare il suolo i **pedologi** scavano e descrivono quelli che vengono chiamati i **profili di suolo**. In sostanza, si scavano delle buche che arrivano fino al materiale genitore, tanto grandi da poter permettere di essere visualizzati da chi lo descrive. Dalla superficie del suolo, fino al materiale genitore, i pedologi riconoscono degli strati, chiamati **orizzonti pedologici**, di diversa natura e caratteristiche. Gli orizzonti vengono descritti e campionati, cioè si prelevano dei campioni di suolo da portare ad analizzare nei laboratori di chimica, fisica e biologia del suolo. Dalla descrizione degli orizzonti pedologici data in campagna, insieme ai risultati analitici, i pedologi caratterizzano i suoli e possono dare loro un “nome” e un “cognome”. Così come esistono classificazioni per le piante e gli animali, esistono anche **classificazioni dei suoli**. Le classificazioni dei suoli definiscono “indivisi suoli” ben distinti, che si originano a seguito delle specifiche combinazioni dei fattori della pedogenesi che li hanno generati. **La pedologia studia i processi pedogenetici e la cartografia pedologica studia come essi si generano all'interno del paesaggio**, così da poter ricostruire la distribuzione dei tipi di suolo a partire da profili realizzati in aree campione. I profili pedologici, infatti, sono costosi e alterano il suolo stesso, per cui la loro realizzazione va ridotta al minimo indispensabile.

*In media 1 cm di profondità di suoli ha bisogno da 100 a 1000 anni per formarsi

La cartografia pedologica con tecniche digitali (*digital soil mapping*)

Il pedologo esperto “leggendo il paesaggio” e conoscendone clima e geologia, descrive a grandi linee i tipi di suolo che lo compongono nelle diverse parti. Questo tipo di conoscenza è sicuramente importante, ma non ha una base matematica. Gli studiosi non sono ancora riusciti ad elaborare modelli matematici per ognuno dei numerosi processi pedogenetici che agisce sulla formazione dei suoli. Tuttavia, negli ultimi decenni, anche grazie alle sempre crescenti potenze di calcolo dei computer, la ricerca scientifica ha investigato tecniche per mezzo delle quali dare una base matematica alla equazione di Jenny. L'equazione di Jenny si è evoluta nel **modello SCORPAN** (McBratney et al., 2003) che è alla base della così detta cartografia digitale dei suoli, **digital soil mapping**. I fattori pedogenetici di Jenny permangono nel modello SCORPAN, che aggiunge due componenti da utilizzare nei modelli matematici: le conoscenze pregresse sulla distribuzione dei suoli nel paesaggio (**s** = suolo) e la posizione geografica, cioè le coordinate, dei rilevamenti effettuati in campo (**n** = posi-

zione spaziale). Oltre all'introduzione di queste due componenti, la novità principale nel modello SCORPAN è la ricerca di **modelli statistici e geostatistici** per esprimere la funzione (**f**), non più per mezzo della conoscenza del pedologo, ma tramite modelli espressi con formule matematiche e, dunque, riproducibili. I modelli statistici esprimono in forma matematica la relazione fra la variabile predetta **S** (suolo) e le variabili ausiliarie (**s, c, o, r, p**) e possono introdurre anche la componente temporale (**a**). Nei modelli geostatistici si elaborano modelli di variazione dei suoli e delle loro caratteristiche nello spazio (**n**). Oltre all'introduzione di queste due componenti (**s** e **n**), la novità principale nel modello SCORPAN è la ricerca di **modelli statistici e geostatistici** per esprime-

L'ulteriore vantaggio delle tecniche di digital soil mapping è la loro riproducibilità, in quanto le formule matematiche (f) individuate dalle ricerche scientifiche vengono trasformate in codici informatici.

re la funzione (**f**) tramite formule matematiche riproducibili. I modelli statistici esprimono in forma matematica la relazione fra la variabile **S** (suolo) predetta e le variabili ausiliarie (**s, c, o, r, p**) predittori. Nei modelli statistici è possibile introdurre anche la componente temporale (**a**). I **modelli geostatistici** esprimono con formule matematiche la variazione dei suoli e delle loro caratteristiche nello spazio (**n**). Tutte le componenti del modello SCORPAN, infine, sono caratterizzate da **coordinate geografiche**. In sostanza, ogni componente viene inserita in un calcolo matematico svolto dai computers, in forma cartografica. Vengono, dunque, raccolte: carte climatiche, carte geologiche, carte di uso del suolo, carte geomorfologiche, ecc. In un sistema digitale di questo tipo si possono usare, e vengono usate come variabili ausiliarie anche immagini ricavate da satellite (*remote sensing*) o da strumenti di indagine prossimale (*proximal sensing*), cioè strumenti che per così dire “fotografano” o “scansionano” da vicino il suolo e/o la sua copertura. L'ulteriore vantaggio delle tecniche di **digital soil mapping** è la loro riproducibilità, in quanto le formule matematiche (**f**) individuate dalle ricerche scientifiche vengono trasformate in codici informatici.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3623/>





Il suolo... quant'è profondo.

Intervista a Rosario Napoli sul progetto EJP SOIL

Micaela Conterio. Ufficio stampa CREA

Rosario Napoli. Ricercatore CREA Agricoltura e Ambiente

Sicurezza alimentare e idrica, produzione agricola sostenibile, contrasto ai cambiamenti climatici, servizi ecosistemici, conservazione della biodiversità e salute e benessere umano: oggi più che mai è finalmente riconosciuto il giusto ruolo di una risorsa essenziale, da cui dipende oltre il 95% della produzione di cibo e, conseguentemente, la vita dell'uomo. Il suolo: un bene fragile e soprattutto non rinnovabile, perché per formare solo 1 cm di suolo fertile sono necessari, infatti, dai 100 ai 1000 anni. Ne parliamo con Rosario Napoli, ricercatore del CREA Agricoltura e Ambiente e responsabile per il CREA del progetto EJP SOIL.

1. Perché un progetto sul suolo? E che cos'ha di particolare?

Il Programma "Towards climate-smart sustainable soil management – EJP-SOIL" è un Programma Congiunto Europeo (European Joint Program) che è stato lanciato nel 2020 e vede la partecipazione di partner provenienti da tutti i Paesi Europei con 26 Beneficiari e 20 Terze Parti connesse, con una dimensione temporale di 5 anni. È il programma di interazione scientifica, con focus sulla gestione sostenibile del suolo, più importante e grande che sia mai stato realizzato all'interno dello spazio di ricerca europeo. Ha infatti una dimensione economica importante



di 80 Milioni di euro, di cui 40 finanziati e 40 co-finanziati da tutti i partecipanti. Il Programma fa capo ai Ministeri/Enti di riferimento Nazionali e al MIPAAF per l'Italia, identificati come Referenti del Programma (Program Owners). Di conseguenza la partecipazione tecnico-scientifica è stata affidata per ogni paese europeo ad un "Ente Attuatore" (Program Manager); nel caso dell'Italia è stato identificato nel CREA, in quanto Ente di riferimento per gli studi sul suolo e sulla gestione agro-forestale sostenibile.

Il CREA ha attivato un Gruppo di lavoro articolato in tre Unità Operative, con i Centri Agricoltura e Ambiente (Coordinatore generale e studi tematici su suolo), Politiche e Bioeconomia (trasferimento per Politiche Nazionali e Locali, Comunicazione e Disseminazione) e Viticoltura ed Enologia (per alcuni Aspet-

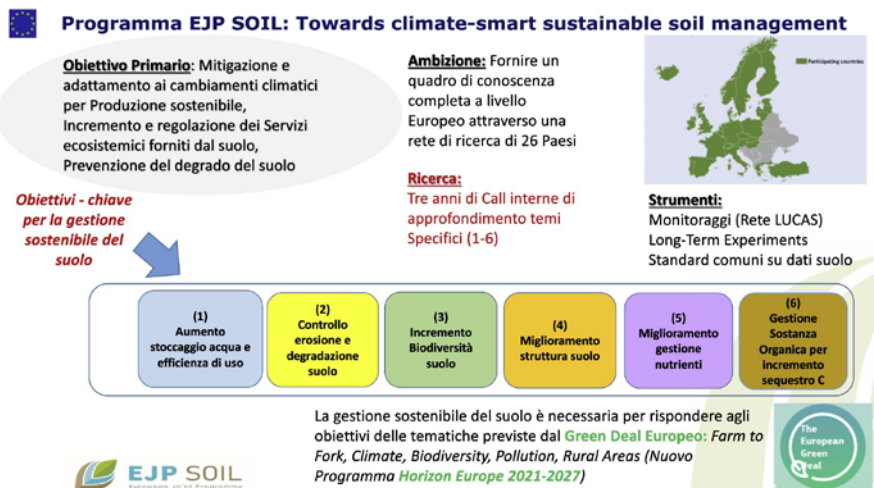
ti tematici legati a quella filiera). Terze parti annesse sono anche CNR, ISPRA, ENEA, il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali dell'Università di Palermo, ERSAF Lombardia ed AGRIS Sardegna. Un gruppo di lavoro di 125 Persone, tra Ricercatori, Tecnologi e Tecnici.

2. In cosa consiste?

Il Programma consiste in una serie di azioni mirate a fornire un quadro di conoscenza completa sul suolo a livello Europeo, attraverso una rete di Enti di ricerca ed Università, con attività di tipo operativo, quali:

- **rafforzare l'allineamento della comunità scientifica, l'attuazione/applicazione dei risultati della ricerca sul suolo e l'individuazione dei principali buchi di conoscenza (Knowledge gaps) da approfondire, la formazione e lo sviluppo delle capacità di trasferimento di risultati agli utenti finali;**
- **attivare ricadute istituzionali, con coinvolgimento di gestori delle politiche agricole (policy makers) dei vari paesi, sia di privati, quali associazioni di categoria in settore agricolo e aziende;**
- **creare un Sistema armonizzato di informazione sul suolo (Sistema Informativo del suolo uguale per tutti i Paesi) ;**
- **migliorare i metodi di mappatura e acquisizione dati e indicatori tematici sul suolo (carbonio, degrado del suolo, biodiversità) nonché le reti di monitoraggio esistenti (es. Rete Europea Lucas) delle qualità e funzioni ecosistemiche e relativi servizi del suolo.**

Nell'ambito della ricerca scientifica, il programma prevede il lancio di tre anni di progetti di Ricerca attraverso Call Interne ed Esterne, con cui approfondire dei temi ritenuti rilevanti in ambito delle nuove conoscenze sulle opzioni di gestione del suolo sostenibile in funzione del cambiamento climatico. I risultati di questi approfondimenti potranno quindi fornire nuove ed aggiornate basi scientifiche per le politiche di settore.



3. Quali obiettivi si prefigge?

Gli obiettivi di EJP-SOIL sono molteplici e molto ambiziosi. Attraverso sia le attività di allineamento e standardizzazione operative, sia di approfondimento della ricerca, ci si prefigge di raggiungere lo scopo di individuare la gestione agro-forestale sostenibile dei suoli europei, in particolare con azioni di Mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici per Produzione sostenibile, Incremento e regolazione dei Servizi ecosistemici forniti dal suolo e Prevenzione del degrado del suolo.

4. E con quali ricadute per l'agricoltura, per l'ambiente?

Le ricadute previste sono molteplici, sia a breve che a medio-lungo termine. Dagli studi scientifici e con utilizzo banche dati armonizzate in tutta Europa sarà possibile indirizzare i gestori delle politiche agricole a introdurre nelle legi-

slazioni sia agricole che ambientali le azioni di mitigazione ed adattamento ai futuri scenari climatici, attraverso nuovi incentivi e/o obblighi per una gestione e produzione sostenibile per il prossimo futuro. Tutto ciò adottando metodi "conservativi e/o agro-ecologici", con strategie di gestione che preservino sia la risorsa suolo che l'acqua, incrementando le qualità del suolo e i servizi ecosistemici che può fornire.

5. E per gli stakeholders?

Portatori di interesse (stakeholders) di EJP-SOIL potranno usufruire dei risultati prodotti nei cinque anni di Programma. Intanto, una rete nazionale di riferimento denominata NATIONAL SOIL-HUB, composta da esperti del mondo accademico di ricerca, dei Servizi del Suolo Regionali, delle Associazioni di Categoria in Agricoltura, Enti Certificatori, Aziende Agricole rappresentative dei territori partecipa ed è coinvolta direttamente nel Programma, indicando quali sono i particolari temi relativi alla gestione del suolo di



interesse locale e quali necessitano di approfondimento e/o soluzioni migliorative. Questa rete di stakeholders interna dovrà funzionare come “cinghia di trasmissione” per divulgare e rendere attuabili nelle varie realtà agricole nazionali certe modalità di gestione sostenibile.

Un particolare settore di attività è stato riservato all'individuazione di Aziende Agricole con attività sperimentale di lungo termine (Long Term Experiments) in ogni paese partecipante, dove potere accogliere gli Agricoltori per assistere ad attività dimostrative sugli effetti positivi della gestione sostenibile del suolo nei vari casi-studio.

6. Cosa si intende per qualità del suolo? Esiste un metodo o degli indicatori di valutazione? EJP SOIL prevede azioni in questa direzione?

E' necessario innanzitutto spiegare che si parla sempre al plurale di “qualità del suolo”, nel senso che le varie caratteristiche funzionali di un suolo, che sia agrario o forestale, vengono riconosciute e identificate e generalmente valutate appunto “in funzione” di una serie di specifici usi. Quindi, è possibile valutarle con degli indicatori semplici e/o complessi, a seconda che puntino al singolo carattere (es. contenuto in Carbonio Organico Totale, Azoto Totale, Permeabilità, Densità Apparente, Riserva Idrica Disponibile, etc.) oppure che valutino l'interazione tra di essi, con valutazioni più specifiche. Per esempio, la Capacità depurativa dei suoli (dove si considerano la percentuale di scheletro, la Capacità di Scambio Cationico e la Profondità utile per le radici delle piante), la suscettività all'erosione (considerando l'erodibilità climatica, la posizione topografica, la tessitura e il contenuto di carbonio organico del suolo) e molte altre qualità che vengono per questo chiamate qualità derivate. Gli indicatori possono esprimersi con classi di giudizio qualitative o – dove ci sono misure affidabili sia di laboratorio che di campagna – con valori quantitativi.

Nel Programma EJP-SOIL sono previste una serie di attività di confronto di

tutte le metodologie di valutazione e relativi indicatori esistenti utilizzati nei vari paesi europei, per arrivare a proporre degli standard comuni e identificare i metodi più efficaci per stimare le qualità del suolo. Su questi temi sono in corso una serie di call interne già avviate (vedi vari box sottoprogetti) o in avvio nei prossimi anni.

7. Un suolo degradato e la perdita di suolo comportano la riduzione sia di produzione agricola, della fertilità e della capacità di produrre cibo, sia della capacità di immagazzinare carbonio, rilasciato nell'atmosfera sotto forma di CO2, contribuendo ad amplificare minacce globali come il cambiamento climatico. Cosa si prefigge EJP SOIL?

E sistono già nel Programma EJP-SOIL delle attività di approfondimento scientifico che intendono dare risposta a queste minacce alle qualità del suolo, attraverso i progetti specifici già lanciati sulle strategie gestionali più efficaci nello stoccaggio di carbonio, riducendo le emissioni di gas serra indotte da usi agricoli quali Anidride Carbonica, Protossido d'azoto e Metano (SOMMIT), l'identificazione e mappatura delle potenziali-

Gli obiettivi di EJP-SOIL sono molteplici e molto ambiziosi. Ci si prefigge di raggiungere lo scopo di individuare la gestione agro-forestale sostenibile dei suoli europei

tà realistiche di sequestro di carbonio nel suolo in dipendenza dei vari climi e tipi di utilizzo (CARBOSEQ) e ai fenomeni di perdita di suolo e trasporto dei sedimenti a causa di erosione in aree agricole (SCALE). Tutti questi progetti saranno oggetto di casi-studio, rappresentativi di tutte le principali realtà pedoclimatiche europee, in modo da fornire risposte applicabili in ogni Nazione e contesto locale.

<https://www.creafuturo.eu/it/3983/>

Progetto “Sustainable Management of soil Organic Matter to Mitigate Trade-offs between C sequestration and nitrous oxide, methane and nitrate losses – SOMMIT”

Il progetto SOMMIT parte da una visione integrata del sistema complesso suolo-pianta-atmosfera per valutare l'impatto delle strategie gestionali dei sistemi agricoli europei sul potenziale di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Sappiamo che l'aggiunta di composti organici migliora la qualità del suolo, la sua fertilità e la capacità di stoccaggio del Carbonio nel lungo termine, sottraendo CO2 dall'atmosfera. Allo stesso tempo, gli apporti di sostanza organica possono aumentare le emissioni di gas ad effetto serra, in particolare di protossido di azoto, che è un gas particolarmente potente in termini di potenziale di riscaldamento globale.

Con il progetto SOMMIT intendiamo valutare le strategie gestionali adottate in Europa per identificare quelle più efficaci nello stoccaggio di carbonio, senza però indurre un aumento di gas ad effetto serra, o riducendo le emissioni. Per fare questo il progetto ha adottato un approccio partecipativo, includendo le necessità e le aspettative degli agricoltori nelle diverse fasi del progetto, per fornire linee guida di utilizzo pratico sull'impiego delle tecniche gestionali più efficaci nel ridurre l'impatto sul clima.

Link a sito EJP-SOIL:

<https://ejpsoil.eu/soil-research/ommit/>

A cura di Alessandra Lagomarsino (ricercatrice CREA-Agricoltura e Ambiente)

Coordinatore e Responsabile CREA

Il progetto i-SOMPE

Ha lo scopo di documentare le pratiche agricole innovative utilizzate nei diversi Stati, il progetto SIREN raccoglie informazioni riguardo gli indicatori che valutano la qualità dei suoli ed i servizi ecosistemici, mentre il progetto CLIMA-SOMA studia le strategie di ricerca che collegano la gestione agricola, la qualità del suolo e l'adattamento climatico. Tutti e tre i progetti utilizzano un approccio di raccolta dati, che spazia dalla **letteratura scientifica, tecnica, normativa all'identificazione delle lacune** di conoscenze a livello europeo, per migliorare i servizi ecosistemici e aumentare la sostenibilità dei sistemi agricoli contro la degradazione dei suoli, nell'ambito dei cambiamenti climatici.

Ricadute: Saranno fornite informazioni tecniche-scientifiche, mappe tematiche, linee guida specifiche per guidare ed aiutare i responsabili politici in una gestione sostenibile del territorio, finalizzata a mitigare i cambiamenti climatici.

Link a sito EJP-SOIL:

<https://ejpsoil.eu/soil-research/i-sompe/>

<https://ejpsoil.eu/soil-research/climasoma/>

<https://ejpsoil.eu/soil-research/siren/>

A cura di Claudia Di Bene (ricercatrice CREA Agricoltura e Ambiente)
Responsabile CREA "Innovative Soil Management Practices across Europe – I-SOMPE" e "CLIMAtE change adaptation through SOil and crop MANagement: synthesis and ways forward – CLIMASOMA";
e di Silvia Vanino (ricercatrice CREA-Agricoltura e Ambiente)
Responsabile CREA "Stocktaking for Agricultural Soil Quality and Ecosystem Services Indicators and their Reference Values – SIREN"

Progetto "Soil organic carbon sequestration potential of agricultural soils in Europe – CARBOSEQ"

I suoli svolgono un ruolo importante nel ciclo globale del carbonio (C), con uno stock di C tre volte superiore a quello della biomassa della vegetazione e il doppio dello stock di C nell'atmosfera. Infatti, hanno ancora una grande capacità di "sequestrare" la CO₂ atmosferica sotto forma di composti organici nel suolo. Anche piccoli aumenti nella quantità di C nel suolo possono avere impatti significativi sulla riduzione di CO₂ atmosferica e sui cambiamenti climatici. Tuttavia, i suoli in Europa sono molto vari e hanno capacità diverse di sequestrare il C.

E non è del tutto chiaro quali siano i potenziali realistici e i limiti di sequestrare altro C aggiuntivo nel suolo, per mitigare il cambiamento climatico.

Quindi l'obiettivo del CarboSeq è di passare dal potenziale fisico-chimico teorico di accumulo del C ad una quantificazione della capacità dei diversi suoli agricoli europei, utilizzando metodologie condivise e armonizzate. In questo modo, per ciascun Stato Membro e per ciascun suolo, al suo interno, si potrà stimare il suo potenziale di sequestro, tenuto conto anche delle condizioni socioeconomiche e tecnologie o pratiche già dimostrate o stabilite nella pratica.

Link a sito EJP-SOIL:

<https://ejpsoil.eu/soil-research/carboseq/>

A cura di Roberta Farina
(ricercatrice CREA-Agricoltura e Ambiente), Responsabile CREA

Progetto "Stimulating Novel Technologies from Earth Remote Observation to Predict European Soil carbon – STEROPES"

Il progetto STEROPES propone l'uso di serie temporali satellitari, per testare il loro potenziale nella stima del contenuto di carbonio organico del suolo, in varie condizioni pedoclimatiche ed in diversi agroecosistemi in Europa. E' incentrato sullo sviluppo, la calibrazione e validazione di modelli per la previsione del carbonio organico del suolo (SOC) da dati spettrali su scala regionale e locale. I modelli saranno basati principalmente sui dati Sentinel-2, utilizzando in aggiunta anche quelli satellitari ricostruiti e simulati (ad esempio En-Map, PRISMA). Saranno messi a punto, inoltre, a partire da spettri di laboratorio, modelli, le cui efficienza e accuratezza verranno confrontate con quelli derivati da dati satellitari. Un secondo asse del progetto sarà dedicato all'analisi, a livello sia regionale che spaziale di azienda agricola, dell'influenza di diversi potenziali fattori di disturbo o di influenza sulle prestazioni di previsione del SOC, quali: umidità e tessitura del suolo, i residui colturali in superficie e infine la salinità. Tali fattori di disturbo saranno caratterizzati, attraverso misure di campo, indici spettrali o mappe di umidità del suolo derivate da dati Sentinel-1.

Link a sito EJP-SOIL:

<https://ejpsoil.eu/soil-research/steropes/>

A cura di Pasquale Nino (ricercatore CREA-Politiche e Bioeconomia)
Coordinatore e Responsabile CREA

Progetto SCALE

È costituito da un consorzio di 13 istituti di ricerca di 9 paesi dell'UE, che mira a migliorare la gestione della connettività dei sedimenti trasportati dall'erosione superficiale in diversi paesaggi agricoli.

Comprende:

- l'attuale stato dell'arte dei principi di connettività nella modellizzazione
- l'armonizzazione dei set di dati, l'armonizzazione dei metodi di up e downscaling la valutazione delle misure e della connettività in loco e fuori sito sviluppo di quadri con misure di mitigazione e migliori pratiche di gestione per le parti interessate e la comunicazione dell'output del progetto.

SCALE migliorerà in modo significativo l'armonizzazione dei set di dati, l'osservazione e le tecniche di modellazione nella ricerca sulla connettività e colmerà il divario tra le diverse scale spaziali e amministrative.

L'obiettivo è quello di fornire dei metodi/modelli per prevedere l'erosione-trasporto e la deposizione del suolo all'interno delle varie aree agricole e anche le metodologie di gestione a scala aziendale che possono mitigare l'erosione del suolo.

Link a sito EJP-SOIL:

<https://ejpsoil.eu/soil-research/scale/>

A cura di Rosario Napoli (ricercatore CREA-AA)
Coordinatore e Responsabile CREA



Il suolo... come è fatto

Nadia Vignozzi, Ricercatore CREA Centro Ricerca Agricoltura e Ambiente

Cosa si intende per struttura del suolo? In che modo questa ne influenza le funzioni? Può incidere ad esempio sulla regolazione dei flussi idrici: un suolo degradato riduce l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, causando ad esempio fenomeni di ristagno idrico o di deflusso superficiale e conseguente erosione oppure smottamenti e frane superficiali. Fondamentale quindi è l'adozione di tecniche di gestione del suolo che, proteggendo e/o migliorando la struttura del suolo, siano in grado di garantire una buona regolazione dei flussi idrici.

Come è questo suolo? La risposta più frequente a questa domanda, anche da parte di chi il suolo lo coltiva e, quindi, dovrebbe conoscerlo meglio, è di solito estremamente sintetica: è argilloso, pesante, piuttosto che sabbioso, sciolto oppure "di medio impasto".

Bene, niente da dire, queste risposte fanno già capire quale potrebbe essere il comportamento di quel suolo. Ma... non basta.

Dal punto di vista fisico, il suolo è un sistema eterogeneo e complesso costituito da una fase solida (distinta in componente minerale o inorganica e componente organica), una fase liquida (acqua o, più correttamente, soluzione circolante) e una fase gassosa (aria). La sabbia e l'argilla, insieme al limo, sono le particelle minerali elementari che costituiscono il suolo e il rapporto quantitativo tra loro ne determina la "tessitura". La conoscenza di questa proprietà

non è però sufficiente a descrivere un suolo in maniera adeguata. Sarebbe come cercare di descrivere la propria abitazione elencando il tipo e la quantità di materiali con cui è stata costruita (mattoni, legno, paglia ecc.). Anche i bambini sanno che una casa di mattoni è più resistente di una di paglia, ma in quanti modi differenti può essere utilizzato lo stesso materiale? e quanto gli ambienti creati possono differire fra loro e ad avere una diversa funzionalità? Lo stesso vale per il suolo.

La forma, la dimensione e l'arrangiamento spaziale delle singole particelle, degli aggregati (insieme di particelle elementari) che costituiscono il suolo – e della diversa quantità e tipo di pori che ne consegue – determina quella che si definisce **"struttura"** del suolo.

Tessitura e struttura concorrono a determinare il comportamento del suolo. Tuttavia, mentre la tessitura non subisce grandi variazioni, la struttura è una proprietà dinamica, può cioè mutare nel tempo per effetto di fattori esterni (variazioni di temperatura e umidità, tipo di vegetazione, sistemi di gestione del suolo).

Due terreni con la stessa tessitura possono comportarsi in modo molto diverso, a seconda della loro struttura. Un

terreno argilloso con una buona struttura, ad esempio, può essere facilmente attraversato da aria, acqua e radici; al contrario, se la struttura è deteriorata, può risultare quasi impenetrabile. (Fig. 1)

La quantificazione e la caratterizzazione della porosità in termini di forma, distribuzione dimensionale, orientamento e connettività degli spazi vani possono fornire numerose indicazioni sulla qualità della struttura. A simili valori di porosità totale, ma diversa organizzazione strutturale, corrisponde una diversa capacità del suolo di svolgere le varie funzioni ecologiche (Fig.2).

Fra le **funzioni del suolo** maggiormente influenzate dalla struttura c'è sicuramente quella di regolazione dei flussi idrici. In un suolo con una buona qualità della struttura, stabile nel tempo, con una porosità omogeneamente distribuita lungo il profilo, l'acqua può muoversi liberamente attraverso i macropori ed essere in parte trattenuta nei micropori. Aspetti di degradazione della struttura, quali l'incrostamento e/o il compattamento superficiale, riducono l'infiltrazione dell'acqua nel suolo; pertanto, in occasione di eventi piovosi intensi, sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici in atto, potranno verificarsi fenomeni di ristagno idrico o di deflusso superficiale e conseguente erosione.

Anche la presenza di strati compatti lungo il profilo (es., suola di lavorazione), ostacolando la percolazione dell'acqua (penetrazione dell'acqua nel terreno verso il basso, all'interno del profilo del suolo) negli strati più profondi del suolo, oltre a ridurre la capacità di accumulo può costituire, in condizioni di pendio in discesa, un piano di scivolamento ed essere causa di smottamenti e frane superficiali.

Le proiezioni future indicano che da qui al 2050 l'erosione del suolo in certe zone d'Europa è destinata ad aumentare del 13-22% a causa dell'aumento dell'aggressività delle piogge. Occorre quindi adottare al più presto strategie di mitigazione capaci di ridurre questi effetti. La mitigazione deve essere adattata al rischio e all'impatto dell'erosione in base alle condizioni climatiche e geografiche locali, nonché ai sistemi di produzione agricola. A livello di singolo versante, una strategia sicuramente efficace è quella che prevede l'adozione di tecniche di gestione del suolo che, proteggendo e/o migliorando la struttura del suolo, siano in grado di garantire

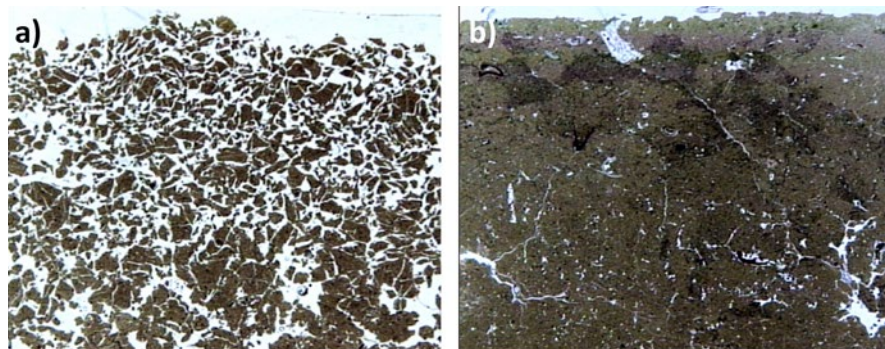


Figura 1 - Macrofotografie di sezioni sottili di suolo ottenute da campioni indisturbati prelevati in due terreni con la stessa tessitura (argillosa), ma differente struttura: a) suolo con una buona struttura; b) suolo con struttura deteriorata dal compattamento

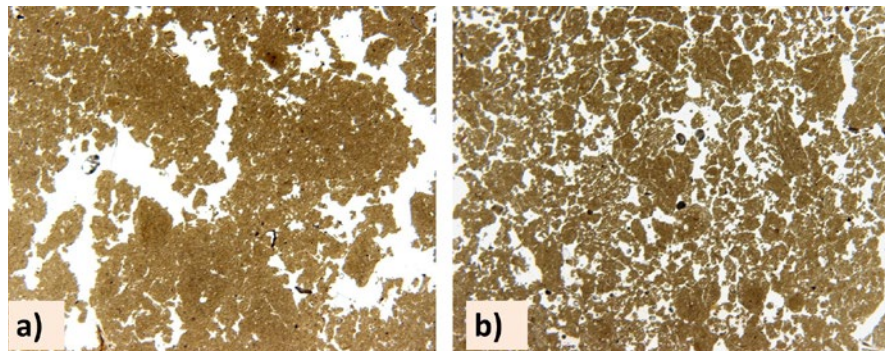


Figura 2 - Macrofotografie di sezioni sottili di suolo ottenute da campioni indisturbati prelevati in due terreni con simile porosità totale, ma differente organizzazione strutturale: a) presenza di pori di grandi dimensioni fra gli aggregati; b) porosità omogeneamente distribuita intra e inter-aggregati

una buona regolazione dei flussi idrici. Il CREA è impegnato a fornire indicazioni ad agricoltori, consulenti e organismi regolatori per individuare le strategie di mitigazione più appropriate. Nell'ambito del Gruppo Operativo PROSIT finanziato dal PSR Regione Toscana 2014-2020 e del progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto Viticoltura (SUvisa) finanziato dal MiPaaf, è prevista la realizzazione di alcuni sistemi di supporto alle decisioni (DSS) in grado di fornire indicazioni sulla gestione agronomica dei vigneti, con particolare attenzione alla sostenibilità ambientale delle produzioni. Il rischio di erosione è uno degli aspetti presi in considerazione per ciò che riguarda la gestione del suolo, sia in fase di prelievi che di post-impianto. Anche il progetto SCALE (Managing Sediment Connectivity in Agricultural Landscapes for reducing water Erosion impacts), finanziato dall'Unione Europea attraverso il programma EJPSOIL e in cui il CREA è coinvolto, prevede la realizzazione di linee guida per i) migliorare la definizione del rischio e dell'impatto dell'erosione e ii) elaborare strategie sito-specifiche di mitigazione efficaci ed economicamente sostenibili.

Le funzioni del suolo sono complesse

e correlate e la sua struttura, regolando una specifica funzione, ne influenza anche altre. Ad esempio, condizioni strutturali che favoriscono la regolazione dei flussi idrici e gassosi incidono anche sullo sviluppo degli organismi viventi (piante, macro- e micro-organismi), agendo così sulla funzione produttiva (produzione di biomassa) e su quella naturalistica (Habitat biologico e riserva genetica).

E, proprio le relazioni fra ambiente fisico e componente biologica del suolo sono di sempre maggiore interesse scientifico. La struttura condiziona infatti il tipo di organismi presenti nel suolo e la loro attività, attraverso la creazione di un ambiente fisico più o meno adatto ad ospitarli e tramite la regolazione dell'accesso alle risorse nutritive. Gli organismi a loro volta trasformando i composti organici e mescolandoli con la componente minerale contribuiscono alla formazione e alla stabilizzazione della struttura. Lo studio di queste relazioni è parte integrante delle attività del progetto europeo H2020 Excalibur (Exploiting the multifunctional potential of belowground biodiversity in horticultural farming).

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3601/>



Il suolo... è inquinato e inquina

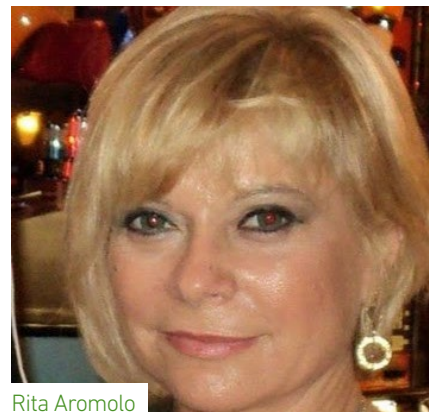
Manuela Cicerchia, Tecnologo presso l'Ufficio Stampa

Intervista a Rita Aromolo, primo tecnologo del CREA Agricoltura e Ambiente a cura di Manuela Cicerchia

Quando si parla di inquinamento ambientale non bisogna dimenticare che si parla anche di inquinamento del suolo, una risorsa preziosa ma non eterna. Scopriamo insieme perché anche il suolo può inquinarsi, le conseguenze che questo fenomeno può portare e qual è l'obiettivo che il CREA Agricoltura e Ambiente si è posto con le sue ricerche. L'inquinamento del suolo è un fenomeno che è andato aumentando negli ultimi decenni, erodendo una risorsa preziosa e vitale. Cerchiamo di capire, insieme a Rita Aromolo, primo tecnologo del CREA Agricoltura e Ambiente in cosa consista questo fenomeno come lo si può contrastare.

Dott.ssa Aromolo, ci può spiegare cosa si intende con esattezza per inquinamento del suolo? In quale contesto, e con quali modalità, tale inquinamento può avvenire?

Il suolo è una risorsa naturale fondamentale, soggetta ad elevato rischio di degrado e, in quanto tale, deve essere salvaguardata e protetta.



Rita Aromolo

Il XX secolo è stato caratterizzato da un netto sviluppo economico e un aumento dei consumi che hanno portato benessere e ricchezze a buona parte del-

la popolazione occidentale. In realtà, se da una parte il tenore di vita è nettamente migliorato, dall'altro, problemi quali produzione di rifiuti, perdita della biodiversità, inquinamento prodotto dall'uso dei combustibili fossili hanno generato delle forti pressioni sull'ambiente. Lo sviluppo industriale, lo smaltimento dei rifiuti, l'impiego eccessivo di fertilizzanti, l'uso di acque irrigue di pessima qualità e tante altre fonti di inquinamento hanno determinato la di-

blema serio solo negli ultimi decenni. Per molto tempo, infatti, il degrado della risorsa suolo è stato ignorato in favore della capacità del suolo di trattenere le sostanze inquinanti temporaneamente, al contrario di quei comparti ambientali, come l'aria o le risorse idriche superficiali che, invece, reagiscono all'inquinamento antropico ripercuotendosi sull'ambiente con maggiore immediatezza.

possono impattare negativamente anche sulla salubrità degli alimenti, possono essere identificati ad esempio in metalli pesanti, eccesso di nutrienti ecc.

La presenza di metalli nel terreno, sia essa dovuta a cause endogene o esogene, può rappresentare un serio rischio per l'uomo in funzione del potenziale di trasferimento di questi nelle produzioni agricole e, di conseguenza, nella catena alimentare.



spersione e l'accumulo nell'ambiente, soprattutto nel suolo, di metalli pesanti e di altri contaminanti, determinando un serio problema per la vita delle piante e dell'uomo. Basti pensare che è dal suolo che i vegetali e le piante traggono le sostanze nutritive necessarie alla loro crescita e al loro sostentamento.

L'inquinamento del suolo è un fenomeno preso in considerazione come pro-

L'accumulo di sostanze potenzialmente tossiche nei suoli può derivare sia da cause naturali che antropiche. Naturali sono la presenza, ad esempio, di alte quantità di metalli pesanti in relazione al substrato roccioso su cui si è formato il suolo e alla sua origine geogenica; antropiche possono essere, invece, pratiche agricole intensive, attività civili e industriali, traffico veicolare, ecc. I principali inquinanti del suolo, che

I metalli pesanti hanno la caratteristica di non essere soggetti ad alcun processo di decomposizione e permangono, quindi, nel suolo fino a quando non vengono trasportati da qualche meccanismo chimico, fisico o biologico in un altro comparto ambientale. La presenza di metalli, se in concentrazione superiore a determinate soglie, perturba gli equilibri microbiologici del suolo, condizionandone negativamente la fertilità

e l'assorbimento radicale da parte dei vegetali. Essi si trovano normalmente come elementi in traccia nell'ambiente, in concentrazioni molto basse e in piccole concentrazioni, sono essenziali per la vita delle piante, degli animali e dell'uomo, ma superate certe soglie, possono rivelarsi tossici.

La crescita della popolazione e il degrado della risorsa suolo a livello mondiale renderanno – e rendono già ora – necessario impiegare estensioni sempre maggiori di terreno e utilizzarle per l'agricoltura anche suoli pesantemente influenzati dalle attività antropiche, che quindi potrebbero contenere concentrazioni elevate di contaminanti di varia natura, soprattutto in aree sviluppate e fortemente industrializzate. I contaminanti attraverso il sistema suolo pianta possono entrare nel ciclo alimentare ed essere accumulati negli organismi umani. Si rende necessario, dunque, valutare se e come la presenza di inquinanti nei terreni influenzi la qualità e la sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti, in modo da valutare eventuali effetti dell'inquinamento del suolo sulla salute umana, mediati dalle coltivazioni ad uso alimentare.

I metalli pesanti (e altri elementi in tracce potenzialmente tossici) possono avere effetti nocivi se accumulati in quantità eccessive all'interno dell'organismo. Una delle vie di esposizione principali a questo tipo di sostanze è l'assunzione attraverso gli alimenti; il loro ingresso nella catena alimentare avviene essenzialmente attraverso l'assimilazione da parte delle piante, che li assorbono dal suolo su cui crescono e, in misura minore, attraverso la deposizione fogliare.

L'inquinamento del suolo è un fenomeno preso in considerazione come problema serio solo negli ultimi decenni.

Per molto tempo, infatti, il degrado della risorsa suolo è stato ignorato in favore della capacità del suolo di trattenere le sostanze inquinanti tamponandone gli effetti evidenti entro poco tempo

Il CREA Agricoltura e Ambiente è il Centro di ricerca specializzato anche nello studio del suolo. Gli studi e le ricerche da lei portate avanti in cosa consistono e quali sono gli obiettivi che si prefiggono?

A tale proposito svolgo attività di ricerca nell'ambito dello studio e dell'analisi dei metalli pesanti nel suolo e nei vegetali, degli indicatori chimici della fertilità del suolo nella valutazione dell'impatto ambientale, dell'influenza delle pratiche colturali sulla qualità dei prodotti e sulle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli, dell'inquinamento atmosferico e della qualità ambientale.

Le ultime ricerche svolte sono finalizzate al monitoraggio delle deposizioni atmosferiche e del particolato, in relazione ai metalli pesanti, in una riserva naturale protetta, la Tenuta Presidenziale di Castelporziano, limitrofa all'area urbana di Roma. Partecipo come esperto del CREA, al Gruppo di Lavoro, istituito con decreto interministeriale, per la stesura di un modello scientifico di riferimento per la classificazione dei terreni relativi alla Terra dei Fuochi. L'obiettivo del modello è di pervenire all'individuazione di criteri per la valutazione dei terreni agricoli, finalizzati ad assicurare la salubrità e la qualità delle produzioni agroalimentari a tutela della salute umana.

Il modello detta i criteri per individuare, su base scientifica e non empirica, l'inquinamento del suolo ed il rischio per la salute umana, animale e dell'ambiente ed ha valenza generalizzata per cui potrà essere esportato ed applicato in altre realtà territoriali caratterizzate da fenomeni simili. Sono state svolte dal nostro Centro anche attività analitiche per la ricerca di metalli pesanti nei suoli posti sotto osservazione. Nell'ambito delle mie ricerche, inoltre, partecipo ad un progetto MiPAAF "Agroener" per la valorizzazione a scopi energetici di residui ligno-cellulosici provenienti da potature di verde urbano. Mi sono anche occupata di indagini sugli orti urbani, un fenomeno in crescente diffusione, nell'ottica di verificare l'in-

fluenza dell'impatto antropico dovuto al traffico veicolare e alle attività civili, sul suolo su cui si coltivano piante a scopo alimentare, cercando di porre l'attenzione sulla necessità di monitorare il suolo su cui vengono effettuate queste colture e sulla eventuale esigenza, se necessario, di scegliere colture in cui eventuali inquinanti vengano bloccati dalle radici e non traslocchino nella parte edibile. Altri studi condotti riguardano il Fitorisanamento: vengono piantati in siti inquinati, come ad esempio Porto Marghera, pioppi ed eucalipti che neutralizzano i metalli pesanti: li assorbono fissandoli nel legno del tronco e le radici impediscono agli agenti contaminanti di raggiungere la falda acquifera. Una tecnica senza l'uso di sostanze chimiche che innesca anche una sorta di economia circolare in quanto il legno può essere usato come biomassa per produrre energia.

Studiare l'inquinamento del suolo presuppone da parte del ricercatore la volontà di porre rimedio a tutta una serie di accadimenti, ambientali e salutari, infondendo anche una maggiore consapevolezza nella popolazione. Quali ricadute attese, quali aspettative potranno esserci secondo lei per il suolo, per l'agricoltura e per l'ambiente dalle ricerche portate avanti?

Uno degli scopi del mio lavoro è cercare con le mie ricerche di accrescere la consapevolezza dell'importanza della salvaguardia delle nostre risorse ambientali quali il suolo e far comprendere che la tutela della salute umana passa anche attraverso una attenta valutazione della qualità degli alimenti, la cui salubrità e le cui proprietà organolettiche sono determinate dall'ambiente in cui vengono prodotti.

<https://www.creafuturo.eu/it/3681/>





Il suolo... dà da bere

Pasquale Campi

L'uso razionale dell'acqua è strettamente connessa alla sostenibilità ambientale delle produzioni agricole. Gli stakeholders sono alla ricerca di tecniche irrigue in grado di ottimizzare le produzioni e di risparmiare la risorsa idrica. La risposta può risiedere nelle tecniche di irrigazione deficitaria o di agricoltura digitale, per facilitare il controllo e il monitoraggio degli impianti di irrigazione, migliorando l'efficienza e la precisione degli interventi.

L suolo è una risorsa limitata e non rinnovabile ed insieme all'acqua e all'aria è uno dei presupposti fondamentali per la vita. È un anello fondamentale del ciclo dell'acqua, in grado di contraddistinguere l'ecosistema Terra, agendo come un complesso "serbatoio" contenente l'acqua e gli elementi nutritivi utili all'alimentazione della vegetazione. La quantità di acqua nel "serbatoio suolo" viene gestita dal bilancio idrico, un'equazione, i cui termini sono le perdite (evaporazione, traspirazione, ruscellamento, drenaggio) e gli apporti idrici (pioggia, irrigazioni e risalita capillare).

Purtroppo, a causa dei cambiamenti climatici il "serbatoio" si sta svuotando in molte aree agricole, per cui interventi agronomici mirati potrebbero tesaurizzare l'acqua nel terreno attraverso la regolazione dei termini del bilancio idrico. **In definitiva, il suolo ha sete, con le risorse idriche limitate, possiamo dissetarlo?** Le conoscenze scientifiche e le tecnologie sono in continua evoluzione, per cui la loro applicazione risulta obbligatoria.

In questa prospettiva, il progetto PON Water4Agrifood, con l'obiettivo di sviluppare conoscenze e soluzioni innovative per la gestione e la distribuzione della risorsa idrica ai sistemi agro-produttivi Mediterranei, rivisita la pratica dell'aridocoltura (coltivazione in ambiente arido, cioè in assenza di irrigazione ed in presenza di precipitazioni minime) alla luce di nuove conoscenze scientifiche e tecniche (Aridocoltura 2.0).

L'aridocoltura cura il suolo – affinché immagazzini acqua (green water) nel suo profilo e ne favorisca il drenaggio –, la scelta delle specie (varietà tolleranti) e la riduzione delle perdite di acqua. A complemento della green water, per soddisfare le esigenze idriche delle colture, l'aridocoltura ricorre all'irrigazione (blu water) guidata da indicazioni (meglio se misure) provenienti dal sistema suolo-pianta-atmosfera e da conoscenze fisiologiche, che ne permettono la razionalizzazione.

L'uso razionale della risorsa idrica è diventata una tematica centrale connessa alla sostenibilità ambientale delle produzioni agricole. I diversi portatori di interesse del settore primario, dagli agricoltori ai decisori politici sono, infatti, alla ricerca di tecniche irrigue che consentano contemporaneamente l'ottimizzazione delle produzioni e il risparmio della risorsa idrica, in un contesto nel quale i cambiamenti climatici mettono sempre più a rischio i sistemi colturali, specialmente nell'areale Mediterraneo. In tale situazione, sono necessa-

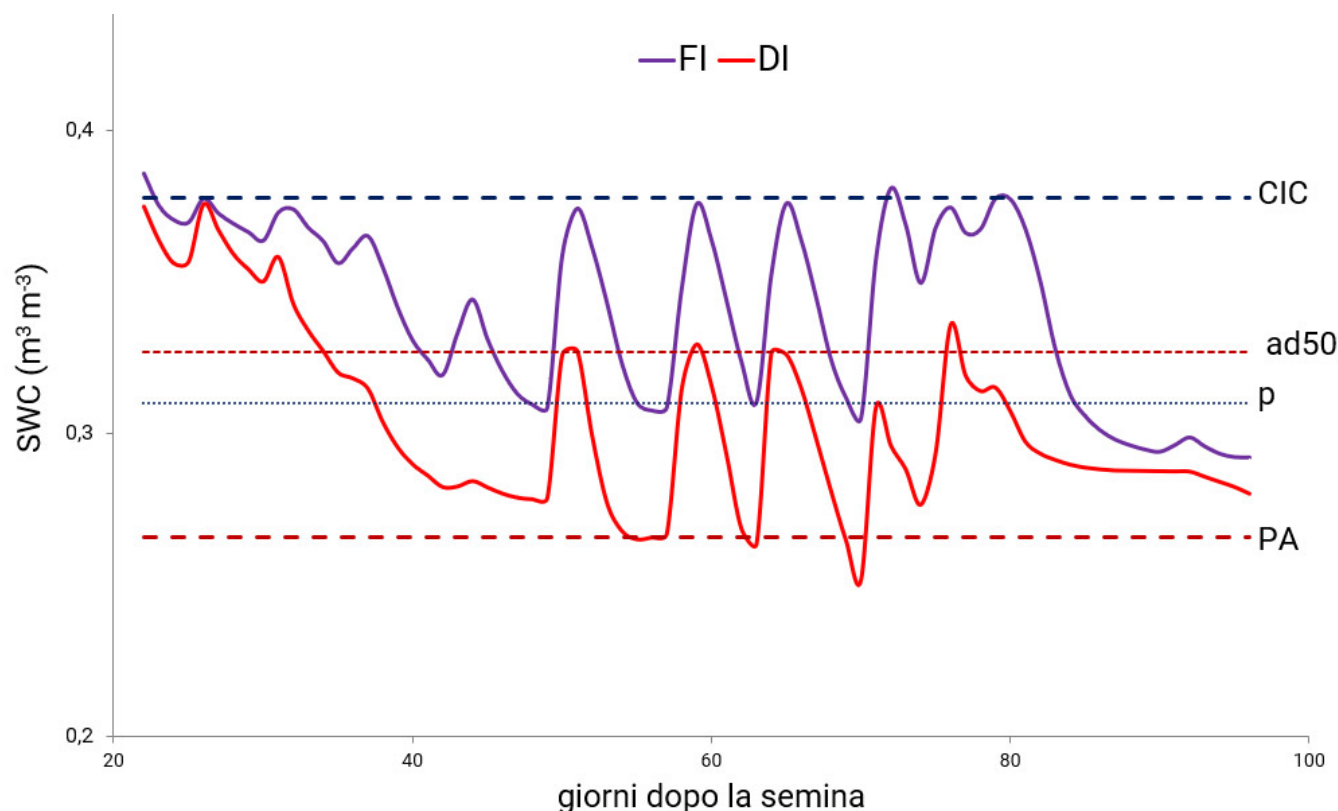


Figura 1 - Andamenti del contenuto idrico del terreno del sorgo con due regimi irrigui (Campi et al., 2014)

rie le tecniche di irrigazione deficitaria. Operativamente, le tecniche di irrigazione deficitaria consistono nell'applicazione di volumi irrigui stagionali minori – rispetto a quelli richiesti per un pieno soddisfacimento del fabbisogno irriguo – e nell'aumento dell'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE): l'obiettivo è quello di ridurre l'evapotraspirazione, ossia il consumo irriguo della coltura, limitando gli effetti negativi sulla resa. Un esempio applicativo è mostrato dalla figura 1, dove sono riportati gli andamenti del contenuto idrico del terreno di uno studio condotto sul sorgo, sottoposto a 2 regimi irrigui (Campi et al., 2014): irrigazione ottimale (FI) basata sul ripristino della capacità idrica di campo (CIC), ogni qual volta che si esauriva l'acqua facilmente disponibile (p) e deficit irrigation (DI), che consisteva di intervenire quando l'umidità del terreno era prossima al punto di appassimento e con volumi irrigui necessari a riportare il contenuto idrico al 50% dell'acqua disponibile (ad50). I risultati hanno dimostrato che la DI ha determinato valori più alti della WUE (8.3 vs 6.9 Kg m⁻³) con un risparmio di acqua irrigua del 35%.

I modelli di simulazione colturale sono fondamentali alle tecniche di irrigazione deficitaria, grazie alla loro capacità di riprodurre dinamicamente la cresci-

ta delle colture e la loro richiesta evapotraspirativa.

Il progetto Agridigit-Agromodelli, nell'ottica dell'Agricoltura 4.0, con l'utilizzo di modelli colturali è volto ad applicare l'uso di tecniche di agricoltura digitale sul territorio nazionale e sperimenta i sistemi automatici per l'uso di pratiche di irrigazione deficitaria. Il sistema automatico di gestione dell'irrigazione combina una piattaforma software e hardware con un DSS (sistema di supporto alle decisioni) che analizza dati basati su satelliti e sensori su suolo con algoritmi di previsione. Irrigazione e Agricoltura 4.0 supportano gli agricoltori per facilitare il controllo e il monitoraggio degli impianti di irrigazione, migliorando l'efficienza e la precisione degli interventi.

Grazie all'irrigazione automatica e ai sensori, l'irrigazione può essere gestita con la massima precisione nel tempo e nello spazio. La capacità del "serbatoio" suolo di accumulare acqua varia nello spazio, per cui la gestione "di precisione" dell'irrigazione mira a massimizzare la produzione quantitativa e qualitativa, attraverso la gestione specifica dei volumi irrigui. La ricerca e la tecnologia, attualmente, forniscono gli strumenti necessari per prendere la giusta decisione riguardante l'irrigazione di precisione, aumentando in tal

modo la loro produttività e riducendo il loro utilizzo di acqua. Le informazioni vengono raccolte da sensori per suolo, acqua e piante collocati nel campo in zone omogenee. Queste informazioni vengono combinate con misurazioni meteorologiche locali provenienti da stazioni meteorologiche, immagini satellitari, servizi di previsioni meteorologiche e modelli colturali. Il sistema poi analizza i dati al fine di fornire all'agricoltore delle raccomandazioni accurate, precise e affidabili riguardanti quanto, quando e dove irrigare.

Il serbatoio idrico del suolo, gestito con tecniche irrigue complete in ogni sua parte attraverso l'integrazione della somministrazione irrigua a rateo variabile con tecniche di aridocoltura 2.0 e irrigazione deficitaria, dà la risposta definitiva: risparmiando acqua possiamo dissetare il suolo.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3607/>

Campi, P., Navarro, A., Palumbo, A. D., Solimando, M., Lonigro, A., & Mastroianni, M. (2014). Productivity of energy sorghum irrigated with reclaimed wastewaters. *Italian Journal of Agronomy*, 9(3), 115-119. <https://doi.org/10.4081/ija.2014.577>



Il suolo... nutre

Alessandra Trinchera. Primo ricercatore, CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente

Come è cambiata la fertilizzazione del suolo per la nutrizione delle colture? Come ottenere la fertilizzazione sostenibile? La fertilizzazione sostenibile non passa sempre e solo attraverso l'apporto di nutrienti al suolo, bensì si realizza migliorandone l'efficienza d'uso da parte delle colture. Ciò può essere ottenuto sincronizzando l'apporto di nutrienti con le esigenze nutrizionali della coltura, identificando fra i fertilizzanti nuovi prodotti e formulazioni a ridotto impatto ambientale, introducendo pratiche agroecologiche

Quando si parla di suolo, nella maggioranza dei casi si tende ad associarlo al substrato entro il quale le piante crescono. Eppure, il suolo è molto di più: è la nostra "grande madre", che generosamente nutre i propri figli, ossia le piante, gli animali e gli organismi invisibili (il cosiddetto microbioma) che lo abitano. **Da qui una riflessione: se voi foste una madre che deve nutrire i propri figli, garantendo i corretti ap-**

porti di nutrienti, vitamine, sali minerali, cosa daresti loro? Pillole di integratori oppure un piatto di verdure fresche dell'orto?

Ecco, se pensiamo al suolo ed alla nutrizione delle piante, comprendiamo come dagli anni '30 agli anni '80 abbiamo sbagliato il punto di vista in merito alla fertilizzazione del suolo per la nutrizione delle colture, continuando per decenni ad utilizzare concimi prevalentemente minerali, come pillole di

nutrienti per le colture "pronta spesa", incuranti di quanti danni questa scelta, seppur comoda, avrebbe potuto generare nel suolo in termini di equilibrio dell'agroecosistema, soprattutto in condizioni di fragilità, come nell'area del nostro Mediterraneo.

Ricordo come, nel 1994, all'inizio del mio percorso come ricercatrice, buona parte delle attività di ricerca sulla nutrizione delle piante riguardasse lo studio dei concimi minerali, organici (ad esempio, il letame animale e gli effluenti zootecnici) ed organo-minerali, in grado di fornire alla pianta principalmente azoto, fosforo e potassio (i cosiddetti macro-elementi) per favorirne la crescita e lo sviluppo. Se ne studiava l'efficacia, la dinamica del rilascio dei nutrienti e l'ottimizzazione d'uso, in

funzione delle caratteristiche del suolo e delle colture.

Dagli anni '90 è, tuttavia, iniziato un profondo cambiamento nel modo di concepire il suolo ed il sistema agricolo: le parole "agroecologia" e "rivoluzione ecologica" sono entrate nel nostro lessico quotidiano (Altieri, 1995), comportando per gli addetti ai lavori un profondo mutamento nel modo di intendere la fertilizzazione, cambiando finalmente il punto di vista.

I cambiamenti climatici, nell'ultimo decennio, hanno ancor più accelerato i fenomeni di depauperamento della sostanza organica nei suoli agricoli, spesso innescati dalle lavorazioni quali l'aratura profonda, che ne hanno causato erosione, desertificazione, salinizzazione in diversi areali italiani. Analogamente, il surplus di concima-

traverso l'applicazione di ammendanti (esempio, i compost), l'incremento della biodiversità vegetale (sistemi agricoli che introducono colture diverse, coesistenti o in avvicendamento sullo stesso suolo), od il potenziamento della funzionalità della biomassa microbica mediante utilizzo di opportuni inoculi (mix di microrganismi diversi selezionati), in grado di attivare interazioni benefiche tra pianta e microrganismi o tra microrganismi diversi.

Il concetto di base è che una fertilizzazione sostenibile non passa sempre e solo attraverso l'apporto di nutrienti al suolo, bensì si realizza migliorando l'efficienza d'uso da parte delle colture. Ciò può essere ottenuto attraverso: i) la sincronizzazione dell'apporto di nutrienti con le esigenze nutrizionali della coltura durante il suo ciclo

microelementi. Gli studi di laboratorio e di campo hanno evidenziato che il prodotto, apportato in pre-semina su frumento duro fertilizzato con concime organico azotato, non solo è in grado di aumentare il tenore proteico della granello rispetto al controllo non trattato, ma anche di favorire la costituzione di accumuli di silicati (detti fitoliti) sulla superficie delle foglie a bandiera, così da proteggerle dall'attacco dei patogeni fungini (es. oidio), così come mostrato nella figura 1.

Figura 1 - Foglie a bandiera di frumento duro attaccate da oidio (controllo) e foglie trattate con prodotto a base di Si. A destra, foglia trattata analizzata con microscopio a scansione elettronica (SEM), dove le frecce evidenziano i fitoliti (assenti nel controllo non trattato).



zioni azotate, in terreni con limitata capacità di immobilizzare l'azoto, ha determinato la lisciviazione (il rilascio e la diluizione) dell'azoto, ossia di nitrati, nelle falde acquifere, generando notevoli danni ambientali. Tutto questo ha comportato, a lungo termine, la riduzione della fertilità dei suoli agricoli, che spesso faticano a garantire un'adeguata nutrizione per le colture a causa della diminuzione di sostanza organica (humus) e di biodiversità, in particolare microbica, elemento fondamentale per veicolare i nutrienti alle piante (colture). E' quindi, di tutta evidenza che la fertilizzazione del suolo non può passare attraverso la semplice integrazione di elementi nutritivi, se pure lentamente rilasciati, come nei concimi azotati cosiddetti "a lento rilascio" o a "rilascio controllato", ma deve altresì procedere con approcci e strumenti fortemente innovativi, capaci di agire sull'intero agroecosistema. Essi sono basati sull'apporto consistente e continuativo di sostanza organica stabilizzata at-

fenologico; ii) l'innovazione tecnologica nel settore dei fertilizzanti, identificando nuovi prodotti e formulazioni a ridotto impatto ambientale; iii) il potenziamento delle interazioni benefiche pre-esistenti nel suolo, attraverso l'introduzione di pratiche agroecologiche (sostenibilità competitiva ® Green Deal, 2020).

La ricerca sulla nutrizione delle piante

Il CREA opera costantemente nella ricerca dedicata alla nutrizione ed alla fertilizzazione, con l'imperativo di garantire la massima tutela ambientale, identificando prodotti dedicati alla fertilizzazione, innovativi e rispettosi dell'agroecosistema. Ne è un esempio il progetto Silicafume, entro il quale i ricercatori del CREA Agricoltura e Ambiente hanno testato l'efficacia di uno sottoprodotto silicatico derivato dalla produzione di silicio metallico quale fertilizzante contenente silicio e

Anche l'acqua è una risorsa fondamentale per la nutrizione delle piante, in quanto elemento veicolante delle sostanze nutritive apportate con i concimi. Il progetto BC-IRRIGO, finanziato al CREA-AA da EVONIK Industries (Syngenta) ha permesso di studiare l'effetto dell'aggiunta di minime quantità di un surfattante di sintesi (ossia un composto organico di sintesi che modificando la tensione superficiale dell'acqua, aumenta la bagnatura del suolo) alla soluzione utilizzata nella fertirrigazione delle colture orticole come la lattuga, favorendo l'approfondimento delle radici nel suolo e permettendo così di aumentare l'efficienza d'uso di fosforo, potassio, magnesio e ferro, ampliare la superficie fogliare, nonché ridurre l'assorbimento del nitrato.

Se l'adozione di prodotti innovativi permette di ridurre gli apporti esterni di nutrienti con la concimazione, è altrettanto rilevante considerare quelle pratiche agronomiche che potenziano le interazioni positive tra pianta e micr-

ganismi, collegate all'assorbimento dei nutrienti. E' il caso dei funghi micorrizici, che possono essere considerati ubiquitari nei suoli. Tali funghi simbiotici colonizzano le radici di alcune piante attraverso l'estensione di filamenti, le ife, ricavandone zuccheri, proteine, vitamine, che la pianta produce. In cambio, il fungo restituisce alla pianta acqua, fosforo e azoto, che le sue ife riescono a mobilitare dalla componente minerale del suolo ed a trasferire alle radici.

Il progetto RizoSem "Interazioni rizosferiche ed interferenza coltura – infestanti in sistemi orticoli biologici", finanziato al CREA-AA dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, ha studiato in campo le modalità con le quali la flora spontanea interagisce con la coltura orticola a livello radicale, influenzandone la micorrizzazione (tecnica che consiste nel far attaccare alle radici della pianta dei funghi, creando così un rapporto simbiotico) e l'assorbimento dei nutrienti. Il progetto ha verificato che alcune piante spontanee sono in grado di favorire la colonizzazione micorrizica delle radici di melone: il farro od il grano, utilizzate come colture di copertura in precessione al melone ed allettate alla fioritura prima del trapianto della coltura da reddito, hanno favorito lo sviluppo proprio di quella flora spontanea utile ad aumentare la micorrizzazione, determinando di fatto un aumento dell'assorbimento dei nutrienti, maggiori rese produttive e qualità del melone (Figura 2). Anche il progetto europeo **Sureveg "Strip-cropping and recycling of waste for biodiverse and resourCe-Efficient intensive VEGetable production"**, finanziato al CREA entro il CORE Organic Cofund, si è interessato dello studio degli effetti della diversificazione delle colture orticole sulla produttività, l'efficienza d'uso dei nutrienti e la biodiversità microbica nel suolo, con un focus sugli effetti della fertilizzazione sulle comunità fungine nel suolo. Il progetto ha visto l'adozione di metodologie biochimiche consolidate, quali la quantificazione dei contenuti di carbonio, azoto e fosforo della biomassa microbica del suolo, fino all'applicazione di studi di metagenomica mediante Next Generation Sequencing (NGS), tecnica che permette il sequenziamento massivo delle comunità batterica e fungina estratte dal suolo della rizosfera (ossia, nell'intorno agli apparati radicali

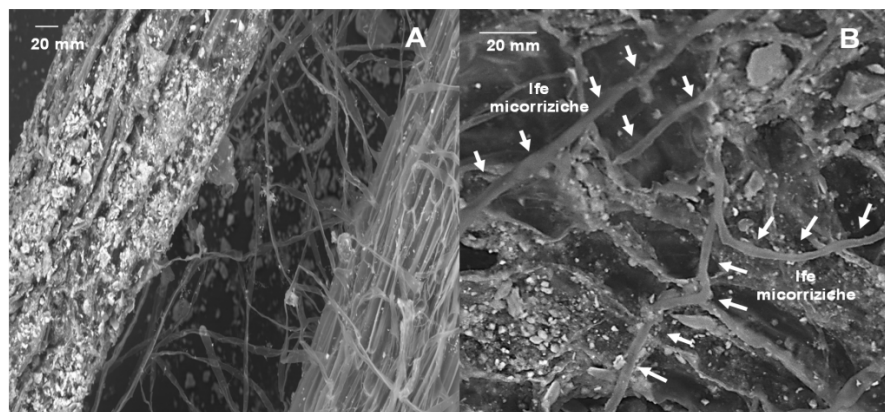


Figura 2 A - coesistenza di radici di melone e di romice (*Rumex crispus* L.): sono visibili peli radicali e ife fungine interconnessi tra loro. **B:** ife micorriziche esterne su radice di melone, osservate in microscopia a scansione elettronica (SEM). Ingrandimento: A: 150 X; B: 1.0 KX.

della pianta). I risultati ottenuti nei diversi sistemi orticoli biologici testati in Europa hanno mostrato che l'introduzione della diversificazione mediante coltivazione a strisce (fava-pomodoro, barbabietola-cavolo, sedano-porro), in particolare a seguito di fertilizzazione con compost di origine esclusivamente vegetale, determina una maggiore colonizzazione micorrizica delle colture orticole considerate, favorendone un migliore stato fisiologico, riducendo allo stesso tempo l'abbondanza relativa di funghi patogeni e quindi dannosi per le colture nel suolo, a tutto vantaggio della resa produttiva.

Va detto che molti dei risultati riportati sono stati realizzati con l'ausilio di tecniche analitiche di recente disponibili: infatti, entro il progetto H2020 Excalibur "**Exploiting the multifunctional potential of of belowground diversity in horticultural framing**" il CREA-AA ha acquisito un sistema di microanalisi a dispersione elettronica accoppiato alla microscopia a scansione elettroni-

ca (SEM-EDS). Questa tecnica permette di verificare, a livello microscopico, come gli elementi chimici, e quindi i nutrienti, si distribuiscono in un oggetto biologico (come una foglia od una porzione di un frutto), dando indicazioni sull'effetto indotto da un trattamento fertilizzante attraverso mappature tridimensionali e fornendo strumento diagnostico estremamente rapido per la valutazione dello stato fisiologico e nutrizionale della pianta (Figura 3).

Gli strumenti oggi a disposizione dei ricercatori permettono realmente di prevedere la dinamica dei nutrienti suolo-pianta, consentendo di ottimizzare le strategie di fertilizzazione attraverso un'opportuna costruzione (designing) dell'agroecosistema. Sta a noi operare al meglio, ognuno nel proprio ambito, con l'obiettivo di tutelare la salute, la funzionalità e la produttività della nostra "grande madre" negli anni a venire.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3647/>



Figura 3 - Immagine SEM-EDS di tricomi su foglia di orzo selvatico (*Hordeum murinum* L.). In rosso, atomi di calcio (Ca) ed in verde, atomi di silicio (Si). Ingrandimento: 750X.





Il suolo... protegge dalle malattie

Luisa M. Manici, Ricercatrice del CREA Centro Agricoltura e Ambiente

Come e dove è possibile che il suolo possa proteggere alcune piante, supportandone addirittura la crescita?

Scopriamo insieme questo mistero che, negli anni '70, è stato identificato come "soil suppressiveness" e come questo fenomeno sia stato studiato negli anni successivi.

La componente microbica dei suoli e la *soil suppressiveness*

La capacità naturale del suolo di proteggere la pianta dai patogeni radicali e supportarne la crescita (*soil suppressiveness*) è prevalentemente regolata dai microrganismi. Il termine *soil suppressiveness* è stato coniato negli anni '70 da ricercatori australiani, per definire lo stato dei suoli nella foresta tropicale in cui la pianta di avocado (*Persea americana*) aveva una crescita ottimale. Al contrario, se trasferita su suoli coltivati, questa pianta era soggetta a forti morie e riduzione di crescita causata da patogeni radicali fra i quali *Phytophthora cactorum*, molto aggressivo. I ricercatori trovarono che i suoli, ricchissimi di sostanza organica e intatti, della foresta tropicale (*habitat* naturale della pianta di avocado) garantivano condizioni sfavorevoli all'instaurarsi di qualsiasi patogeno, inclusa *Phytophthora*. Questo stato del suolo, ideale per la crescita della pianta di avocado, è risultato di origine principalmente biologica, ovvero mediato dai microrganismi. Nei decenni successivi, la *soil suppressiveness* è stata molto studiata, grazie anche all'introduzione di tecniche molecolari per lo studio delle comunità microbiche dei suoli. Questo ha permesso di collegare varie popolazioni di batteri e funghi del suolo ai diversi meccanismi di bio-controllo osserva-

ti (antagonismo, antibiosi, iperparasitismo). Inoltre, è risultato ben presto chiaro che le proprietà di bio-controllo erano sempre associate ad altre funzionalità utili dei microrganismi, come la promozione di crescita, la capacità di solubilizzazione dei microelementi, fino alla induzione di resistenza endogena, ovvero induzione di meccanismi di autodifesa della pianta stessa, grazie ad interazioni specifiche con i microrganismi. La *soil suppressiveness* è, quindi, uno stato ideale per la crescita delle piante, indotto ad una serie di processi microbici, al quale la ricerca applicata fa riferimento nei programmi di recupero sostenibile della sanità dei suoli coltivati.

Il declino produttivo dei suoli agrari e la *soil suppressiveness*

La ricerca sui processi microbici coinvolti nella *soil suppressiveness*, e sulle alternative *eco-friendly* per proteggere le colture, ha avuto un grande impulso a partire dagli anni '90, in risposta alla progressiva messa al bando dei fumiganti chimici del suolo. Questo ha permesso di comprendere meglio il ruolo della componente microbica dei suoli nella sanità delle colture e chiarire le cause della problematica definita come "**declino produttivo delle colture**". Il declino produttivo interessa tutti i sistemi produttivi intensivi e le colture perenni, incluse alcune colture forestali; esso si manifesta come gradua-



Figura 1 - Funghi maggiormente responsabili della riduzione di sviluppo radicale di fruttiferi e fragola. Da sinistra a destra: conidi di *Dactylonectria torresensis* e *Ilyonectria europea*, o spore di *Pythium ultimum*

le riduzione del vigore delle piante che rende le colture via via meno tolleranti e reattive agli stress biotici (malattie delle piante) e abiotici (stress idrico, asfissia, ecc.). La causa diretta di questa problematica è **la riduzione dello sviluppo radicale** dovuta all'aumento dei patogeni radicali in risposta ad una riduzione della capacità complessiva dei suoli di controllarli. Arrivare a comprendere che la componente microbica dei suoli è alla base di questi processi, e delle perdite correlate, ha dato un forte impulso alla ricerca di tecniche colturali mirate al recupero della componente microbica per aumentare la *soil suppressiveness*.

Figura 2 – Sviluppo radicale ridotto di portainnesti di melo M.9 allevato su suolo di reimpianto (a sinistra) Sviluppo radicale ottimale (a destra) ottenuto su suolo vergine (Kelderer, et al., 2012. Plant and Soil)



Le molteplici componenti biotiche responsabili della sanità delle colture

La possibilità di monitorare le popolazioni microbiche positive e negative dei suoli (batteri e funghi) con tecniche molecolari ci ha permesso di comprendere la dinamica dei cambiamenti del microbioma nei suoli affetti da declino produttivo ed i meccanismi coinvolti.

Con gli studi svolti dal nostro gruppo di microbiologia e sanità dei suoli del CREA – Agricoltura e Ambiente di Bologna, in collaborazione anche con il Centro di Ricerca di Laimburg (Bolzano, Alto Adige) e con altre realtà produttive locali, abbiamo dimostrato, già alla fine degli anni 90, che la graduale perdita di vigore dei giovani meleti di reimpianto era legata ad un serie di funghi patogeni (Figura 1), che si accumulano nei suoli in seguito alla perdita di diversità microbica e, quindi, del-

la funzionalità complessiva del suolo. Esperienze successive ci hanno permesso di evidenziare che il complesso dei funghi patogeni responsabili della riduzione di sviluppo radicale di melo era molto simile a quello di fragola, vite e pesco e che simili erano le dinamiche con cui i patogeni radicali aumentavano in queste colture.

Fra i meccanismi identificati recentemente dal nostro gruppo di ricerca, interessante è quello mediato da un pool di fitotossine liberate nella rizosfera dal gruppo dei *Cylindrocarpon*, funghi patogeni molto frequenti sulle radici delle colture arboree. Queste tossine (tentoxina, HC Toxin e altre) inibiscono lo sviluppo delle radici senza causare sintomi specifici (come necrosi, imbrunimenti o altro sintomo visibile sull'apparato radicale), perché interferiscono



Figura 3 – Meccanismo di riduzione asintomatica dello sviluppo radicale di fruttiferi. Test di fitotossicità dei filtrati colturali di *Dactylonectria torresensis* svolto utilizzando piantine micro-propagate del portainnesto di pesco GF677. Presenza di totale inibizione di emissione delle radici su substrato addizionato con filtrati sterili (25% in volume) rispetto al controllo (0%) (Foto: Emilia Caboni CREA-OFA, in Manici, et al. 2021. Rhizosphere).

sul metabolismo delle singole cellule o della pianta (Figura 3). Questo meccanismo di inibizione asintomatica delle radici spiega parte della componente biotica del declino produttivo.

Le tecniche di gestione dei suoli per il recupero della soil suppressiveness ed il trasferimento tecnologico

Contrastare la perdita di biodiversità

Il genoma della pianta influenza le comunità batteriche e fungine del suolo; pertanto, il ritorno sullo stesso appezzamento della stessa specie vegetale porta ad una perdita di biodiversità causando un aumento dei patogeni ed una riduzione della resilienza del microbioma del suolo. Per dare un risvolto applicativo ai nostri studi su comunità microbiche e sanità delle colture, abbiamo sempre impostato le nostre ricerche con due criteri: 1) correlare le variazioni delle popolazioni microbiche con la crescita della coltura ed evidenziandone gli effetti funzionali coinvolti; 2) adottare sistemi colturali di medio o lungo termine come casi studio per poter mettere in relazione la gestione dei suoli con i loro microbioma e con la sanità delle colture.

Nelle nostre ricerche valutiamo sempre la risposta di accrescimento della pianta (con test in vaso o prove di pieno campo) per poter quantificare gli effetti di gestioni diverse. Questo

ci ha permesso di evidenziare che, il ritorno di un fruttifero sullo stesso suolo porta ad aumentare i patogeni radicali specializzati, ma che la gestione conservativa ne riduce l'impatto rispetto a quella intensiva, grazie ad **una maggiore massa microbica e biodiversità** che "sopprimono" i pa-

togeni (Figura 4). È importante sottolineare che la biodiversità, uno degli indici di sanità dei suoli più utilizzati, "pesa" due componenti delle comunità: la numerosità delle specie e l'equilibrio fra le specie, ovvero la frequenza con cui sono rappresentate nella comunità.

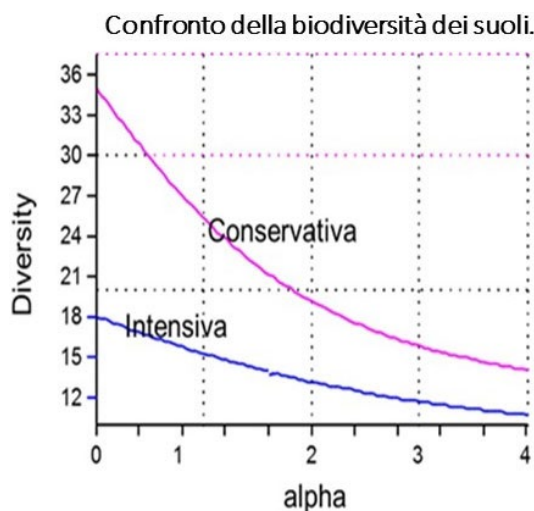


Figura 4 – Confronto della biodiversità microbica (Diversity profile) in 5 siti a gestione conservativa e 5 a gestione intensiva nella piana del Sele in Campania (a sinistra). Risposta di accrescimento di giovani piante di portainnesto di pesco GF677, su suolo a gestione **conservativa (a)** rispetto a uno a gestione **intensiva (b)** (a destra). Si noti la riduzione di allungamento degli internodi (b) in risposta alla riduzione di sviluppo radicale causata da 2 funghi patogeni delle radici, assenti nei siti a gestione conservativa (Manici e Caputo, 2010. European Journal of Agronomy).





Figura 5 – Prove in vaso per la selezione di colture di copertura miglioratrici dei meleti sulla base dell'interazione con i microorganismi del suolo (Manici et al., 2015. Canadian Journal of Microbiology).

Fra le sfide della ricerca applicata in questo settore, entusiasmante è quella di poter orientare con le pratiche agricole le variazioni delle popolazioni microbiche indigene, valorizzando quelle utili a svantaggio di quelle patogene. È, infatti, possibile “manipolare” le comunità fungine e batteriche del suolo con il genoma delle piante, riducendo la presenza dei patogeni fungini e aumentando le popolazioni batteriche positive (Figura 5). Da qui, l'importanza di conoscere le variazioni microbiche dei suoli in risposta alle colture di copertura o delle successioni colturali.

Il ritorno sullo stesso appezzamento della stessa specie vegetale porta ad una perdita di biodiversità causando un aumento dei patogeni

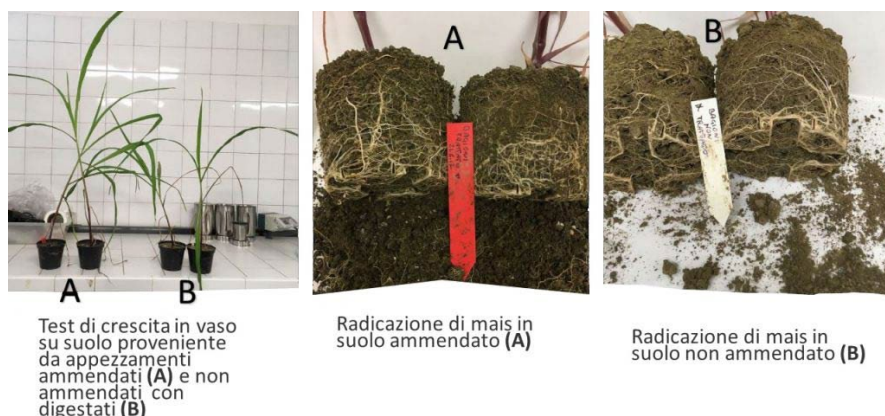
Figura 6 - Questa immagine dimostra come i molteplici e variabili effetti microbici positivi in risposta all'apporto periodico al suolo di digestati si esplicano con una maggiore sviluppo radicale (Manici et al., 2021. Renewable Agriculture and Food Systems).

stanza organica, ha permesso di raggiungere un **incremento medio della massa vegetale del 30%**, grazie a una serie di **variazioni microbiche** in grado di **ridurre la pressione sulle radici da parte di patogeni radicali** tipici dei suoli a monocoltura di mais (Figura 6).

Come CREA Agricoltura e Ambiente di Bologna siamo coinvolti, con il progetto **SOSFERA** (Piano di Sviluppo Rurale 2020-2023), in una serie di attività dimostrative volte a promuovere l'uso di masse organiche di riciclo in Emilia-Romagna.

Apportare masse organiche di riciclo per il mantenimento della fertilità biologica.

L'apporto ai suoli di masse organiche di riciclo è un altro mezzo agronomico per valorizzare le risorse microbiche. Valutare la risposta delle comunità del suolo all'apporto di biomasse di riciclo è, in generale, difficile per la variabilità della composizione dei materiali organici e per la complessità delle interazioni fra i microorganismi che variano anche da sito a sito. Nelle prove a breve termine (osservazione delle variazioni dopo pochi mesi dall'apporto) è sempre difficile valutare gli effetti e trarne indicazioni utili dal punto di vista applicativo;



al contrario, nelle prove di lungo periodo abbiamo ottenuto risultati entusiasmanti. L'apporto periodico di **digestati** da produzione di biogas per almeno un decennio, in aree della pianura Padana con ritorno frequente della coltura di mais, pur non incrementando in modo significativo il contenuto di so-

L'obiettivo è aumentare la consapevolezza degli agricoltori su quanto il mantenimento della sostanza organica dei suoli sia essenziale per preservare la dotazione microbica naturale dei suoli e garantire la sanità delle colture.

<https://www.creafuturo.eu/it/3659/>



Il suolo... che ricicla

di Mariangela Diacono e Francesco Montemurro, CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente

Un riciclo virtuoso della sostanza organica: dal suolo al suolo

Gli attuali sistemi di produzione alimentare devono affrontare molte sfide, tra cui il recupero della biomassa vegetale prodotta che non viene utilizzata o è sprecata durante la trasformazione, lo stoccaggio e la distribuzione post-raccolta. Tale riciclo è fondamentale per ripristinare i contenuti di sostanza organica (SO) del suolo che, a sua volta, garantisce stabilità alla produzione e riduce gli impatti ambientali connessi alle pratiche agricole. Allo stesso tempo, questo approccio consente ai suoli di essere più resilienti

rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici. Tutto questo raggiungendo quella sostenibilità sempre più richiesta anche dai consumatori, attenti non solo alla qualità dei prodotti, ma anche alle ricadute economiche, sociali e ambientali della produzione.

Sembrerebbe la proposta di una formula miracolosa, ma è invece una soluzione alla portata di tutte le realtà agricole, che viene incontro alla necessità, evidenziata anche dalla pandemia da COVID-19, di sistemi agroalimentari in grado di far fronte a circostanze estreme improvvise, per poter produrre cibo di qualità, equo e sicuro dal punto di vista sanitario.

Nell'area Mediterranea il contenuto medio di SO del suolo molto basso (circa 1-2%) rappresenta un problema

poiché ad essa è dovuta la fertilità fisica, chimica e biologica del suolo, vale a dire la capacità di ospitare esseri viventi. Essa rappresenta inoltre un **sink di carbonio** organico, ovvero contribuisce a sequestrare dall'atmosfera biossido di carbonio (CO₂), il più conosciuto gas serra, riducendo gli effetti dei cambiamenti climatici, oltre a essere un indicatore della capacità del suolo di contrastare l'erosione, consentire il ciclo dei nutrienti e la filtrazione dell'acqua. Per garantire la funzionalità dei terreni agricoli è quindi cruciale contrastare la perdita di SO legata a pratiche agricole intensive, garantendo così i servizi ecosistemici ad essa collegati. Occorre promuovere altresì gli apporti dall'esterno, per equilibrare le perdite legate alle asportazioni delle colture.

re e preservare la fertilità globale nel tempo. Tutto questo può avvenire abbracciando un modello di **"economia circolare"**, riportando cioè al suolo le biomasse di scarto ed i sottoprodotti agro-industriali che altrimenti rappresenterebbero dei rifiuti da smaltire, con annessi oneri e problematiche ambientali.

Il compostaggio aziendale come strumento per promuovere il riciclo di materiali organici

Nella definizione di economia circolare data dalla Fondazione Ellen MacArthur di **"un'economia industriale che è concettualmente rigenerativa e riproduce la natura nel migliorare e ottimizzare in modo attivo i sistemi mediante i quali opera"**, ben si colloca il processo di **compostaggio**. Tale processo, a partire da miscele di residui organici, riproduce, ottimizzandolo, il fenomeno naturale di degradazione delle biomasse ad opera di microrganismi. Il prodotto ottenuto appartiene alla categoria

degli "ammendanti", vale a dire fertilizzanti da aggiungere al suolo per conservarne o migliorarne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche perché ricchi di SO stabile che migliora la struttura dei suoli e apporta un quantitativo importante di nutrienti e microrganismi.

Il processo di compostaggio: esperienza del CREA AA presso l'azienda "Campo 7" a Metaponto

Presso l'Azienda sperimentale "Campo 7" del CREA Agricoltura e Ambiente (CREA-AA), a Metaponto, al fine di recuperare in modo semplice ed economico gli scarti aziendali, è stato realizzato un piccolo impianto di compostaggio on-farm (in azienda), in grado di soddisfare le necessità di compost per le sperimentazioni di campo (Box 1).

Il processo di trasformazione prevede il reperimento degli scarti organici sia aziendali che della filiera agricola (scarti dell'agro-industria, sansa olea-

ria, residui di potatura, ecc.) che vengono convogliati all'impianto di compostaggio, analizzati, sminuzzati e opportunamente miscelati, utilizzando materiali secchi "strutturanti" che conferiscono ossigenazione e porosità al cumulo, uniti a materiale umido a funzione "nutrizionale".

Successivamente, si preparano i cumuli che vengono monitorati (per temperatura, umidità e ossigenazione) e protetti da un tessuto-non-tessuto che consente gli scambi gassosi. Quando il compost diventa "stabile e maturo" è sottoposto, se necessario, a vaglio, per venire poi utilizzato nelle sperimentazioni tal quale oppure dopo estrazione come compost tea.

Riciclo di materiali organici: solo compost o occorre altro?

Il riciclo dei materiali organici di scarto rappresenta da diversi anni uno dei punti cardine delle attività di ricerca presso l'Azienda "Campo 7" del CREA-AA (Figura 1).

Le sperimentazioni hanno evidenziato come l'uso del compost possa avere un ruolo centrale per la sostenibilità



Box 1 – Impianto pilota di compostaggio aziendale presso l'Azienda "Campo 7" a Metaponto:

1. Area di pretrattamento, in cui è presente un tritatore;
2. Area di compostaggio, con ventilante centrifuga connessa ad un tubo forato per l'arieggiamento delle biomasse, semplici sonde per il monitoraggio in continuo della temperatura ed una presa di acqua per umettare i cumuli;
3. Area di vagliatura, per affinare il compost;
4. Impianto di preparazione degli estratti di compost (compost tea) costituito da un bioestrattore artigianale;
5. Area di stoccaggio e maturazione, costituita da celle che consentono di separare il compost in lotti diversi.

delle aziende agricole, poiché determina molteplici benefici agronomici e ambientali: miglioramento della qualità del suolo, della sua produttività e capacità di stoccare acqua e carbonio; riduzione nell'uso di fertilizzanti, pesticidi e torba; stabilizzazione del suolo e riduzione dei processi erosivi.

Ma il riciclo non significa soltanto pro-



Figura 1 – Sperimentazioni sul riciclo dei materiali organici del CREA-AA, a Metaponto

duzione di compost: il progetto Bio4Food, recentemente finanziato, si basa sull'applicazione di tecnologie innovative per convertire biomasse di scarto non solo in prodotti biofertilizzanti (compost *on-farm*) ma anche in biostimolanti (sostanze/microrganismi che possono migliorare la crescita e la produttività delle piante) e biopesticidi in alternativa ai prodotti di sintesi. I consumatori, infatti, guardano con sospetto ai prodotti fitosanitari e concimi perché preoccupati degli effetti nocivi per la salute. **Bio4Food** studierà la riduzione degli sprechi in agricoltura, offrendo ai consumatori ortaggi fortificati, ricchi di minerali fondamentali per la salute quali ferro, magnesio e zinco, e valorizzando i sottoprodotti/scarti dell'attività agricola.

Altre sperimentazioni susseguites nel corso degli anni presso "Campo 7" hanno mostrato come l'adattamento dei sistemi produttivi ai cambiamenti climatici e la sostenibilità dell'attività agricola passino non solo attraver-

so l'uso del compost, ma necessitano anche di un insieme di strategie che aumentano la diversificazione degli agroecosistemi, secondo un approccio agro-ecologico (es. progetti: Soilveg, Agrocycle).

L'integrazione della SO tramite il sovescio, l'uso di colture di copertura come pacciamatura vivente e le rotazioni colturali, rappresentano le soluzioni in grado di dare i risultati più significativi in termini di mantenimento e incremento della SO. A tal riguardo, sono in corso attività di ricerca in un dispositivo di lungo periodo di adattamento ai cambiamenti climatici denominato



Figura 2 – Una giornata di condivisione delle attività di ricerca con i portatori di interesse

MITIORG, avviato nel 2014, dove sono stati incardinati diversi progetti ("Retibio", "Agrocambio", "Innovabio", "FeDE", e altri), integrati tra loro nel tempo, che hanno consentito di testare pratiche agro-ecologiche, definite anche grazie al confronto con diversi attori locali. <https://www.facebook.com/mitiorglte/>

Esperienze di economia circolare e ricerca partecipativa presso i long-term experiments

Nel contesto della filiera corta dei mezzi tecnici, improntata al recupero in azienda di materiali organici derivanti dall'attività agricola, per produrre fertilizzanti da riutilizzare in essa, l'**approccio partecipativo** alla ricerca può aiutare a disegnare sistemi produttivi e tecniche di gestione integrati con il territorio e rispondenti alle esigenze emergenti (Figura 2). Si tratta di creare legami di fiducia tra ricercatori, agricoltori e altri portatori di

interesse (consumatori, tecnici, associazioni di categoria, ecc.), costruendo una rete di attori per orientare la domanda di ricerca verso obiettivi comuni.

Le prove sperimentali di campo di lungo periodo (long-term experiments) rappresentano dei veri e propri laboratori interattivi a livello locale (**Living Labs**), di partecipazione e condivisione di interessi e dei risultati della ricerca. L'attività di ricerca multidisciplinare e partecipativa del CREA-Agricoltura e Ambiente all'interno di MITIORG è stata

stimolata dalla necessità di trovare una soluzione a problematiche emergenti per l'agricoltura, quali la perdita delle produzioni di orticole autunno-vernine dovuta all'aumento della frequenza ed intensità di eventi climatici estremi (es. ondate di calore, lunghi periodi di siccità e precipitazioni intense), aumento di avversità, sfasamento di cicli colturali e perdita di SO.

Si basa sull'applicazione di tecnologie innovative per convertire biomasse di scarto non solo in prodotti biofertilizzanti ma anche in biostimolanti

MITIORG attualmente è supportato da alcuni progetti (PERILBIO, Fede), grazie ai quali l'attività di ricerca in orticoltura biologica, incentrata su un sistema 'baule-aiuole' in combinazione con l'uso di colture di copertura, ha su-

bito una importante evoluzione. Il percorso di ricerca partecipativa, grazie al confronto diretto con i portatori di interesse, ha fatto emergere un forte interesse dei produttori biologici per le strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici e di diversificazione culturale. L'introduzione di colture perenni e la diversificazione delle rotazioni, in particolare, sono risultate essere la soluzione chiave alle problematiche individuate.

Alla luce di quanto emerso negli incontri con la piattaforma attoriale, il gruppo di ricercatori che opera nell'azienda sperimentale di Metaponto sta affrontando un'operazione di *re-design* di MITIORG. Il percorso vuole definire un nuovo dispositivo di lungo periodo denominato **AGROFORSYLL** (*AGROFORrestry SYstem Living Lab*) basato sull'introduzione di sistemi diversificati agroforestali, in cui l'innovazione e gli schemi sperimentali sono sempre più conformi alla realtà operativa locale e alle esigenze dell'utilizzatore finale.

Prospettive

L'esperienza di ricerca descritta ha seguito gli obiettivi del D.Lgs. 205 del 2010, che stabilisce un ordine di priorità in materia di gestione delle biomasse organiche e che vede come ultima opzione lo smaltimento in discarica, preceduta dal riutilizzo, riciclaggio e recupero dei rifiuti. Pertanto, il recupero energetico delle biomasse è di secondaria importanza rispetto al riciclo tramite processo di compostaggio, da preferire come opzione sostenibile. Le ricerche effettuate ed in atto dimostrano come il compostaggio sia una soluzione vantaggiosa per gli agricoltori di areali soggetti a eventi climatici estremi. A tal riguardo, la diffusione delle tecniche di compostaggio e delle tipologie di prodotto che si possono ottenere (fertilizzanti e ammendanti di qualità) rappresenta ancora oggi un punto chiave per la promozione presso gli agricoltori, attraverso attività di ricerca di tipo partecipativo, di quella che è definibile una filiera corta dei mezzi tecnici. In generale, più corti sono i cicli di produzione, maggiore è il risparmio in termini di costi e minori le esternalità negative, quali le emissioni di gas serra e la produzione di compost *on-farm* consente di raggiungere agevolmente questi risultati.

➔ <https://www.creafuturo.eu/it/3639/>





Il suolo... che respira

di Alessandra Lagomarsino, CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente

Mantenere i suoli in salute è la sfida che il CREA Agricoltura e Ambiente sta portando avanti, non soltanto per permettere ai suoli di continuare a vivere, ma per aumentare la quantità di carbonio stoccato in essi che consente la riduzione dei gas serra.

Il suolo è vivo e respira, perché in esso miriadi di animali, batteri e funghi trasformano la sostanza organica, la decompongono e da essa ricavano nutrimento per sé e per le piante, fornendo elementi nutritivi che sono alla base della vita come noi la conosciamo. Anche le radici delle piante respirano, ricavando energia per crescere e assimilare l'acqua e i nutrienti che servono per crescere.

Con la respirazione, gli esseri viventi che abitano il suolo emettono anidride carbonica (CO₂) che sappiamo essere, insieme al metano (CH₄) e al protossido di azoto (N₂O), gas serra responsabili dei cambiamenti climatici a cui oggi abbiamo cominciato ad assistere, determinando l'aumento delle temperature, del livello dei mari e una maggiore frequenza di fenomeni estremi (siccità, alluvioni, ondate di caldo o freddo). Il suolo, quindi, emette CO₂ ed altri gas serra, ma questo fa parte di un processo naturale che è essenziale per fornire alle piante gli elementi nutritivi (azoto ed altri minerali) di cui hanno bisogno: la CO₂ assimilata dalle piante con la fotosintesi arriva al suolo sotto forma di carbonio organico (attraverso le radici e dai residui vegetali come legno, foglie e frutti). Nel suolo, una parte del carbonio rimane immagazzinato per centinaia o migliaia di anni ed una parte torna in atmosfera come CO₂ a causa della decomposizione della sostanza organica.

Il suolo, quindi, è anche un grande magazzino di accumulo per la CO₂ atmosferica. La sfida che stiamo affrontan-

do al CREA Agricoltura e Ambiente, con i nostri studi, è quella di mantenere i suoli in salute, permettendo ad essi di svolgere le loro funzioni, respirando e, di conseguenza, emettendo CO₂, ma, al tempo stesso, di aumentare la quantità di carbonio stoccato in essi e, quindi, la loro capacità di ridurre i gas serra presenti in atmosfera. Quello che ci interessa è portare il bilancio tra entrate e uscite in positivo, aumentando le entrate (di carbonio e azoto) e limitando le uscite (di CO₂, CH₄ e N₂O).

Il metano è un gas serra prodotto in condizioni di mancanza di ossigeno, ad esempio, in suoli sommersi come le paludi o le risaie. Tra le attività agricole, la coltivazione del riso è causa del 18 % delle emissioni antropogeniche di metano (CH₄). Le sperimentazioni condotte dal CREA Agricoltura e Ambiente hanno evidenziato che differenti pratiche di gestione idrica dei campi coltivati a riso possono portare a forti differenze nella quantità e nella qualità delle

emissioni gassose. Infatti, la coltivazione del riso in condizioni di semi-sommersione o in asciutta ha dimostrato di ridurre in maniera rilevante (fino al 80 %) le emissioni di CH₄, pur mantenendo produttività simili.

Il protossido di azoto (N₂O) è un gas particolarmente importante perché ha un grandissimo potere di riscaldamento e il settore agricolo ne è la fonte principale, a causa soprattutto delle fertilizzazioni eccessive o inadeguate. Alcuni dei progetti oggi in essere al CREA Agricoltura e Ambiente (ad esempio il progetto ΣOMMIT) si focalizzano proprio sulla gestione sostenibile del suolo in grado di aumentare l'efficienza delle fertilizzazioni azotate, fornendo i giusti apporti di azoto alle colture, senza aumentare le emissioni e le perdite in atmosfera. L'uso di fertilizzanti organici, come quelli derivanti dagli allevamenti zootecnici, ha il vantaggio di "chiudere il cerchio" e utilizzare in maniera responsabile e sostenibile quello

che poteva essere considerato un rifiuto o uno scarto (ad esempio i reflui degli allevamenti) per migliorare la qualità del suolo.

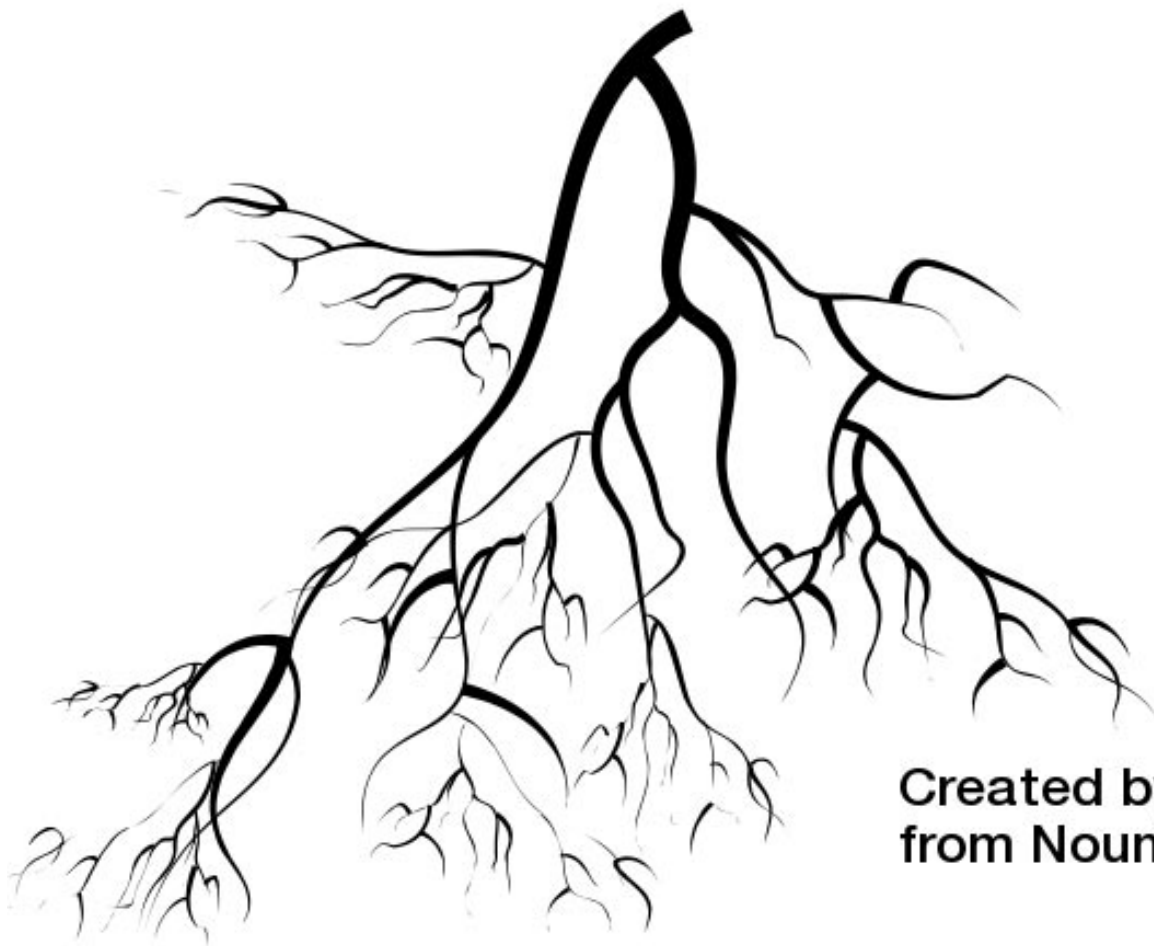
I processi di mineralizzazione che avvengono nel suolo trasformano l'azoto organico dei residui in azoto minerale assimilabile dalle piante. Durante questi processi naturali una parte di questo azoto verrà naturalmente emessa in atmosfera sotto forma di protossido di azoto e ammoniaca, con relativi effetti negativi sull'ambiente. Il nostro obiettivo è quello di ridurre al minimo queste emissioni, modulando il tipo di fertilizzante, le modalità e i tempi di applicazione a seconda delle colture.

Per ulteriori informazioni:

Il suolo... quant'è profondo. Intervista a Rosario Napoli sul progetto EJP SOIL

<https://www.creafuturo.eu/it/3653/>





Created by Guilhem
from Noun Project

Il suolo... accoglie

di Lorenzo D'Avino, CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente

Quando un suolo è ricco e fertile? Perché è fondamentale preservare la salute e l'integrità della vita nel suolo, prima ancora dei suoi servizi ecosistemici? Tutelare la biodiversità dei suoli è fondamentale per trasformare la sostanza organica in sostanze nutritive: un suolo che abbia ridotto o perso la sua biodiversità è molto meno resiliente agli stress ambientali come siccità o eventi estremi.

Per uno scienziato ambientale ripetere la geometria con il figlio immagino sia un po' come per un letterato rileggere un testo classico: si possono, infatti, rivedere le cose con nuovi occhi. A me è capitato di riflettere sul fatto che le forme che si studiano alle elementari: cerchi, rettangoli, quadrati... non tengono conto della forma più comune che si ritrova in natura, un particolare tipo di frattale (una figura geometrica caratterizzata dalle dimensioni non intere in un cui un sin-

golo motivo viene ripetuto su scale decrescenti), che è ad esempio la forma della suddivisione di un tronco nei suoi rami o nelle sue radici, della diramazione di una nuvola, del sistema circolatorio o neuronale, la forma del bacino di un fiume, di un fulmine, del corallo, delle corna di un cervo o della diffusione di un gas (fig.1). E son sicuro che, pensandoci un attimo, potreste trovare altri esempi. Vorrei partire da questa considerazione per portare alcune suggestioni sulla comprensione della vita nel suolo.

Seguendo questa prospettiva, la decomposizione di una foglia che cade da un albero avviene per passaggi successivi ad opera di lombrichi, insetti, artropodi (gruppo di invertebrati estremamente diversificato che comprende insetti aracnidi crostacei), funghi, nematodi (Vermi dal corpo allungato e cilindrico), protisti (organismi unicellulari)... e solo allora da batteri.

La fertilità di un suolo è perciò dipendente dalla presenza e dalla ricchezza di tutta la cosiddetta catena del detrito. L'assenza o la scarsità di uno di questi anelli rende il sistema meno ricco e, quindi, molto meno resiliente agli stress ambientali come siccità o eventi estremi che, come sappiamo, saranno sempre più in aumento in seguito ai cambiamenti climatici. Pertanto, **considerare la continuità dei cicli biogeochimici – cioè di come gli elementi chimici si trasformano – è necessario per comprendere la funzione escatologica del suolo di trasformare la sostanza organica in sostanze nutritive.** Invece, molto spesso, la scienza del suolo considera i diversi gruppi tassonomici come delle figure geometriche con contorni definiti, seguendo l'ottica di analizzare la biodiversità di ogni singolo gruppo e non le



Figura. 2 - Psocotteri di diverse dimensioni a sinistra, e diverse forme biologiche incontrate in un campione di suolo a destra
Foto: Gaia Bigiotti, CREA Centro di ricerca agricoltura e ambiente

complesse relazioni tra gruppi molto diversi per dimensioni e funzioni nella catena alimentare. Inoltre, uno stesso gruppo, come ad esempio i collem-boli (tipo di insetto), può avere specie di forme molto diverse in relazione al loro adattamento al suolo o dimensioni molto diverse, anche all'interno della stessa specie.

Questo comporta che conosciamo relativamente poco della complessa ecologia di alcuni gruppi, che sono meno noti alla maggioranza delle persone. Un tipico esempio è dato dai nematodi, quasi sconosciuti ai più, nonostante si stima che rappresentino i 4/5 degli animali sulla Terra [1] e ce ne siano circa 57 miliardi per ogni essere umano [2]. In realtà, se non siamo specialisti ne sentiamo parlare quasi esclusivamente quando una specie – tra le oltre 25.000 classificate – danneggia le nostre colture e, in genere, li studiamo per trovare il modo di sterminarli. Ovvero cerchiamo di utilizzarli per parassitizzare qualche insetto che danneggia le coltivazioni. Analogamente accade anche per i microartropodi, che sono quegli insetti, acari, crostacei, millepiedi eccetera (più piccoli di 2 mm) la cui presenza nel suolo, in relazione al loro adattamento evolutivo alla vita edafica (ossia pertinente alla natura del terreno, alle condizioni fisiche e chimiche del terreno), ci può consentire di avere importanti informazioni sulla qua-

lità biologica dei suoli, e quindi sulla loro fertilità [3]. E sono molto più diffusi dell'uomo, se si considera, ad esempio, che il peso (non solo il numero!) stimato delle formiche è maggiore di quello degli uomini.... Tuttavia, in effetti, durante un'osservazione allo stereoscopio, a volte sembra di entrare nel set di un film di fantascienza, come se entrassimo nel bar di guerre stellari (fig.2). Forse proprio perché lì, nel nostro immaginario, si concentra tutto il fascino e la paura dell'ignoto, cercando le forme di vita più sconosciute.

Infatti, secondo alcune stime, la biodiversità italiana, che è tra le più elevate d'Europa e anche dei paesi del Mediterraneo, è costituita per il 98% da invertebrati [4]. Per il progetto europeo Excalibur [5] coordinato un task che ha l'ambizione di osservare su pomodoro, fragola e meleto come la fauna del suolo (protisti, microartropodi, lom-

brichi) reagisce all'apporto di consorzi di batteri utili, in diversi campi sparsi per l'Europa. Al momento stiamo definendo la baseline, ma abbiamo già potuto rilevare come, in tutti i campi gestiti con metodo biologico, la comunità dei microartropodi sia più strutturata che in quelli gestiti con agricoltura convenzionale.

Ritorno ancora alla suggestione iniziale per sottolineare un altro punto: come tutti sappiamo **la ramificazione di una pianta si sviluppa anche nelle sue radici**. Esiste cioè un parallelismo tra la struttura delle comunità sopra il suolo e quelle sotto il suolo. Tuttavia, lo studio della struttura della vita nel suolo è complicato dal fatto che possiamo vederne solo delle estrapolazioni, delle fotografie parziali o estrarne la vita, ma senza riuscire a vedere realmente come, in effetti, interagisca con tutti gli altri elementi della catena. Ad esempio, possiamo campionare il suolo e fare in modo che nematodi o artropodi escano dal terreno per spostarsi verso condizioni di maggiore umidità. Questo comporta però che il campionamento avvenga solo in determinate condizioni e, soprattutto, che in laboratorio durante l'estrazione gli animali del suolo siano ancora tutti vivi e mobili, rendendo più complicata e indiretta l'osservazione di queste comunità.

Conosciamo relativamente poco della complessa ecologia di alcuni gruppi, che sono meno noti alla maggioranza delle persone.

Un tipico esempio è dato dai nematodi, quasi sconosciuti ai più, nonostante si stima che rappresentino i 4/5 degli animali sulla Terra



Figura 3 - Campionamento di microartropodi nell'interfila di un vigneto e loro estrazione in laboratorio

Riferimenti bibliografici

- [1] Wilson E. O., *La creazione*, Adelphi, Milano 2008.
- [2] Van den Hoogen J., Geisen, S., Routh, D. et al., "Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale", *Nature* 572, 2019 (www.nature.com/articles/s41586-019-1418-6).
- [3] ISPRA, *Come si presenta la situazione della biodiversità in Italia?* (<https://bit.ly/3dkLKPb>).
- [4] Menta C., Conti F., Pinto S., Bodini A., "Soil Biological Quality index (QBS-ar): 15 years of application at global scale", *Ecological Indicators*, 2017 (doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.030)
- [5] <https://www.excaliburproject.eu/>
- [6] <https://scienzadelsuolo.org/QBS-ar.php>
- [7] http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/GSOBI-21/DAY3/PS3/14-15/4_DAvino_ID151.pdf
- [8] <https://ejpsoil.eu/>

biamo solo incrementare i servizi ecosistemici importantissimi che il suolo può dare all'uomo (nutrizione, materiali, depurazione, spiritualità del paesaggio eccetera), ma che è necessario preservare *in primis* la salute e l'integrità della vita nel suolo, affinché ciò possa continuare ad avvenire. Proprio in questa direzione e in risposta alle minacce che il suolo subisce, quali ad esempio il consumo o l'impoverimento drammatico della biodiversità, ogni sforzo per preservarla, compiuto dalla ricerca e dalla politica risulta estremamente attuale ed opportuno.

<https://www.creafuturo.eu/it/3674/>

Il concetto che, fortunatamente, si sta diffondendo sempre più è che non dobbiamo solo incrementare i servizi ecosistemici importantissimi che il suolo può dare all'uomo (nutrizione, materiali, depurazione, spiritualità del paesaggio eccetera), ma che è necessario preservare in primis la salute e l'integrità della vita nel suolo, affinché ciò possa continuare ad avvenire.

L immagine che ho proposto nella suggestione iniziale ci porta, infine, a riflettere su un terzo aspetto. **Se la vita nel suolo segue la forma della ramificazione di una radice, questo comporta che la distribuzione della vita del suolo non è casuale, ma aggregata.** E questo risulta chiaro se pensate a un formicaio, un alveare o un gruppo di animali del suolo che si moltiplica in presenza di sostanza organica in decomposizione. Immaginate ora di essere un alieno che vuole stimare quanti uomini ci sono sulla terra e prende a caso delle aree campione: se preleva uno o più campioni a Mumbai oppure in Antartide il suo valore sarà molto diverso. Moltiplicate questo concetto per tutte le scale d'interpretazione della vita nel suolo, dai batteri fino alle talpe e capirete che è impossibile identificare una dimensione unica del campione o un numero di repliche valido e sufficiente per ogni osservazione. Lo studio della biodiversità nel suolo affronta quotidianamente queste sfide transdisciplinari. Nell'ambito della società italiana di scienza del suolo coordino insieme a tre colleghi un gruppo di lavoro che mira a standardizzare e promuovere un metodo sulla qualità biologica del suolo basato sui microartropodi [6], presentato al Global Symposium of soil biodiversity [7], e anche a livello europeo nell'ambito del programma EJP soil [8] stiamo lavorando per diffondere la cultura della tutela della biodiversità del suolo. Il concetto che, fortunatamente, si sta diffondendo sempre più è che non dob-





Il suolo... è speciale

di Sergio Pellegrini, CREA Centro Agricoltura e Ambiente

Come la diversa caratterizzazione dei suoli può influenzare la qualità e la quantità delle produzioni? In che modo aumentare la conoscenza del suolo, della sua variabilità spaziale e delle proprietà funzionali porta ad un'agricoltura italiana più sostenibile? Determinare la diversa attitudine dei suoli alla coltivazione di tutte quelle specie per le quali sono note le caratteristiche funzionali, consente da una parte di ottenere buoni risultati produttivi – anche riducendo input esterni, laddove le condizioni siano favorevoli – dall'altra di individuare eventuali criticità, adottando di conseguenza strategie sito-specifiche (agricoltura di precisione) e di gestione agronomica del suolo e della coltura (es., lavorazioni, concimazione, irrigazione, drenaggio), sia in fase di pre- che di post-impianto, per mantenere o ripristinare condizioni favorevoli di coltivazione.

La prima volta in cui avrei dovuto capire che i suoli non sono tutti uguali ero ancora un bambino. In un caldo pomeriggio estivo mio nonno mi chiese di accompagnarlo a vedere un appezzamento di terreno che gli avevano proposto di acquistare. Arrivati sul posto, prese una vanga e l'affondò in terra, estrasse le zolle e si chinò sulle ginocchia malferme a osservarle, annusarle e disgregarle con le mani. Non comprò mai quel terreno. Il suo giudizio fu impietoso: "questa terra è bianca e fa troppa polvere". Senza saperlo avevo assistito a un rudimentale, totalmente empirico, processo di valutazione del suolo. Sono poi trascorsi una ventina di anni prima che questo ricordo riaffiorasse dalla memoria. E ciò è successo quando, da borsista dell'allora Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze, mi trovai a osservare la carta dell'attitudine dei suoli argillosi della Valdera (Toscana) alla coltivazione del frumento duro. Da quel momento lo studio e l'attività di campa-

gna, connessi a una serie di progetti di ricerca, non hanno potuto che confermare quella originaria – se vogliamo ingenua – sensazione di stupore: **"ma allora ogni suolo è unico e speciale!"**. Negli anni, sono stati condotti diversi studi finalizzati alla valutazione dei suoli, da cui è emerso, ad esempio, che nel veronese un tipo di tabacco, il Virginia Bright, dà il meglio di sé quando è coltivato su suoli profondi e con elevata macroporosità, caratteristiche che garantiscono il rapido drenaggio dell'acqua in eccesso e un'alta disponibilità di ossigeno. Oppure che il pregiato tartufo bianco (*Tuber magnatum*) riesce a insediarsi e fruttificare con maggior successo in suoli subcalcalini, con tessitura grossolana e un'elevata percentuale di macropori ben connessi fra loro, condizioni che si verificano in aree caratterizzate da notevole dinamismo e rideposizione caotica delle particelle solide, quali ad esempio versanti in erosione e aree in frana o prossime agli argini fluviali. Studi di valutazione attitudinale dei suoli hanno, poi, avuto per oggetto colture quali la patata, il noce da legno, il frassino, il nocciolo e le due specie arboree simbolo dell'agricoltura italiana e mediterranea, la vite e l'olivo, contribuendo a individuare gli strumenti operativi per una corretta gestione del

suolo, sia a scala aziendale che territoriale (comunale, consortile, provinciale). Esempi di ciò sono stati gli studi di valutazione attitudinale dei suoli della provincia di Siena alla coltivazione di vite e olivo, condotti dall'allora Centro di ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia di Firenze (Fig. 1) così come la caratterizzazione e lo studio dei caratteri funzionali alla viticoltura dei suoli dell'azienda Barone Ricasoli a Brollo (Gaiole in Chianti, Siena).

I dati ottenuti in 69 vigneti sperimentali hanno permesso di individuare le qualità del suolo che controllano il risultato viticolo ed enologico del Sangiovese, il vitigno alla base della produzione di molti vini DOGC toscani (Brunello di Montalcino, Chianti classico, Rosso di Montepulciano). È emerso, quindi, che tra i caratteri funzionali in grado di caratterizzare maggiormente le aree con migliore attitudine ci sono proprietà fisiche quali la pietrosità, la profondità del suolo, la tessitura, l'acqua disponibile per le piante e il drenaggio.

Queste ricerche, comunque, non hanno avuto come unico fine l'incremento delle conoscenze sui suoli, sulle loro proprietà funzionali e sulla loro variabilità spaziale in vista dell'aumento della quantità e della qualità delle produzioni. Pari importanza è stata riservata agli aspetti di protezione del suolo nei confronti di fenomeni di degradazione quali l'erosione idrica. In Figura 1 è possibile osservare come alcune aree caratterizzate da difficoltà gestionali, imputabili, ad esempio, a pendenze ele-

vate, presenza di suoli poco profondi o eccessivamente pietrosi, corrispondono a porzioni di territorio con forte vocazione viticola ma, allo stesso tempo, con alto rischio di erosione.

Aumentare la conoscenza del suolo, della sua variabilità spaziale e delle proprietà funzionali all'incremento della quantità e della qualità delle diverse produzioni è importante per un'agricoltura italiana più sostenibile.

Abbinando al rilievo pedologico (la pedologia è la scienza che studia la composizione, la genesi e le modificazioni del suolo, dovute sia a fattori biotici che abiotici) tradizionale, l'utilizzo dei sensori geofisici remoti (immagini satellitari multispettrali) e prossimi (induzione elettromagnetica – EMI, e spettroscopia a raggi gamma) e della tecnologia GIS (Geographic Information Systems) è stato possibile acquisire e gestire una grande mole di informazioni, consentendo una più agevole mappatura dei suoli, a scale di sempre maggiore dettaglio. Ciò ha agevola-

to la determinazione del diverso grado di attitudine dei suoli alla coltivazione di tutte quelle specie per le quali sono note le caratteristiche funzionali; dove le condizioni sono favorevoli è possibile avere buoni risultati produttivi anche con la riduzione di input esterni, aumentando così la sostenibilità ambientale economica e sociale. Ha reso possibile l'individuazione di eventuali criticità e la conseguente adozione di strategie sito-specifiche (agricoltura di precisione) di gestione agronomica del suolo e della coltura (es., lavorazioni, concimazione, irrigazione, drenaggio), sia in fase di pre- che di post-impianto, per mantenere o ripristinare condizioni favorevoli di coltivazione.

La vite è sicuramente la coltura su cui sono stati condotti il maggior numero di studi e acquisite maggiori conoscenze sulle relazioni tra suolo-pianta. Tali conoscenze saranno utilizzate, nell'ambito di progetti attualmente in corso (Agridigit-SUVISA, GO-PROSIT), per realizzare sistemi di supporto alle decisioni (DSS) a diversa scala spaziale (nazionale, comprensoriale ed aziendale) che guidino l'agricoltore, il tecnico o il decisore politico verso una maggiore attenzione alla sostenibilità ambientale delle produzioni, a partire dalle fasi di pianificazione territoriale e/o di progettazione dei nuovi impianti.

<https://www.creafuturo.eu/it/3695/>

Figura 1 - Carte dell'attitudine dei suoli al vitigno Sangiovese (a sinistra) e della loro difficoltà di gestione (a destra) nella provincia di Siena.

