

## Ricerca di indicatori biologici idonei a monitorare gli effetti dei residui di prodotti fitosanitari nel suolo agricolo

### Contesto e introduzione

In agricoltura, i prodotti fitosanitari (PF) sono frequentemente utilizzati per proteggere le colture dai parassiti e garantire un'elevata produttività. Prima di essere immessi sul mercato, i PF sono soggetti a una procedura di autorizzazione, basata su test standard, per dimostrare che non causino effetti negativi su organismi non bersaglio. Tuttavia, gli ecosistemi naturali sono complessi e il comportamento e l'impatto di una sostanza chimica nell'ambiente potrebbero non essere adeguatamente rappresentati nelle condizioni standard della valutazione prospettiva. Mentre alcuni PF si degradano rapidamente dopo l'applicazione, altri possono persistere come residui nell'ambiente. Inoltre, nei sistemi agricoli si trova spesso non uno, ma una miscela di diversi PF. Pertanto, gli organismi non bersaglio e le loro comunità naturali, che forniscono importanti servizi all'ecosistema, possono essere esposti a molteplici residui di PF e possono subire effetti avversi indesiderati, spesso difficili da prevedere. Il monitoraggio dell'effettiva presenza, persistenza ed effetti dei residui di PF nell'ambiente può essere utile per completare gli approcci attuali.

### Il Piano d'Azione e il progetto ConSoil - un monitoraggio a lungo termine dei residui di PF nei suoli agricoli

Nel 2017, il Consiglio federale ha approvato un Piano d'Azione per ridurre i rischi dei PF e promuoverne l'uso sostenibile. La misura 6.3.3.7 del Piano d'Azione mira a sviluppare un monitoraggio dei residui di PF per valutarne gli effetti sulla fertilità del suolo a lungo termine.

Nell'ambito della misura 6.3.3.7, il progetto ConSoil è stato creato per proporre un concetto di valutazione del rischio a lungo termine dei residui di PF sulla fertilità del suolo. Uno degli obiettivi del progetto ConSoil è sviluppare indicatori biologici per valutare gli effetti dei residui di PF. Gli

indicatori possono essere misurati sia in laboratorio, con campioni di suolo prelevati sul campo, sia tramite indagini ecologiche direttamente sul terreno. In entrambi i casi, gli effetti misurati possono essere strutturali (dimensione della popolazione, composizione della comunità) o funzionali, misurando le attività svolte dagli organismi (ad esempio, la decomposizione della materia organica).

Per scegliere degli indicatori biologici idonei, è necessario rispondere alle seguenti domande: 1) che cos'è la fertilità del suolo? E 2) quali organismi del suolo contribuiscono (maggiormente) alle funzioni ecologiche importanti per la fertilità del suolo?

### 1) Che cos'è la fertilità del suolo?

La definizione di fertilità del suolo è tratta dall'Ordinanza Svizzera contro il deterioramento del suolo del 1° luglio 1998 ed è riassunta nel riquadro 1:

***Riquadro 1:** Un suolo fertile possiede una biocenosi biologicamente attiva, una struttura, una composizione e uno spessore tipici per la sua posizione nonché una capacità di decomposizione intatta. Inoltre le piante possono crescere e svilupparsi indisturbate.*

In altri termini, è necessario preservare le seguenti funzioni ecologiche del suolo:

- Funzione produttiva: capacità del suolo di produrre beni agricoli
- Funzione regolatrice: capacità del suolo di immagazzinare, regolare e filtrare l'acqua, i nutrienti e gli inquinanti.
- Funzione di spazio vitale: capacità del suolo di fornire le condizioni e le risorse necessarie agli organismi e di contribuire alla conservazione della varietà di ecosistemi, specie e caratteristiche genetiche.

### 2) Quali organismi contribuiscono alla fertilità del suolo?

Il suolo è abitato da diversi organismi, quali i microrganismi (ad esempio, funghi, batteri), la mesofauna (ad esempio, microartropodi del suolo), la macrofauna (ad esempio, lombrichi,



isopodi) e le piante, che interagiscono tra di loro in sistemi fortemente connessi. Gli organismi del suolo sono coinvolti in diversi processi ecologici che a loro volta assicurano le funzioni ecologiche del suolo. Per proteggere la fertilità del suolo a lungo termine, è necessario proteggere gli organismi che forniscono le tre funzioni ecologiche che contribuiscono alla fertilità del suolo (cfr. sopra).

Al fine di identificare gli organismi specifici, quali attori importanti per la protezione della fertilità del suolo, il team ConSoil ha prodotto un rapporto tecnico (Dell'Ambrogio et al. 2023), in cui i collegamenti tra i diversi attori e le rispettive funzioni e processi ecologici del suolo sono compilati sulla base delle attuali conoscenze scientifiche, e riassunti nella tabella "Actors to Ecological Soil Functions (AESF)".

## La tabella "AESF"

Nella letteratura scientifica, il ruolo degli organismi del suolo nel funzionamento dell'ecosistema è descritto usando diverse classificazioni, in contesti e obiettivi diversi. Pertanto, è stato necessario vagliare la pertinenza delle informazioni disponibili e integrarle in una classificazione comune, la quale è stata basata sul concetto di servizi ecosistemici (cfr. Riquadro 2):

Per produrre la tabella AESF, sono stati applicati i seguenti passaggi (cfr. Figura 1):

- 1) Integrazione del concetto di fertilità del suolo nel CICES: collegamento delle funzioni ecologiche del suolo ai servizi ecosistemici (livello Sezione)
- 2) Selezione dei servizi ecosistemici (livello Classe) in base alla loro rilevanza per la fertilità del suolo <sup>1</sup>
- 3) Integrazione delle informazioni della letteratura scientifica nel concetto CICES (livello Classe) <sup>2</sup>
- 4) Aggiunta del concetto di Processo alle Classi di servizi ecosistemici <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Poiché il CICES ha un contesto ampio, solo le Classi considerate rilevanti per il progetto ConSoil sono state selezionate.

<sup>2</sup> I passaggi da 3 a 5 si basano sulla letteratura scientifica: i Processi riflettono il ruolo diretto svolto dagli Attori, che contribuiscono alle Classi di servizi ecosistemici. Sebbene sia

## 5) Attribuzione degli Attori ai Processi <sup>2</sup>

**Riquadro 2:** I servizi ecosistemici sono definiti come i benefici che gli esseri umani ricevono dal funzionamento dell'ecosistema e sono utilizzati come un importante strumento di comunicazione per le parti interessate. La classificazione più recente è la Classificazione Internazionale Comune dei Servizi Ecosistemici (CICES - <https://cices.eu/> - in inglese), dove i servizi ecosistemici possono essere classificati in diversi livelli di dettaglio secondo una struttura gerarchica. La classificazione in Sezioni fornisce il livello di dettaglio più basso, mentre le Classi forniscono il livello di dettaglio più elevato.

## Conclusioni e Prospettive

Mentre l'attribuzione degli Attori ai Processi e ai servizi ecosistemici si basa sulle conoscenze scientifiche, i servizi ecosistemici da proteggere devono essere scelti di comune accordo con i responsabili delle decisioni. A tal fine, le Classi di servizi ecosistemici saranno classificate in base alla loro importanza per la fertilità del suolo, utilizzando i risultati di un questionario sottoposto a stakeholder ed esperti del settore agricolo (politica, mondo accademico, utilizzatori del terreno). Gli Attori saranno classificati in base al numero di connessioni che possiedono con i servizi ecosistemici classificati e la selezione degli indicatori biologici più adatti coprirà al meglio gli attori prioritari per la fertilità del suolo.

difficile quantificare il contributo relativo di ciascun Attore, le informazioni raccolte forniscono una panoramica dei legami qualitativi tra Attori e Processi.

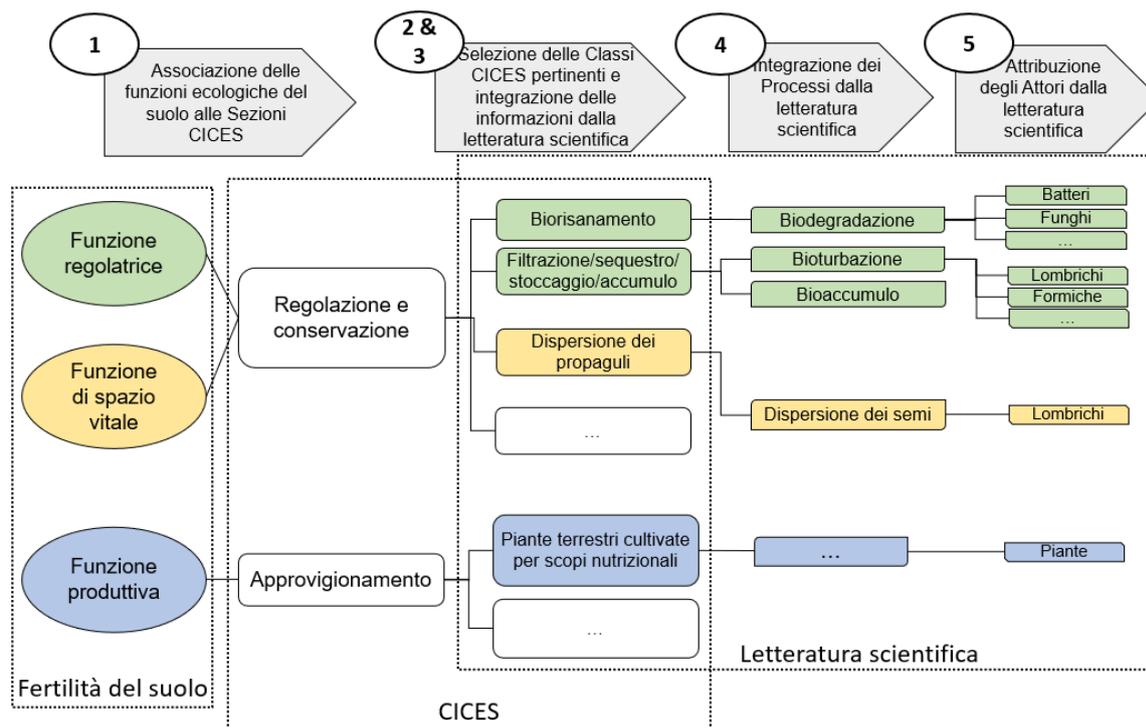


Figura 1: Procedura per fasi, applicata per la realizzazione della tabella AESF, che illustra i collegamenti tra le funzioni ecologiche del suolo, i servizi ecosistemici (SE), i processi e gli attori (organismi del suolo), con alcuni esempi. Le funzioni ecologiche del suolo sono codificate a colori: blu = funzione produttiva, giallo = funzione di spazio vitale, verde = funzione regolatrice. I SE sono definiti sulla base della Classificazione Internazionale Comune dei Servizi Ecosistemici (CICES - <https://cices.eu/>). I processi e il loro legame con gli attori si basano sulla letteratura scientifica. Per la descrizione dettagliata della procedura, si veda Dell'Ambrogio et al. 2023.

## Glossario

- Attori:** Termine più ampio per definire diversi gruppi ecologici e tassonomici di organismi del suolo, ad esempio piante, lombrichi, batteri.
- Funzioni ecologiche del suolo:** Risultano dal normale funzionamento dell'ecosistema del suolo che, nel contesto della fertilità del suolo secondo la Strategia Nazionale Svizzera per il Suolo, corrispondono alla funzione produttiva, regolatrice e di spazio vitale.
- Processi ecologici del suolo:** Azioni e interazioni degli organismi del suolo con il loro ambiente che contribuiscono alle funzioni ecologiche del suolo.

➤ Per maggiori informazioni riguardo la selezione dei bioindicatori, cfr: Dell'Ambrogio G., Renaud M., Campiche, S., Marti-Roura, M. Ferrari, B. (2023). *Selection of a bioindicator toolbox for monitoring effects of plant protection products residues Part 1 – Linking ecological soil functions and soil organisms*. Swiss Centre for Applied Ecotoxicology, Dübendorf and Lausanne, Switzerland.

- Contatto : Mathieu Renaud, Centro Ecotox
- Progetto ConSoil: <https://ecotoxcentre.ch/projects/soil-ecotoxicology/monitoring-concept-for-plant-protection-products-in-soils>



Table 1: Sintesi della tabella AESF che mostra i legami risultanti tra Attori (colonne) e Classi di servizi ecosistemici (righe). I numeri indicano il numero di processi svolti dagli Attori, cioè il numero di occorrenze dell'Attore, per ciascuna Classe di servizi ecosistemici. Le funzioni ecologiche del suolo sono codificate a colori: blu = funzione produttiva, giallo = funzione di spazio vitale, verde = funzione regolatrice.

	Lombrichi	Batteri	Piante	Funghi	Enchitreidi	Collemboli	Micorrize	Formiche	Nematodi	Acari	Protozoi	Coleotteri	Isopodi	Diplopodi	Microalghe	Gasteropodi	Insetti	Archaeobatteri	Ragni	Virus
Piante terrestri coltivate, fibre o altri materiali provenienti da piante coltivate, prodotti per scopi nutrizionali, per uso diretto o trasformazione, o come fonte di energia			1																	
Semi, spore e altri materiali vegetali raccolti per il mantenimento o la costituzione di una popolazione			1																	
Dispersione dei propaguli	2				1	1			1	1		1	1	1						
Impollinazione		1					1													
Mantenimento delle popolazioni riproduttrici (« nursery population ») e degli habitat, compresa la protezione del patrimonio genetico	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Biorisanamento	1	1	1	1		1	1		1											
Filtrazione/sequestro/stoccaggio/accumulo di sostanze tossiche	2	1	1	1	2	1	1	2	2			1				1				
Controllo del tasso di erosione	2	1	3	1	2	1	1	2	2						1					
Ciclo idrologico e regolazione dei flussi d'acqua	4	1	3	1	4	2	1	3	3	1			1	1	1					
Controllo dei parassiti e delle malattie	3	6	3	6	1	3	2	1	1	2	4						2	1	1	1
Processi di degradazione (weathering)		1	1	1			1													
Processi di decomposizione e di fissazione	5	4	4	4	5	4	2	2	2	3	2		1	1	1			1		
Regolazione dello stato chimico delle acque dolci	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1		1				1				