

Come sta la terra?

Ce lo dicono gli indicatori biologici

Il biomonitoraggio serve a conoscere la salute e la qualità del suolo attraverso gli organismi viventi che lo popolano: **indicazioni preziose su degrado e inquinamento**

CRISTINA MENTA, FEDERICA D. CONTI - Dipartimento di Bioscienze, Università di Parma

MARINA GUERMANDI, FRANCESCA STAFFILANI - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regione Emilia-Romagna

Oltre a essere il mezzo strutturale che sostiene la biosfera e le infrastrutture umane, il suolo è il fondamento di tutti gli ecosistemi terrestri. Fornisce cibo, biomassa e materie prime, funge da substrato per le attività umane, è un elemento del paesaggio e svolge un ruolo fondamentale come habitat e pool genico (vedi la Comunicazione della Commissione europea 2006/231). Tali funzioni sono troppo spesso date per scontate e poiché generalmente il degrado del suolo è un processo lento, è particolarmente difficile sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza di un uso sostenibile di tale risorsa (sempre dall'Europa Com. 2012/46). I servizi ecosistemici forniti dal suolo sono dovuti principalmente agli organismi viventi che lo popolano. Essi svolgono un ruolo primario nella formazione del suolo (pedogenesi), nella decomposizione

e trasformazione della sostanza organica, nei cicli di carbonio, azoto, fosforo, zolfo e acqua, nel rilascio di elementi disponibili per piante e altri organismi (micronutrienti), nel controllo del regime delle acque, nell'attenuazione della contaminazione chimica e biologica e nella conservazione del patrimonio genetico.



Particolare di una zolla di terreno

Una risorsa non rinnovabile

La degradazione del suolo comporta numerose conseguenze: il declino della fertilità, del contenuto in sostanza organica e in carbonio organico, la perdita di biodiversità, la riduzione della ritenzione idrica, l'alterazione dei cicli dell'acqua, dei nutrienti e dei gas e infine la minor capacità di degrado dei contaminati. Tali processi sono essenzialmente legati all'antropizzazione; anche i fenomeni naturali, quali frane ed erosione, sono spesso innescati dall'intervento umano sul territorio. L'intensificazione dei sistemi di produzione agricola, l'abbandono delle pratiche tradizionali (compatibili con il mantenimento della fertilità e della biodiversità), le attività industriali spesso concentrate in aree localizzate, lo sviluppo urbano incontrollato, le attività turistiche non sostenibili, i cambiamenti climatici e le variazioni di uso del suolo stesso possono dare luogo a fenomeni che ne limitano o inibiscono totalmente la funzionalità. La Strategia tematica europea per la protezione del suolo individua tra le minacce più gravi anche la perdita di biodiversità. Sebbene ciò possa manifestarsi anche in tempi molto brevi (ad esempio: incidenti industriali, eventi meteorologici estremi) generalmente, a causa della resilienza dei nostri suoli, i problemi si evidenziano quando sono in stato avanzato o quando diventa economicamente poco sostenibile il ripristino. A questi livelli anche la capacità di adattamento e la fondamentale azione di mitigazione degli agenti alteranti svolta dagli organismi edafici è ridotta o in casi estremi, annullata.

Un micromondo in una manciata di terreno

Il degrado e l'inquinamento di un suolo sono quantificati attraverso analisi di tipo chimico e fisico, ma negli ultimi anni è emersa la necessità di studiare gli organismi che lo popolano e ne garantiscono la funzionalità. Quando i fattori del suolo influenzano la comunità che lo popola, quest'ultima può contenere informazioni relative alle caratteristiche del suolo stesso. In relazione a ciò, l'uso ripetuto di bioindicatori nei programmi di monitoraggio può essere un ottimo strumento per la valutazione dei cambiamenti ambientali in uno stadio precoce o nella valutazione dell'efficacia di opere di bonifica

e risanamento. Le informazioni relative alla qualità ambientale e alle variazioni che avvengono in un ecosistema possono essere ottenute da diversi livelli di organizzazione biologica (dalle proteine all'intero organismo). I più semplici, i biomarker, consentono la misura di variabili biochimiche e fisiologiche negli individui e nei loro prodotti di escrezione; i bioindicatori, organismi con specifiche richieste ecologiche, forniscono indicazioni relative ai cambiamenti ambientali; le comunità, che rappresentano i livelli di complessità più elevata, consentono di ottenere informazioni riguardanti l'intera zoocenosi e le relazioni che la caratterizzano; infine gli indici, insieme integrato di più indicatori, permettono di avere informazioni sintetiche da più parametri fornendo però un grado di risposta meno specifico. Oltre agli organismi bioindicatori, che segnalano i cambiamenti all'interno di un ecosistema, vi sono i bioac-



Sopra a sinistra, *Pauropode*, organismo microscopico del suolo. A destra, ragno del suolo



Sopra a sinistra, *Coleottero* adattato al suolo. A destra *Isopodi* detti comunemente *porcellini di terra*

cumulatori che assimilano dal suolo, acqua e atmosfera quantità misurabili di elementi chimici o di composti xenobiotici. Generalmente sono scelti tra le specie in grado di tollerare elevate concentrazioni di inquinanti, per valutazioni sull'inquinamento ambientale. Tra gli indici biologici del suolo si ricordano quelli legati all'attività dei microrganismi quali biomassa microbica, l'attività respiratoria e enzimatica del suolo e gli indicatori e indici basati sulle piante, protozoi e su alcuni gruppi appartenenti alla fauna del suolo come nematodi, lombrichi, molluschi e artropodi. La biomassa microbica del suolo, trattata come un'intera entità e comprendente batteri, attinomiceti, funghi, alghe e protozoi, rappresenta un buon indicatore di qualità del suolo poiché questi microrganismi sono coinvolti nei cicli dei nutrienti e nel funzionamento del suolo. Come indicazione di efficienza del sistema e di qualità possono



Mente

Mente

Dall'alto, piccolo Ragno della lettiera, sotto, Diplopede

essere misurate le attività enzimatiche correlate al ciclo dell'azoto, del carbonio, del fosforo e dello zolfo, essendo gli enzimi direttamente responsabili della catalisi di numerose reazioni di demolizione della sostanza organica e di ricircolo dei nutrienti.

Gli indici basati su singole specie o su intere comunità vegetali possono essere usati per diverse funzioni: monitoraggio ambientale, valutazione dei cambiamenti climatici, analisi della biodiversità degli ecosistemi, analisi di naturalità e antropizzazione, conservazione ambientale, ingegneria naturalistica, gestione di pascoli e foreste, reti ecologiche.

Gli invertebrati terrestri possono essere inseriti in programmi di monitoraggio per la valutazione del livello di inquinamento o di disturbo di un suolo ma devono possedere alcuni requisiti: essere comuni in aree urbane e rurali durante la maggior parte dell'anno e facili da raccogliere e identificare, preferibilmente direttamente in campo; contenere concentrazioni di elementi in traccia relative al livello di esposizione; avere dimensioni sufficienti da permettere l'analisi chimica degli elementi con una certa facilità; un'ampia distribuzione geografica, per consentire la comparazione con altre aree. Inoltre non devono migrare su lunghe distanze; non devono essere uccisi da moderate concentrazioni di metalli o altri elementi tossici.

La loro biologia deve essere sufficientemente conosciuta (ad esempio il comportamento alimentare, la fecondità, l'abbondanza stagionale), devono essere disponibili risultati sperimentali di laboratorio, riguardanti le risposte della specie alle sostanze tossiche.

Arrivando a soddisfare parecchi di questi requisiti, tra gli organismi individuati come indicatori troviamo alcune specie di gasteropodi, lombrichi, isopodi, insetti, miriapodi e aracnidi. L'organizzazione internazionale per la standardizzazione (Iso) sta già utilizzando la mesofauna tra i metodi di valutazione del suolo

L'indice Qbs-ar per studiare la qualità biologica

Tra i vari metodi proposti (Apat, Rti Ctn_tes1/2004), un approccio innovativo è stato sviluppato dall'Università di Parma nel 2001, attraverso l'ideazione dell'indice Qbs-ar. Tale indice descrive il livello di naturalità o

**EMI: INDICE ECOMORFOLOGICO - PUNTEGGIO
COMPRESO TRA 1 E 20 IN RELAZIONE
AL GRADO DI ADATTAMENTO SUOLO QBS:
SOMMATORIA DEI SINGOLI EMI**

Gruppo	EMI
Pseudoscorpioni	20
Palpigradi	20
Opilioni	10
Araneidi	1-5
Acari	20
Isopodi	10
Diplopodi	10-20
Pauropodi	20
Sinfili	20
Chilopodi	10-20
Proturi	20
Dipluri	20
Collemboli	20
Microcoryphia	10
Zygentomata	10
Dermatteri	1
Ortotteri	1-20
Embiotteri	10
Blattari	5
Psocotteri	1
Emitteri	1-10
Tisanotteri	1
Coleotteri adulti	1-20
Coleotteri larve	10
Imenotteri	1-5
Ditteri adulti	1
Ditteri larve	10

degrado di un suolo attraverso l'analisi della comunità di microartropodi presente (Parisi, 2001; Parisi *et al.*, 2005). I microartropodi del suolo, organismi di dimensioni comprese tra 100 µm e 2 mm, presentano una serie complessa di adattamenti morfologici e fisiologici all'ambiente edafico che li rende particolarmente sensibili alle variazioni degli equilibri chimico-fisici che in un suolo possono avvenire a seguito di processi di degrado e inquinamento.

Gli artropodi del suolo assumono un ruolo fondamentale nei processi di traslocazione e triturazione della sostanza organica, di scavo e creazione di gallerie (processo chiamato bioturbazione), insieme ai lombrichi, di regolazione e dispersione della microflora batterica

e fungina, e sono infine importanti predatori della micro e mesofauna (Menta, 2008). Maggiore è il grado di adattamento dei microartropodi al suolo, minore è la loro capacità di abbandonarlo in caso di perturbazioni, inquinamento o degrado e, di conseguenza, è maggiore la loro vulnerabilità.

La presenza o l'assenza degli organismi più adattati al suolo diventa perciò un buon indicatore del livello di disturbo del suolo. Per l'applicazione dell'indice Qbs-ar viene utilizzata una tabella di riferimento riportante punteggi definiti EMI (Indice ecomorfologico) che vanno dal valore 1 (forma non adattata al suolo) al 20 (forma completamente adattata al suolo). Quando in un campione di pedofauna ci sono diverse forme biologiche appartenenti allo stesso gruppo, si tiene conto del valore di EMI più elevato nel calcolo dell'indice Qbs-ar.

Rilevamenti in Emilia-Romagna

Le analisi sulla qualità biologica del suolo attraverso l'applicazione dell'indice Qbs-ar nel territorio regionale sono state condotte dagli esperti dell'Università di Parma. Nel luglio del 2013 la Regione Emilia-Romagna ha aderito al progetto europeo Life HelpSoil che ha lo scopo di dimostrare e promuovere pratiche di Agricoltura Conservativa con l'obiettivo tra gli altri di migliorare le funzioni ecologiche del suolo (sequestro di carbonio, aumento della fertilità biologica, protezione dall'erosione). Nel progetto, di durata quadriennale (2014-2017), sono coinvolte quattro aziende agricole regionali nelle quali viene monitorata anche la fertilità biologica del suolo attraverso l'uso dell'indice Qbs-ar.

Nel 2015 è stata avviata una collaborazione tra la Regione e il dipartimento di Bioscienze dell'Università di Parma con l'obiettivo di raccogliere dati pregressi sulla qualità biologica dei suoli regionali. In questo modo la banca dati regionale dei suoli è stata arricchita di circa 100 siti, campionati e analizzati per la determinazione dell'indice Qbs-ar dall'Università di Parma in lavori su suoli forestali e agricoli, a cui si aggiungono 35 nuovi siti campionati nella primavera del 2015. L'obiettivo è verificare la variabilità dell'indice Qbs-ar e stabilire dei valori di riferimento regionali per studiarne l'evoluzione nel tempo e che consentano di evidenziare situazioni di degrado o inquinamento. ■