

Bruno Tinti
Luana Pagliaccio
Elisabetta Grazia Contella

TECNICHE BIOLOGICHE DI CONTROLLO AMBIENTALE

di suolo, aria e acqua

Per i corsi biotecnologici ambientali

Capitolo 1. Analisi microbiologica del suolo

Capitolo 2. Tecniche biologiche di controllo dell'aria e delle superfici

Capitolo 3. I bioindicatori della qualità delle acque

Allegati

1. Macroinvertebrati bentonici: fiumi guadabili; scheda rilevamento microhabitat
2. Macroinvertebrati bentonici: elenco idroecoregioni e relative superfici di campionamento
- 3A. Macroinvertebrati bentonici: chiave dicotomica per il loro riconoscimento
- 3B. Macroinvertebrati bentonici: chiave dicotomica per riconoscimento degli insetti bentonici
4. Macroinvertebrati bentonici: scheda di rilevamento organismi
5. Macroinvertebrati bentonici: esempio di targhetta d'identificazione
6. Diatomee bentoniche: microfotografie di alcune specie che caratterizzano le cinque classi di qualità biologica delle acque correnti
7. Diatomee bentoniche: scheda di campionamento per l'applicazione dell'EPI-D
8. Diatomee bentoniche: elenco delle specie per il calcolo dell'EPI-D
9. Macrofite dei corsi d'acqua: scheda di rilevamento
10. Macrofite dei corsi d'acqua: esempio di targhetta d'identificazione
11. Macrofite dei corsi d'acqua: elenco dei taxa indicatori IBMR
12. Fanghi attivi: scheda per l'analisi della microfauna e il calcolo dell'indice SB

PICCIN

Opera coperta dal diritto d'autore – tutti i diritti sono riservati.

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

ISBN 978-88-299-3456-0

© 2023, by Piccin Nuova Libreria S.p.A.
Padova www.piccin.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2023
presso Press Up s.r.l. di Roma
per conto di Piccin Nuova Libreria S.p.A. di Padova

Immagini in copertina:

- In alto a sx: plecoterro (ord. *Plecoptera*). Foto gentilmente concessa dalla www.Acremar.it.
- In alto a dx: *Spirogyra* sp. Microfotografia acquisita in campo chiaro. Dall'archivio dell'ISTVAS di Ancona.
- In basso a sx: osservazione al microscopio e proiezione su monitor di frustolo di diatomea. Foto dall'archivio dell'ISTVAS di Ancona.
- In basso a dx: *Xanthoria parietina*. Foto dall'archivio dell'ISTVAS di Ancona.

In un periodo in cui
le conoscenze consolidate
e universalmente accettate
sembrano cedere, rispetto
al fiorire delle pseudoscienze
e alla mistificazione della realtà,

dedichiamo questo libro

a tutti coloro che s'impegnano
nella ricerca scientifica
rivolta al miglioramento
delle condizioni umane
nel rispetto
di tutti gli esseri viventi
e di un pianeta
che appare sempre
più piccolo e fragile.

PREFAZIONE

Nella seconda metà del diciannovesimo secolo, l'invenzione del motore a scoppio, la grande disponibilità di combustibili fossili e l'utilizzo dell'energia elettrica hanno creato i presupposti per avviare la "seconda rivoluzione industriale", una fase storica che ha modificato profondamente la vita umana e il rapporto dell'uomo con la natura. Nuove tecnologie, nuovi strumenti e la disponibilità di notevoli quantità di beni di ogni genere hanno prodotto un grande benessere sociale e una crescita esponenziale della popolazione umana che, nell'arco di cent'anni, è passata da 1,5 miliardi a oltre 8 miliardi d'individui. Tutto questo è avvenuto con poche regole e ha comportato enormi problemi ambientali, in quanto ha richiesto un grande consumo di risorse naturali e introdotto nella biosfera immense quantità di inquinanti. Alterazioni rilevanti sono state prodotte in tutti gli ambienti; anche gli habitat più lontani dai territori antropizzati, come le zone ad alte quote e polari, portano ormai i segni del degrado.

Sotto la spinta della maggior parte degli addetti ai lavori, concordi nel ritenere insostenibile per il nostro pianeta uno sviluppo economico come quello attuale, nella società e nelle istituzioni internazionali sta progressivamente aumentando la sensibilità nei confronti delle questioni ambientali. La salvaguardia della natura è ormai divenuta un punto cardine di tutte le scelte economiche per la generazione attuale, ma soprattutto per quelle future. L'impatto prodotto dall'uomo nei confronti della natura è stato devastante e continua a esserlo. In molte situazioni non sarà possibile ripristinare le condizioni preesistenti al degrado prodotto dalle attività umane, tuttavia, molto si può e si potrà fare per recuperare gli ambienti non ancora perduti e salvaguardare quelli che possono ancora ritenersi integri o pressoché tali.

Per fare questo, però, è necessario che tutte le istituzioni siano sostenute da una reale volontà nel promuovere un efficace contrasto al degrado ambientale e che siano attivate le risorse, per mettere in atto tutti gli interventi necessari a invertire la "rotta". Purtroppo, non tutti i Paesi sono intenzionati a procedere verso lo sviluppo di un'economia più sostenibile. La speranza è che i problemi che stanno emergendo, possano costituire un deterrente tale da indurre anche i Paesi recalcitranti a indirizzarsi in modo più efficace verso una transizione dell'economia più rispettosa dell'uomo e dell'ambiente nel suo complesso.

Una fase di grande importanza nella strategia per la salvaguardia della natura è il monitoraggio delle matrici ambientali (suolo, aria e acqua). Il controllo ambientale permette di valutare: il livello della qualità degli ecosistemi indagati, gli effetti prodotti dalle attività umane sull'ambiente, le modalità con cui intervenire per recuperare le situazioni compromesse, i potenziali effetti sulla salute (umana e animale) prodotti dagli inquinanti ambientali e dal degrado degli ecosistemi. Nel monitoraggio ambientale possono essere indagati parametri chimici, fisici, biologici e microbiologici.

La normativa attuale dà una notevole importanza al monitoraggio biologico e, in diverse situazioni, anche a quello microbiologico. Le indagini fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche non sono tra loro antitetiche; al contrario, se opportunamente integrate tra loro, sono in grado di fornire dati molto più completi e significativi rispetto alle indagini di un solo tipo.

Il presente lavoro ha lo scopo di fornire agli studenti gli strumenti per realizzare esercitazioni in condizioni di massima sicurezza ed è destinato principalmente ai corsi "biotecnologici ambientali"; si sviluppa su tre capitoli in cui sono illustrate le principali metodologie biologiche e microbiologiche impiegate nel controllo della qualità del suolo, dell'aria e dell'acqua:

- Capitolo 1: il suolo, con sette esercitazioni.
- Capitolo 2: l'aria, con quattro esercitazioni.
- Capitolo 3: l'acqua, con cinque esercitazioni.

Ogni capitolo è costituito: da una parte iniziale, in cui sono sviluppati gli aspetti teorici propedeutici alle attività laboratoriali; da una parte pratica, nella quale sono descritte alcune esercitazioni che saranno svolte in parte sul campo e in parte nei laboratori scolastici. Nella parte finale del libro è inserita un'ampia appendice in cui sono contenuti gli allegati che costituiscono il materiale di base per lo svolgimento delle esercitazioni biologiche e microbiologiche ambientali.

Alcune esercitazioni sono di semplice realizzazione, altre presentano un'elevata complessità, per cui è richiesta un'accurata progettazione, un'attenta esecuzione e una precisa rielaborazione matematica. Le indagini biologiche sui corsi d'acqua, in particolare, richiedono una competenza specifica e approfondita, pertanto, potranno risultare didatticamente efficaci solo se nella loro realizzazione saranno correttamente seguite le linee guida indicate dagli organismi scientifici (ISPRA, ARPA, ecc.) preposti alla loro messa a punto.

INDICE GENERALE

CAPITOLO 1. ANALISI MICROBIOLOGICA DEL SUOLO 1

- 1.1. INTRODUZIONE 1
- 1.2. INDAGINI MICROBIOLOGICHE SUL SUOLO 2
- 1.3. IL CICLO DELL'AZOTO 2
- 1.4. IL CAMPIONAMENTO DEL SUOLO 3
 - 1.4.1. I tipi di campionamento 3
 - 1.4.2. Le fasi del campionamento 4

ESERCITAZIONI

- 1.1. Isolamento delle colonie di batteri del genere *Azotobacter* dal suolo 5
- 1.2. Ricerca dell'attività cellulolitica dei microrganismi del suolo 7
- 1.3. Ricerca della capacità dei microrganismi presenti nel suolo di fermentare carboidrati o polialcoli senza o con produzione di gas 8
- 1.4. Ricerca dei microrganismi fermentanti-ossidanti (O/F) presenti nel suolo 10
- 1.5. Determinazione della concentrazione dei batteri nitrificanti presenti nel suolo con il metodo MPN 11
- 1.6. Determinazione della concentrazione dei batteri nitrificanti presenti nel suolo con il metodo MPN 15
- 1.7. Determinazione della concentrazione dei batteri proteolitici presenti nel suolo con il metodo MPN 17

CAPITOLO 2. TECNICHE BIOLOGICHE DI CONTROLLO DELL'ARIA E DELLE SUPERFICI 19

- 2.1. INQUINAMENTO DELL'ARIA 19
 - 2.1.1. Le conseguenze sull'ambiente fisico dell'inquinamento dell'aria 20
 - 2.1.2. Le conseguenze biologiche dell'inquinamento dell'aria 20
 - 2.1.3. I rimedi a una situazione complessa 21
- 2.2. ARIA CONFINATA 21
 - 2.2.1. Inquinamento microbiologico dell'aria confinata 21
- 2.3. TECNICHE BIOLOGICHE DI CONTROLLO DELL'ARIA CONFINATA 23
 - 2.3.1. Il campionamento attivo 23
 - 2.3.2. Indici di qualità dell'aria 23
 - 2.3.3. Il campionamento passivo 24
- 2.4. IL CAMPIONAMENTO DELLE SUPERFICI 25
- 2.5. TERRENI DI COLTURA E PARAMETRI D'INCUBAZIONE 25
- 2.6. TRASPORTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI 25
- 2.7. INCUBAZIONE DELLE PIASTRE 25
- 2.8. LETTURA DELLE PIASTRE 26
- 2.9. IDENTIFICAZIONE BATTERICA E FUNGINA 26
- 2.10. RICERCA DELLE LEGIONELLE 26

ESERCITAZIONI

- 2.1. Analisi microbiologica dell'aria confinata mediante campionamento attivo 27

- 2.2. Analisi microbiologica dell'aria confinata mediante campionamento passivo 29
- 2.3. Analisi microbiologica delle superfici 31
- 2.4. I licheni come bioindicatori della qualità dell'aria 33

CAPITOLO 3. I BIOINDICATORI DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE 41

- 3.1. INTRODUZIONE 41
- 3.2. LE NORMATIVE EUROPEE E NAZIONALI RELATIVE ALLA TUTELA DELLE ACQUE 43
- 3.3. GLI INDICATORI BIOLOGICI DELLE ACQUE INTERNE 44

ESERCITAZIONI

- 3.1. Macroinvertebrati bentonici; valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua mediante l'IBE 45
- 3.2. Diatomee bentoniche; valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua mediante l'EPI-D 50
- 3.3. Le macrofite nella valutazione della qualità biologica dei corsi d'acqua 61
- 3.4. Determinazione della carica microbica totale nei corsi d'acqua 69
- 3.5. Determinazione dell'indice biotico dei fanghi attivi (SBI) 73

ALLEGATI 79

1. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: fiumi guadabili; scheda rilevamento microhabitat 81
2. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: elenco idroecoregioni e relative superfici di campionamento 82
- 3A. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: chiave dicotomica per il loro riconoscimento 83
- 3B. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: chiave dicotomica per riconoscimento degli insetti bentonici 84
4. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: scheda di rilevamento organismi 85
5. MACROINVERTEBRATI BENTONICI: esempio di targhetta d'identificazione 90
6. DIATOMEE BENTONICHE: microfotografie di alcune specie che caratterizzano le cinque classi di qualità biologica delle acque correnti 91
7. DIATOMEE BENTONICHE: scheda di campionamento per l'applicazione dell'EPI-D 95
8. DIATOMEE BENTONICHE: elenco delle specie per il calcolo dell'EPI-D 96
9. MACROFITE DEI CORSI D'ACQUA: scheda di rilevamento 105
10. MACROFITE DEI CORSI D'ACQUA: esempio di targhetta d'identificazione 108
11. MACROFITE DEI CORSI D'ACQUA: elenco dei taxa indicatori IBMR 109
12. FANGHI ATTIVI: scheda per l'analisi della microfauna e il calcolo dell'indice SBI 113

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 114