



## **Università degli Studi del Molise**

***“LABORATORIO DI ECCELLENZA IN:  
CONSUMO DI BENI: SMALTIMENTO E RICICLAGGIO”***

### ***IL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO E I SUOI UTILIZZI IN AMBITO INDUSTRIALE***

**Docente:**

***Prof. Giuseppe Lustrato***

**Studenti:**

***Davide Cornacchione***

***Gianmarco Meo***

***a.a. 2013/2014***

# IL COMPOSTAGGIO NATURALE

Il **compostaggio naturale** è un processo biologico di tipo aerobico nel corso del quale i microrganismi presenti nell'ambiente degradano i composti organici dei residui animali e vegetali attraverso un processo metabolico. Dopo alcuni mesi si ottiene una sostanza organica ricca di humus definita **compost**.

# COMPOSTAGGIO CONTROLLATO

Si parla di ***compostaggio controllato*** quando ci si riferisce a tecniche messe a punto per sfruttare e ottimizzare ciò che in natura avviene spontaneamente.

La pratica compostaggio viene utilizzata per stabilizzare biologicamente i residui organici convertendoli in un prodotto finale:

- Contenente elementi nutritivi utili al terreno;
- Dotato di elevate proprietà fisiche;
- Igienicamente sicuro ed esente da semi vitali di erbe infestanti.

# FASI

MESOFILA

Crescita della microflora presente

Produzione di calore ed aumento della temperatura

Produzione di acidi organici e diminuzione del pH

TERMOFILA  
T 60-70°C

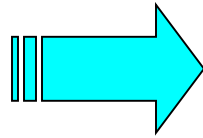
Crescita della **microflora termofila**  
Uccisione di gran parte dei microrganismi patogeni (zoopatogeni e fitopatogeni) ed i semi delle piante infestanti presenti nei materiali. Produzione di  $\text{NH}_3$  e aumento del pH.

RAFFREDDAMENTO  
e MATURAZIONE

Umificazione

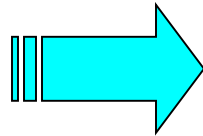
# Il compost, aggiunto ai terreni, svolge 3 azioni fondamentali:

## 1. Azione chimica



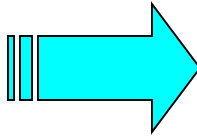
- Fa da vettore al reintegro degli elementi sottratti dalle coltivazioni;
- Conferisce al terreno le caratteristiche adatte alla decomposizione delle sostanze organiche;
- Costituisce una riserva di nutrimento per le colture;
- Rallenta (con azione adsorbente) le migrazioni di contaminanti nell'ambiente

## 2. Azione fisica



- Potenzia la permeabilità dei terreni;
- Evita l'erosione dei terreni;
- Trattiene l'umidità

### 3. Azione biologica



- ✓ Potenzia le colture nella capacità di assimilazione dei componenti naturali dal suolo;
- ✓ Migliora la facoltà di assorbimento dell'azoto da parte delle piante (accelerando il livello di mineralizzazione del terreno)
- ✓ Inoltre la presenza di organismi saprofiti non patogeni conferisce al terreno una particolare refrattarietà alla colonizzazione di eventuali patogeni (potere repressivo).

# Fattori di controllo e indici di evoluzione del processo

✘ **Aerazione o ventilazione:** per evitare l'insorgenza di fermentazioni anaerobiche, i tenori di ossigeno da mantenersi internamente alla massa sono attorno al 3-5%.

Umidità e ventilazione sono interdipendenti; infatti aumentando la ventilazione, aumenta l'evaporazione dell'acqua che a sua volta determina una diminuzione della temperatura. La ventilazione garantisce che il processo avvenga in aerobiosi in ogni parte del cumulo, inoltre provvede a ridurre l'umidità e a ridurre la temperatura che si innalza notevolmente durante il processo.

Tre sono i principali metodi di aerazione attraverso i quali viene fornito ossigeno:

1. Rivoltamento fisico della massa;
2. Presenza di flussi convettivi di aria;
3. Uso di sistemi meccanici di aerazione

✘ **Rapporto C/N:** è tra gli indici più utilizzati per seguire l'evoluzione del processo. Per prodotti di buona qualità tale indice si attesta attorno a 25/35.

Un eccesso di **carbonio** provoca un rallentamento dell'attività microbica e una diminuzione della velocità di rimozione della sostanza organica biodegradabile. Un eccesso di **azoto** genera perdite di ammoniaca per volatilizzazione.

✘ **pH:** i valori ottimali sono compresi nell'intervallo di 5.5 - 8.0, con livelli prossimi alla neutralità e lievemente alcalini preferiti da batteri e attinomiceti mentre acidi per lo sviluppo di funghi e lieviti.



✖ **Temperatura:** è una funzione del processo che, a sua volta, influenza:

✚ la popolazione microbica selezionandola;

✚ l'umidità e le relazioni fra quest'ultima e gli altri parametri di processo.

Un intervallo ottimale di temperatura è compreso tra i 50°C e i 60°C.

$T > 70^\circ\text{C}$  provocano il "*suicidio microbico*", cioè una selezione spinta delle popolazioni microbiche a favore di pochi gruppi batterici.

✖ **Umidità:** i livelli di umidità compatibili con una condizione di aerobiosi sono tra il 40% e il 70% con un intervallo ottimale di 45 - 55% a seconda del metodo di compostaggio, della quantità e tipologia di matrice.

$U < 40\%$ : l'attività microbica decresce via via in modo più marcato

$U > 60\%$ : possono sussistere condizioni anaerobiche (gli spazi liberi della matrice sono bloccati dalla presenza di acqua).

# TECNOLOGIE DI COMPOSTAGGIO

Le tecnologie di compostaggio possono essere raggruppate in tre gruppi generali:

- compostaggio in cumuli periodicamente rivoltati;
- compostaggio in cumuli statici aerati ;
- compostaggio in bioreattori.

## **COMPOSTAGGIO IN CUMULI CON RIVOLTAMENTO DEL SUBSTRATO**

Si attua disponendo la matrice di partenza in cumuli (andane) di forma allungata, normalmente a sezione triangolare o trapezoidale piuttosto stretta, che vengono movimentate o rivoltate periodicamente. L'altezza delle andane varia a seconda del substrato e delle caratteristiche costruttive della macchina rivoltatrice a disposizione.

Il rivoltamento consente:

- Il mescolamento del materiale disgregando le particelle, riducendone la pezzatura ed aumentando la superficie di attacco dei microrganismi;
- Il riformarsi della porosità della matrice;
- Il rilascio del calore accumulato, del vapore acqueo e degli altri gas prodotti nell'atmosfera interna al cumulo;
- Ossigenazione del compost.

## **COMPOSTAGGIO IN CUMULI STATICI AERATI**

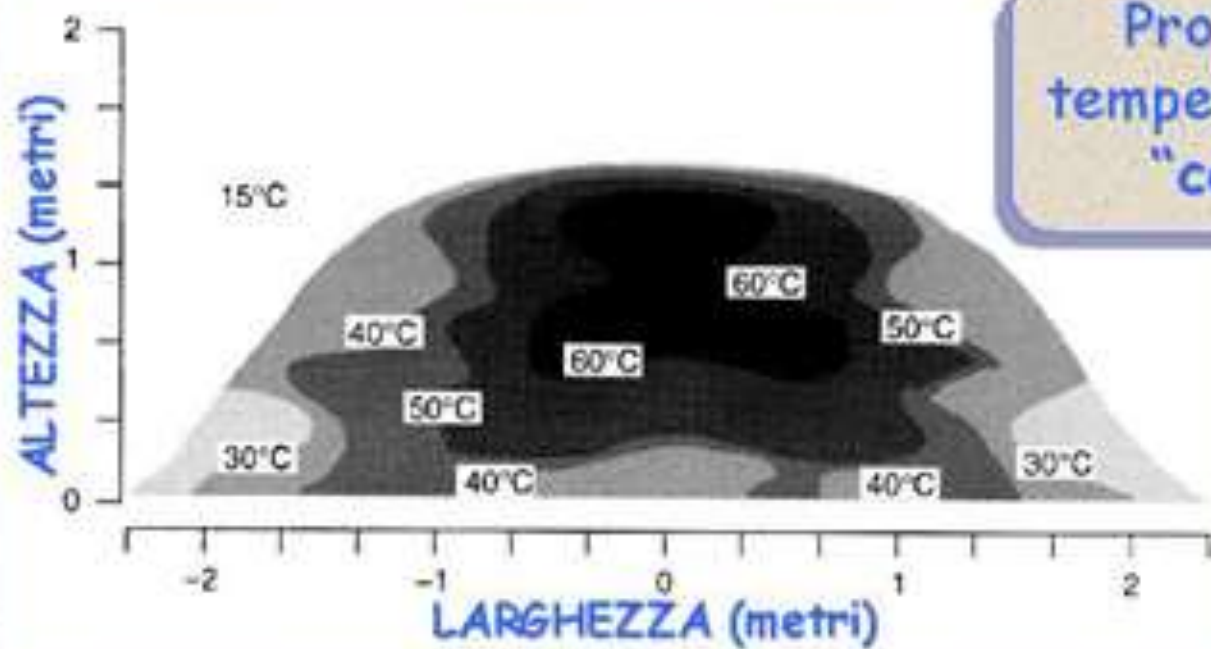
Con questo metodo viene eliminata la necessità di un rivoltamento del materiale poiché si rende possibile l'ossigenazione tramite la circolazione di aria in appositi sistemi a tubi diffusori forati.

All'interno di questa categoria è possibile distinguere tra sistemi che:

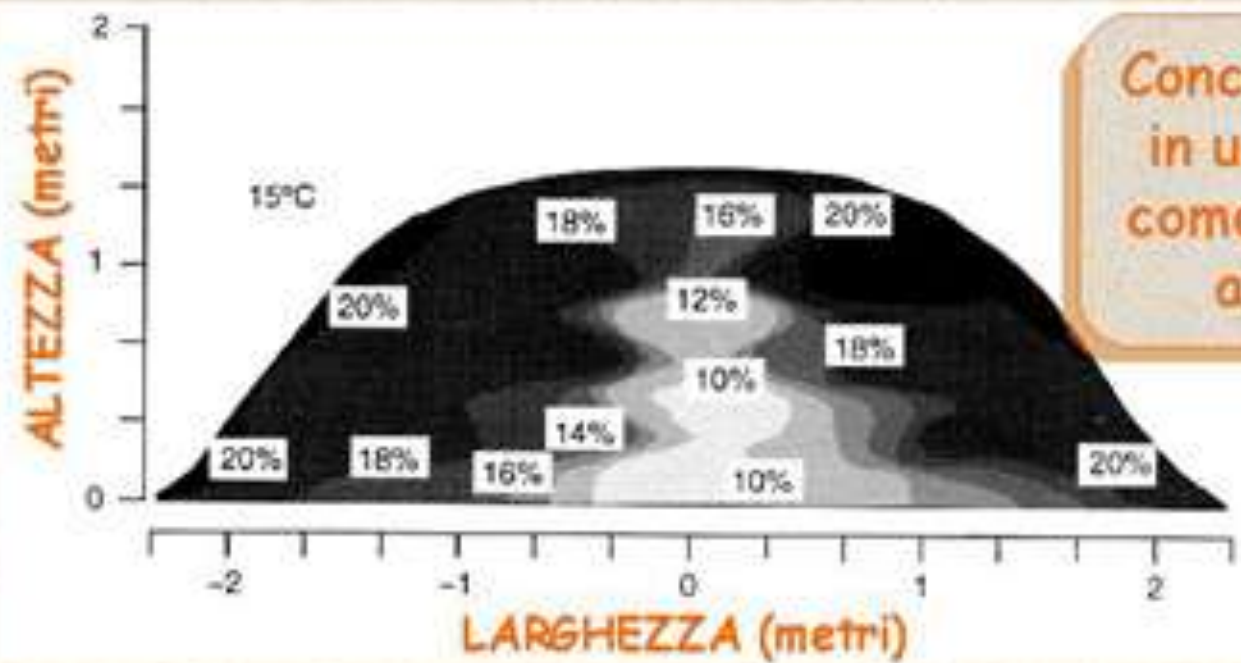
- sfruttano l'aerazione passiva dei cumuli;
- utilizzano l'aerazione forzata.

Schema di un "compost" aerato:  
il flusso d'aria che lo attraversa  
assicura le condizioni aerobiche





Profilo della temperatura in un "compost"



Concentrazione di ossigeno in un "compost" misurata come percentuale di quella atmosferica a 55 °C

# COMPOSTAGGIO IN BIOREATTORI

La tecnica di compostaggio definita “in-vessel”, si ha quando il processo avviene in strutture di contenimento nelle quali si realizzano tecniche di movimentazione ed areazione forzata delle matrici variamente combinate. Il processo può essere condotto a ciclo chiuso od aperto. In quest’ultimo caso solo una iniziale e parziale omogeneizzazione e trasformazione delle matrici organiche viene realizzata nel reattore, mentre il completamento del processo viene effettuata tramite i sistemi sopra descritti.

Le più diffuse applicazioni tecnologiche di bioreattori sono:

- cilindri rotanti
- silos
- trincee dinamiche aerate



# ATTIVITÀ DI LABORATORIO

Presso il MicroLab (DiBT) e il CSIM sono state svolte le seguenti attività:

- Osservazioni stereo-microscopio;
- Preparazioni di terreni colturali;
- Tecniche di base di microbiologia (striscio);
- Test API-ZYM

# OSSERVAZIONI STEREOMICROSCOPICHE:

**Una radice osservata  
al microscopio.**



## Osservazioni di lavanda



e una sezione di  
foglia





**Licheni**



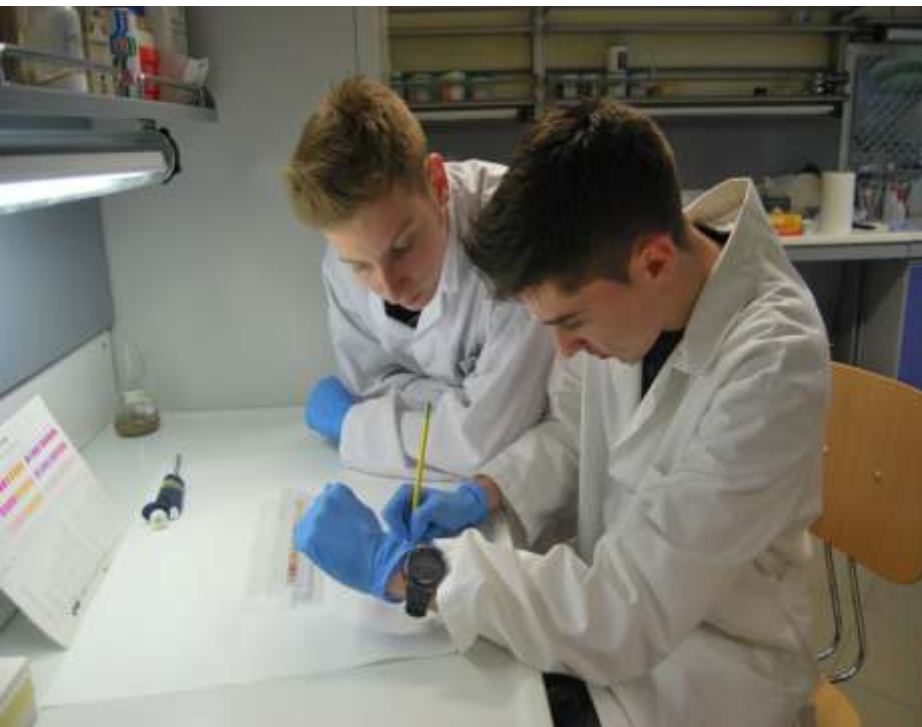
**Analisi di muffe  
con la tecnica  
dello striscio  
cotton fioc**



**Terreni colturali  
contenenti  
diverse muffe**



## **Preparazione delle cellette API-ZYM**



**Confronto dei dati  
con la tabella  
enzimatica**









UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE



**UN PARTICOLARE RINGRAZIAMENTO VA  
ALL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE**

**AL PROF. GIUSEPPE LUSTRATO PER AVERCI  
GUIDATO IN QUESTA ESPERIENZA CON  
GRANDE DEDIZIONE**

**RINGRAZIAMO INOLTRE IL LICEO  
SCIENTIFICO DELLE SCIENZE APPLICATE  
“N. SCARANO” PER AVERCI DATO QUESTA  
OPPORTUNITÀ**