

# **PRODUZIONE ED UTILIZZO IN AGRICOLTURA BIOLOGICA DI COMPOST DI QUALITA' NELLA REPUBBLICA DI SAN MARINO**

**(G. Ferrari; G. Barulli)**

La gestione dei rifiuti domestici nella Repubblica di San Marino è incentrata sul presupposto di rendere la prevenzione, il recupero e il riciclaggio come obiettivo prioritario e per fornire risposte concrete per una visione circolare della propria economia.

Per poter diminuire la quantità dei rifiuti indifferenziati da avviare a smaltimento finale, le strutture operative della Repubblica si sono poste non come unico obiettivo la raccolta differenziata, ma anche l'organizzazione interna di una serie di iniziative finalizzate alla valorizzazione dei beni ottenuti dal riciclo mediante l'utilizzo nei diversi comparti produttivi dei materiali riciclati.

In tale settore un posto importante è stato affidato all'azienda di gestione dei rifiuti soprattutto riguardo il recupero della sostanza organica biodegradabile mediante raccolta differenziata sia per le utenze domestiche, sia per le non domestiche.

Il programma oltre ad avere previsto un sistema di raccolta porta a porta ha incluso la realizzazione di un impianto con tecnologia innovativa e brevetto per il trattamento della frazione organica e la conseguente produzione di ammendante compostato di qualità.

Per rendere maggiormente commerciabile l'ammendante il settore ambiente della repubblica ha poi improntato una ricerca specifica per il suo utilizzo in agricoltura al fine di ottenere una serie di prodotti ortofrutticoli con certificazione biologica.

Il lavoro descritto nella presente relazione, dopo una breve presentazione dell'impianto di trattamento, fornisce i risultati ottenuti nella sperimentazione durata un anno, la quale ha messo in risalto le differenze sulla qualità nutrizionale di alcune specie ortofrutticole mediante analisi chimico fisica e organolettica comparata tra produzione su terreno fertilizzato con l'ammendante e terreno senza uso di tale bene.

Il lavoro ha inoltre eseguito un accurato accertamento sulla chimico fisica del terreno in modo da valutare attraverso le normali pratiche di laboratorio i benefici indotti dall'ammendante prodotto dal trattamento dei rifiuti per il mantenimento della fertilità e sul maggior grado di resistenza alla fito-patogenicità per le piante coltivate nel terreno trattato.

Per questi ultimi aspetti, vengono inoltre presentati i risultati di ricerca sul fenomeno dell'antibiosi determinato mediante una serie di prove di grande interesse soprattutto in un momento storico come quello odierno dove i problemi igienico sanitari sono ormai oggetto quotidiano dell'informazione.

## **Premessa**

Nel ciclo degli elementi, il riciclaggio della sostanza organica biodegradabile attraverso il compostaggio, si pone come la migliore tecnologia per il rispetto della natura e la salvaguardia di un bene non inesauribile.

La produzione di compost non solo ha come obiettivo primario il ricircolo di tutte le sostanze che la natura attraverso il terreno ci offre ma anche la corretta gestione di una gran parte dei rifiuti che oggi sono una delle cause di inquinamento del nostro pianeta.

Lo sviluppo di un'economia basata soprattutto sul guadagno immediato, senza alcun approfondimento sulle possibili conseguenze che certe pratiche possono influire sulla qualità dei sistemi naturali è uno degli aspetti che ha portato alla base della diminuzione del contenuto di sostanza organica nei suoli a livelli preoccupanti, soprattutto nelle aree ad intensa attività agricola dove l'uso di concimi chimici è ormai consolidato.

Oggi, a causa dell'assenza degli ammendanti organici di derivazione zootecnica (letame), gli ammendanti compostati costituiscono la vera alternativa per la reintegrazione della sostanza organica nel terreno. La normativa italiana vigente in materia di fertilizzanti (D.lgs. 217 del 29/04/2006) identifica oggi diverse tipologie di materiali in base alla loro origine ed in base alla loro qualità. Si identificano tre tipi di compost: ACV (Ammendante Compostato Verde), ACM (Ammendante Compostato Misto) e un loro derivato ATC (Ammendante Torboso Composto).

Per tale ragione la realizzazione di impianti di trattamento dei rifiuti Organici quali scarti di mensa, di ristorazione e di produzione dal settore alimentare è un'operazione che consente di gestire correttamente questa risorsa nel rispetto e/o applicazione del nuovo sistema di economica circolare.

Sulla base di questi presupposti La Repubblica di San Marino dopo aver realizzato un impianto di compostaggio di ultima generazione, dotato di regolare brevetto, ha pianificato una ricerca finalizzata a valutare nel proprio territorio l'uso in agricoltura biologica dell'ammendante compostato ottenuto dal trattamento degli scarti organici raccolti in modo selezionato con il metodo porta a porta.

Il lavoro di seguito descritto riassume i risultati ottenuti nel primo anno di sperimentazione mettendo in risalto le differenze sulla qualità dei prodotti ottenuti da terreni trattati con compost, da letame vaccino e senza compost ma con concimi minerali classici.

La ricerca, inoltre, considerando l'incremento negli ultimi anni di fenomeni di fito-patogenicità con il conseguente incremento d'uso di pesticidi sostanze chimiche spesso dannose per la salute, ha ampliato l'indagine per verificare eventuali fenomeni di antibiosi che il compost sviluppa a vantaggio della produzione agricola.

### **Generalità sull'impianto di produzione di compost**

La produzione di compost nella Repubblica di San Marino è attuata mediante un impianto di tipo Modulare realizzato in opera con tutte la parti in contattato con il substrato in acciaio inossidabile.

L'impianto si compone di 19 moduli per assicurare il trattamento della frazione organica generata da più o meno 20.000 abitanti.

Ogni modulo è composto da una biocella dove avviene la maturazione del compost, da una sezione di areazione per assicurare il processo ossidativo (aerobico) all'interno della biocella e una sezione di biofiltrazione per la gestione degli aeriformi con particolare riguardo il controllo degli odori.

L'impianto è dotato di regolare brevetto per la particolarità della distribuzione dell'aria la quale mediante una serie di valvole elettro-comandate viene ricircolata dopo il passaggio del biofiltro.

La misurazione di una serie di parametri di processo mediante idoneo monitoraggio informatizzato consente in caso di valori di ossigeno sotto la norma l'immissione di aria esterna attraverso una valvola anch'essa gestita con comando elettrico.

In questo modo viene assicurato il processo aerobico caratteristico del compostaggio e nel contempo la corretta gestione degli aeriformi soprattutto per quanto riguarda il problema degli odori.

L'impianto è poi dotato di una sezione di preparazione del substrato dove avviene la triturazione e mescolazione della frazione organica con gli scarti legnosi al fine di ottenere un materiale di idonea pezzatura, umidità e giusto rapporto C/N da caricare nella biocella di ogni modulo.

Infine, una sezione di vagliatura, alla fine del processo di maturazione e stabilizzazione, consente di ottenere il compost raffinato pronto per essere tranquillamente manipolato ed utilizzato nei diversi settori agricoli.



*Modulo: biocella - gruppo ventilazione - biofiltro*

### **Le prove in campo**

Per determinare la quantità di compost da somministrare al terreno la sperimentazione ha previsto come prima fase la corretta analisi chimico fisica del terreno e dell'ammendate ricavato dall'impianto di trattamento rifiuti.

Considerando l'estensione del campo sperimentale si è eseguito un campionamento randomizzato secondo le procedure unificate previste dal S.I.S.

L'analisi sul compost oltre a determinare lo stato di stabilizzazione ha valutato la concentrazione dei principali macroelementi per bilanciare le richieste nutritive delle specie vegetali utilizzate per la prova.

Tutte le analisi sono state eseguite alcuni giorni prima della piantumazione all'atto della preparazione del terreno.

I risultati delle analisi sono indicati nei certificati emessi da laboratorio altamente qualificato che vengono di seguito illustrati nella presente documentazione.

In base alle richieste nutritive delle specie vegetali orticole e ai risultati analitici emersi dal campionamento del terreno e del compost si è calcolata la quantità per unità di superficie dell'ammendante da utilizzare per la prova.

Per determinare scientificamente i benefici che il compost apporta alle colture l'appezzamento di terreno, è stato suddiviso in diverse parcelle necessarie per comparare la qualità e quantità delle specie vegetali in prova trattate con compost, con letame vaccino e senza alcun apporto di fertilizzanti organici ma solo con utilizzo di concime minerale.

Il terreno è stato quindi concimato con un apporto di 25 kg per metro quadrato ovvero 250 quintali ettaro di compost.

| Descrizione campione: Terreno agricolo |          |                   | Descrizione campione Compost di qualità |                |                   |
|--|----------|-------------------|---|----------------|-------------------|
| Luogo prelievo Repubblica San Marino   |          |                   | Luogo prelievo Repubblica di San Marino |                |                   |
| PARAMETER DESCRIPTION                  | U.M.     | VALORE            | PARAMETER DESCRIPTION                   | U.M.           | VALORE            |
| Residue at 105 °                       | %        | <b>78.7</b>       | Residue at 105 °                        | %              | <b>74,10</b>      |
| Skeleton between 2 cm and 2 mm         | %        | <b>&lt; 1</b>     | Granulometry                            | mm             | <b>&lt; 40 mm</b> |
| Degree of reaction (pH) (pH units)     | U. pH    | <b>8.30</b>       | Total solids                            | %              | <b>64,30</b>      |
| Electric conductivity                  | µS/cm    | <b>220</b>        | Salinity                                | meq/100g       | <b>57,50</b>      |
| organic carbon                         | %        | <b>1.60</b>       | Organic carbon                          | %              | <b>35,90</b>      |
| Total nitrogen (mg / kg)               | mg/kg    | <b>490</b>        | Humic acids + fulvic acids              | %              | <b>12,60</b>      |
| Total limestone                        | %        | <b>21.00</b>      | Organic nitrogen                        | %              | <b>2,25</b>       |
| Assimilable phosphorus (P2O5)          | mg/kg    | <b>43.8</b>       | C / N report                            | i              | <b>16,00</b>      |
| Cation exchange capacity               | meq/100g | <b>5.5</b>        | Lead                                    | mg/kg          | <b>12,90</b>      |
| Sodium (mg / kg)                       | mg/kg    | <b>&lt; 500</b>   | Cadmium                                 | mg/kg          | <b>0,17</b>       |
| Magnesium (mg / kg)                    | mg/kg    | <b>8.890</b>      | Nickel                                  | mg/kg          | <b>8,40</b>       |
| Potassium (mg / kg)                    | mg/kg    | <b>2.900</b>      | Zinc                                    | mg/kg          | <b>98,40</b>      |
| Calcium (mg / kg)                      | mg/kg    | <b>141.000</b>    | Copper                                  | mg/kg          | <b>33,40</b>      |
| Iron (mg / kg)                         | mg/kg    | <b>37.200</b>     | Mercury                                 | mg/kg          | <b>&lt; 0,1</b>   |
| Copper (mg / kg)                       | mg/kg    | <b>46.4</b>       | Hexavalent chromium                     | mg/kg          | <b>&lt; 0,1</b>   |
| Zinc (mg / kg)                         | mg/kg    | <b>115</b>        | Phosphorus                              | %              | <b>1,05</b>       |
| Manganese (mg / kg)                    | mg/kg    | <b>1.000</b>      | Potassium                               | %              | <b>1,14</b>       |
| Count aerobic bacteria                 | UFC/g    | <b>51.000.000</b> | Plastic materials                       | %              | <b>&lt; 0,1</b>   |
| Count anaerobic bacteria               | UFC/g    | <b>260.000</b>    | Inert lithoid materials                 | %              | <b>2,61</b>       |
| Count microaerophilic bacteria         | UFC/g    | <b>12.000.000</b> | Germination Index (Lepidum s.)          | %              | <b>89,00</b>      |
| Counts Yeasts and Ifomycetes           | UFC/g    | <b>40.000</b>     | Salmonella                              | in 25 g t.q.   | <b>assente</b>    |
| Clay content                           | %        | <b>10,8</b>       | Escherichia coli                        | U.F.C.         | <b>&lt; 10</b>    |
| Silt content                           | %        | <b>28,9</b>       | Respiration index (as O2)               | mg/kg S.V.ss.h | <b>657</b>        |

*Risultati delle analisi del terreno e del composto utilizzato*

Lo spargimento dell'ammendante è stato eseguito con un normale spandilime preventivamente pulito per evitare qualsiasi forma di contaminazione con altri prodotti.

La foto di seguito illustrata fornisce un'indicazione di tale operazione e nel contempo l'area dell'intervento operativo.



*Il macchinario utilizzato e la conseguente fase operativa*

La sperimentazione ha previsto l'utilizzo delle seguenti specie vegetali tutte dotate di certificazione di qualità idonea per la produzione biologica.

- a) Katrina Bio Cub 135 CIC Catalogna: *Chicorium intibus*
- b) Pomodoro vesuviano: *Lycopersicon esculentum*
- c) Lattuga Canasta Chiara: *Lactuga sativa*
- d) Fagiolini: *Phaseolus vulgaris*

Durante le diverse fasi vegetative sono state eseguite misure per valutare nella fase di emergenza – crescita e inizio produzione la consistenza e la dimensione delle piantine nelle parcelle trattate con compost, letame e con concimi minerali.

La foto di seguito illustrata mostra uno dei momenti di verifica in cui si è interveniti nella fase di crescita dei vegetali oggetto dell'indagine.



Durante la raccolta sono quindi stati prelevati secondo metodo random campioni rappresentativi degli ortaggi sui quali sono state eseguiti una serie di accertamenti analitici per verificarne il peso e la qualità soprattutto nella concentrazione dei principi attivi caratteristici di ogni specie vegetale oggetto della sperimentazione. Le tabelle di seguito illustrate evidenziano i dati analitici ottenuti nelle diverse tesi.

| Valori nutrizionali per 100 g  | LACTUGA SATIVA |         |        |          | LYCOPERSICUM ESCULENTUM |         |        |          |
|--------------------------------|----------------|---------|--------|----------|-------------------------|---------|--------|----------|
|                                | bibliograf     | Compost | Manure | Minerali | bibliograf              | Compost | Letame | Minerali |
| Medium weight                  |                |         |        |          |                         |         |        |          |
| Waterfall                      | 94,10          |         |        |          | 94,2                    |         |        |          |
| Energy (Kcal)                  | 14,00          |         |        |          | 15,00                   |         |        |          |
| Carbohydrates (g)              | 3,00           |         |        |          | 2,98                    |         |        |          |
| Sugars (g)                     | 2,00           |         |        |          | 1,80                    |         |        |          |
| Protein (g)                    | 0,90           |         |        |          | 0,98                    |         |        |          |
| Fat (g)                        | 0,10           |         |        |          | 0,26                    |         |        |          |
| Fiber (g)                      | 1,20           |         |        |          | 0,70                    |         |        |          |
| Iron (mg)                      | 0,40           |         |        |          | 0,49                    |         |        |          |
| Calcium (mg)                   | 18,00          |         |        |          | 11,00                   |         |        |          |
| Sodium (mg)                    | 9,00           |         |        |          | 23,00                   |         |        |          |
| Potassium (mg)                 | 141,00         |         |        |          | 258,00                  |         |        |          |
| Phosphorus (mg)                | 20,00          |         |        |          | 36,00                   |         |        |          |
| Magnesium (mg)                 | 7,00           |         |        |          | 12,00                   |         |        |          |
| Vitamin A (IU)                 | 250,00         |         |        |          | 833,00                  |         |        |          |
| Vitamin D (IU)                 | 0,00           |         |        |          | 0,00                    |         |        |          |
| Vitamin E, α - tocopherol (mg) | 0,20           |         |        |          | 0,54                    |         |        |          |
| Vitamin K (µg)                 | 24,10          |         |        |          | 7,90                    |         |        |          |
| Vitamin B1 (mg)                | 0,04           |         |        |          | 0,04                    |         |        |          |
| Vitamin B2 (mg)                | 0,03           |         |        |          | 0,05                    |         |        |          |
| Vitamin B3 (mg)                | 0,10           |         |        |          | 1,18                    |         |        |          |
| Vitamin B6 (mg)                | 0,04           |         |        |          | 0,06                    |         |        |          |
| Folate (µg)                    | 29,00          |         |        |          | 30,00                   |         |        |          |
| Vitamin C (mg)                 | 2,80           |         |        |          | 9,10                    |         |        |          |
| Vitamin B12 (µg)               | 0,00           |         |        |          | 0,00                    |         |        |          |

| Valori nutrizionali per 100 g         | CHICORIUM INTYBUS |         |        |          | PHASEOLUS VULGARIS |         |        |          |
|---------------------------------------|-------------------|---------|--------|----------|--------------------|---------|--------|----------|
|                                       | bibliograf        | Compost | Manure | Minerali | bibliograf         | Compost | Letame | Minerali |
| Medium weight                         |                   |         |        |          |                    |         |        |          |
| Waterfall                             | 93,40             |         |        |          | 89,50              |         |        |          |
| Energy (Kcal)                         | 23,00             |         |        |          | 34,00              |         |        |          |
| Carbohydrates (g)                     | 4,70              |         |        |          | 2,40               |         |        |          |
| Sugars (g)                            | 0,70              |         |        |          | 1,60               |         |        |          |
| Protein (g)                           | 1,70              |         |        |          | 2,10               |         |        |          |
| Fat (g)                               | 0,30              |         |        |          | 0,20               |         |        |          |
| Fiber (g)                             | 4,00              |         |        |          | 2,90               |         |        |          |
| Iron (mg)                             | 0,90              |         |        |          | 2,00               |         |        |          |
| Calcium (mg)                          | 100,00            |         |        |          | 37,00              |         |        |          |
| Sodium (mg)                           | 45,00             |         |        |          | 6,00               |         |        |          |
| Potassium (mg)                        | 420,00            |         |        |          | 211,00             |         |        |          |
| Phosphorus (mg)                       | 47,00             |         |        |          | 38,00              |         |        |          |
| Magnesium (mg)                        | 30,00             |         |        |          | 25,00              |         |        |          |
| Vitamin A (IU)                        | 219,00            |         |        |          | 690,00             |         |        |          |
| Vitamin D (IU)                        | 0,00              |         |        |          | 0,00               |         |        |          |
| Vitamin E, $\alpha$ - tocopherol (mg) | 2,26              |         |        |          | 2,50               |         |        |          |
| Vitamin K ( $\mu$ g)                  | 298,00            |         |        |          | 14,40              |         |        |          |
| Vitamin B1 (mg)                       | 0,06              |         |        |          | 0,08               |         |        |          |
| Vitamin B2 (mg)                       | 0,10              |         |        |          | 0,11               |         |        |          |
| Vitamin B3 (mg)                       | 0,50              |         |        |          | 0,75               |         |        |          |
| Vitamin B6 (mg)                       | 0,11              |         |        |          | 0,10               |         |        |          |
| Folate ( $\mu$ g)                     | 110,00            |         |        |          | 37,00              |         |        |          |
| Vitamin C (mg)                        | 17,00             |         |        |          | 12,10              |         |        |          |
| Vitamin B12 ( $\mu$ g)                | 0,00              |         |        |          | 0,00               |         |        |          |

*Analisi comparativa nutrizionale sulla Cicoria e fagiolino*

### Le prove di laboratorio sull'antibiosi.

Per un'ulteriore verifica sui benefici del compost oltre alla sperimentazione di campo la ricerca è stata ampliata per verificare azioni di contrasto a manifestazioni fitopatogene spesso causa di perdite di produzione o utilizzo di sostanze chimiche pericolose per l'ambiente e la salute.

Il lavoro, iniziato quest'anno, ha previsto su compost maturo l'analisi sul liquido ottenuto mediante blanda estrazione e adsorbimento su strisce di carta bibula preventivamente preparata.

Le strisce in questa prima fase sono state quindi poste su piastre di agar preventivamente seminate con un microorganismo di elezione per valutare la presenza e assenza di attività antibiotica mediante il classico metodo delle prove, di antibiogramma.

I primi risultati, molto incoraggianti, hanno dato l'impulso per continuare la ricerca la quale nei prossimi anni avrà come compito l'individuazione mediante tecniche di spettrofotometria di massa e gascromatografia e cromatografia ad alta pressione (HPLC).

Nella foto appresso illustrata si osservi l'attività del compost maturo sulla inibizione dello sviluppo su una specie batterica di elezione usata durante la prova. La zona chiara individua una azione antibiotica verso questo microorganismo.



## Risultati e discussione

L'indagine, ancora in corso, ha fornito importante indicazione sull'utilità del compost ottenuto dal trattamento dei rifiuti provenienti da raccolta differenziata sia riguardo i benefici apportati a livello di mantenimento della fertilità del suolo sia riguardo lo sviluppo delle specie vegetali oggetti della ricerca.

Per quanto riguarda il terreno uno dei principali benefici ottenuti risulta sicuramente il miglioramento della capacità di campo o ritenzione idrica.

Tale parametro, vista la scarsità di acqua dovuta ai cambiamenti climatici con conseguenti catastrofiche negli equilibri geochimici, diventa sempre più importante per le produzioni agricole.

Si ricorda che la ritenzione idrica è una costante idrologica del terreno. Essa definisce il contenuto d'acqua nel terreno, in termini di umidità percentuale, in condizioni ottimali per quanto riguarda il rapporto fra acqua e aria nel terreno.

La Capacità di campo o ritenzione idrica è una misura eseguita in laboratorio ed esprime il contenuto idrico in un terreno in cui i micropori sono pieni di acqua e i macropori pieni d'aria.  $\psi = -0,01 - 0,03$  MPa  $pF = 2 - 2,4$ .

Le prime analisi sul terreno con compost hanno evidenziato un valore decisamente superiore a quelli del terreno non trattato.

Da un punto di vista organolettico e nutrizionale i prodotti analizzati non hanno evidenziato particolari differenze, tale informazione comunque acquisisce un valore importante perché nella coltivazione con compost non sono stati utilizzati prodotti chimici.

Durante lo sviluppo delle piante si è notato un rallentamento nella fase di emergenza e crescita nel terreno con compost mentre nella fase finale le specie vegetali coltivate con compost hanno avuto uno sviluppo più vigoroso.

Anche questo fenomeno può essere spiegato con una disponibilità degli elementi nutrizionali, soprattutto N, P, K, in modo più omogeneo nell'intero ciclo di sviluppo delle piante.

Altro dato importante ottenuto dalla sperimentazione sul compost è quello relativo all'attività di contrasto verso organismi dannosi e soprattutto all'attività di antibiosi che consente di garantire l'uso e la manipolazione senza particolari problemi di carattere igienico sanitario, soprattutto in un momento dove sono necessari comportamenti a garanzia della salute pubblica.

In questo primo anno di sperimentazione risultando i dati ancora insufficienti sarà necessario e auspicabile il proseguo di questa attività per verificare con maggiore chiarezza il ruolo che il compost potrà apportare nell'agricoltura Sanmarinese nel rispetto dell'economia circolare.

L'economia circolare è un modello di produzione e consumo che implica condivisione, prestito, riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile.

In questo modo si estende il ciclo di vita dei prodotti, contribuendo a ridurre i rifiuti al minimo. Una volta che il prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono infatti reintrodotti, laddove possibile, nel ciclo economico.

Così si possono continuamente riutilizzare all'interno del ciclo produttivo generando ulteriore valore.

I principi dell'economia circolare contrastano con il tradizionale modello economico lineare, fondato invece sul tipico schema "estrarre, produrre, utilizzare e gettare". Il modello economico tradizionale dipende dalla disponibilità di grandi quantità di materiali e energia facilmente reperibili e a basso prezzo.

## Bibliografia

- [1] Ferrari G., Sammito R., (1999): *La valutazione delle caratteristiche dei rifiuti per la corretta progettazione e gestione di un termocombustore*, Atti del Convegno "Utilizzazione Termica dei rifiuti", Abano Terme (PD).
- [2] Ferrari e al (2014): *The composting plant of the San Marino Republic a system to high technology: Iswa 2014 S. Paulo Brazil*
- [3] Corbitt R.A. (1990): *Standard Handbook of Environmental Engineering*. Ed. Mc. Graw-Hill New York.
- [4] Ferrari G. (1996): *I rifiuti città per città*. *Gea* . IX 4 1996 p. 11. Ed. Maggioli Rimini
- [5] Weitz K. Ranjithan R., Nishtala S., Barlaz M. (1997): *Using life-cycle management to evaluated integrated municipal solid waste management strategies*. *Proc. Of the international Congress r 97. Recovery Recycling , Reintegration*. Geneva, Switzerland February 1997 p.41
- [6] Ferrari G., Sammito R., Gregorio P. (2002): *La valutazione delle caratteristiche dei rifiuti per una gestione dei rifiuti ambientalmente compatibile*. Atti del Convegno SITI (FE)
- [7] W. J. Mitsch S. E. Jorgensen: *Ecological Engineering An Introduction to Ecotechnology*: Ed J. Wiley and Sons New York 1998
- [8] A.N.P.A.: *Rapporto preliminare sulla raccolta differenziata e sui recupero dei rifiuti da imballaggio*, Roma Febbraio 2000.
- [9] A.N.P.A. (A.P.A.T.) *Il Sistema Anpa di Contabilità dei Rifiuti Prime Elaborazioni dei Dati Roma Giugno 1998*,
- [10] Federambiente, Ecosportello, A.N.P.A. *Primo Studio sui Sistemi Integrati di Rilevazione e Quantificazione dei Rifiuti Urbani*. Roma 2001.
- [11] ISPRA (IT): *Rapporto sui rifiuti 2015* , Roma Giugno 2025
- [12] Delogu B., Dubini M., Giuiuzza P.: *Gestire l'Ambiente* (1995) Ed. Pirola Milano
- [13] Andretta A. Malagoli M.: *Fare i Conti con l'Ambiente guida alla contabilità ambientale per l'impresa* (2001) Ed. IPSOA Milano.
- [14] De Bertoldi M., Vallini G. Pera A.; Zucconi F. *Biocycle* 23,45 (1982)
- [15] Dunlap C.E. Chiang L.C. *Cellulose degradation: A common link, in Utilization and rycicle of agricultural wastes en residues* (M.L. Shuller ed.) CRC press Inc Boca Raton, Florida USA (1980)
- [16] *Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998. Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22. Supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 Aprile 1998*. Ed. Poligrafico dello Stato (Roma).
- [17] Ferrari G. *Il recupero della sostanza organica dai rifiuti solidi urbani: aspetti economici ed ambientali*. Atti del convegno *Il compost è risorsa multiuso: metodi condizioni e prospettive* Bologna SAI-SITEL (1985).
- [18] Ferrari G. *Oxygen. Water and temperature in the decomposition process an organic substance e during composting*. *Compost Production, quality an use* Ed Elsevier Applied Science N. Y. (1986)
- [19] Ferrari G. *il Sistema integrato analisi rifiuti (S.I.A.R.) un metodo operativo per la elaborazione del regolamento comunale di smaltimento dei r.u. e la revisione della tassa a norma del Decreto Legislativo 507/93. Rifiuti Urbani ed Industriali*. Ed. GSISR 1994 (Milano)

- [20] Ferrari G: *Merceologia e chimica dei rifiuti solidi urbani. Protecta. Ed. Sedefim Ottobre-Novembre 1995 (Roma)*
- [21] Ferrari G. : *I rifiuti Città per Città. Gea n. IX 4 Ed Maggioli 1996 ( Rimini)*
- [22] Ferrari G. Sammito R. *La valutazione delle caratteristiche dei rifiuti per la corretta progettazione e gestione di un termocombustore. Atti del convegno utilizzazione Termica dei Rifiuti, Abano Terme 1999 (Padova).*
- [23] Finstain M.S. Cirello J. Mac Gregor S.T., Miller F.C: *Engineering Principles of sludge composting Water pollution Control Federation (1980).*
- [24] Nelson E.B. Hoiting A.I: *Effects of fungal antagonist and compost age on suppression of Rhizoctonia dumping-off in container media emended with composted hardwood bark. Phitopathology 73 (1983)*
- [25] Biggeri U. Lubello C. Corti A. *Innovative Waste Management Methods towards Sustainable Development , by means of Re-utilization and Citizens direct involvement. Proceedings Sardinia 2001 VIII International Waste management and Landfill Symposium. Cagliari Ed. CISA 2001.*
- [26] *Assessorato Ambiente Regione Piemonte il Compostaggio, Processo, Tecniche e Applicazione. Collana Ambiente n. 25 Torino 2002.*
- [27] Pinamonti F. *Esperienze di Utilizzo del Compost . Produzione ed Impiego del Compost di qualità . Terzo Corso nazionale di Base del Consorzio Nazionale Compostatori. San Michele All'Adige 1998.*
- [28] Ferrari G. Lo Cicero G. Colimberti F. *Rendere Efficace il servizio a Palermo è Possibile. Gea Gestione ed economia dell'Ambiente. Gennaio-Febbraio 1997. Ed. Maggioli*
- [29] Ferrari G. R. Sammito, G. Perrone. A. Silvestri: *Caratterizzazione dei rifiuti generati a Roma e raccolti da AMA Spa. Rwcycling anno 11 – n. 4 Luglio 2007 e n. 5 Agosto 2007. Edizioni PEI (Parma)*
- [30] *CIC Consorzio Italiano Compostatori: Compost di qualità annuario 2006 e 2007: Edizioni il verde Editoriale Milano*
- [31] Centemero M: *La Produzione di Ammendante Compostato in Italia Compendio Tecnico 2007 Edizioni CIC (Roma)*