

# **UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA**

*Maria Cristina Lavagnolo & Alberto Pivato*

Laboratorio di Ing. Sanitaria Ambientale

Dip.to ICEA, Università di Padova



A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



## Obiettivo

Valutare l'impatto dell'utilizzo dei compost non tanto da un punto agronomico (es. rapporto C/N), ma da un punto di **vista ecologico**.

Ovvero applicare i principi dell'eco- tossicologia sulla **componente biotica**.



A cura di:



Con la co



di:



Con il Patrocin



## Il problema (1) – La legislazione

L'utilizzo del compost in agricoltura è regolato per prevenire la contaminazione dell'ambiente attraverso diversi regolamenti :

- **Europa** : Biological Treatment of Biowaste, 2001
- **Italia** : dlgs 75/2001
- **Veneto** : dgrv 568/2005

In nessuno di questi si parla di rischio "ecotossicologico" come richiesto da:

- **Hazardous Waste Directive** (91/689/EEC)
- **Reach** (EC/1907/2006)

Inoltre, nell'utilizzo del compost in agricoltura, la protezione della **Biodiversità** non viene presa in considerazione.

A cura di:



Con la collaborazione di:



Finio di:



# UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA

## TABELLA B

Limiti di accettabilità per l'Ammendante Compostato di Qualità conforme all'allegato 1 C della L. 748/84, così come modificata dal D.M. del 27/03/98 e dal DM del 03.11.04.

ELEMENTO	UNITÀ DI MISURA	Ammendante compostato verde	Ammendante compostato misto	Ammendante torboso compostato
pH		6.0-8.5	6.0-8.5	
Umidità	%	≤ 50	≤ 50	
Carbonio Organico	% s.s.	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Mercurio	mg/kg s.s.	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5
Nichel	mg/kg s.s.	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Piombo	mg/kg s.s.	≤ 140	≤ 140	≤ 140
Zinco	mg/kg s.s.	≤ 500	≤ 500	≤ 500
Cromo VI	mg/kg s.s.	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5
Rapporto C/N		≤ 50	≤ 25	≤ 50
Materiale plastico (≤3.33 mm)	% s.s.	≤ 0.45	≤ 0.45	≤ 0.45
Materiale plastico (3.33 -10 mm)	% s.s.	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05
Altri inerti- vetro metalli (≤3.33 mm)	% s.s.	≤ 0.9	≤ 0.9	≤ 0.9
Altri inerti- vetro metalli (3.33 -10 mm)	% s.s.	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1
Materiali plastici ed altri inerti (≥10 mm)	% s.s.	assenti	assenti	assenti
Acidi umici e fulvici	% s.s.	≥ 2.5	≥ 7	≥ 7
Torba	% t.q.			≥ 50
Salmonelle	n° / 25g	assenti	assenti	assenti
Enterobatteriacee totali	UFC/g	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Streptococchi fecali	MPN/g	≤ 1000	≤ 1000	≤ 1000
Nematodi	n° /50 g	assenti	assenti	assenti
Trematodi	n° /50 g	assenti	assenti	assenti
Cestodi	n° /50 g	assenti	assenti	assenti

Allegato I alla DGR n. 568 del 25 febbraio 2005



Con il Patrocinio di:

Studio di Ecologia Applicata



## Il problema (2) – End of Waste

Art. 184-ter del D.Lgs.152/06 + direttiva Rifiuti (n. 98/2008)

1) Un rifiuto **cessa di essere tale**, quando è stato sottoposto a un'operazione di **recupero**, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;
- b) esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- c) la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- d) l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto **non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana**.

A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



## **Il problema (3)**

## **Substance based approach VS Matrix based approach**



A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



## Test ecotossicologici su comparto «suolo»



### Test di germinazione in vaso (PB)

(*Lepidium sativum*)

- *test diretto*
- *test cronico*



Indice di  
germinazione  
(IG)



### Test di crescita (PGB)

- *test diretto*
- *test cronico*



Crescita relativa  
(GR)



### Test di germinazione in piccole dimensioni (SGB) (piastra petri 24/48h)

- *test diretto*
- *test acuto*



Indice di  
germinazione  
(IG)



### Test di germinazione sull'eluato (SGB\_E) - (test cessione sui rifiuti 1/10 a 24h)

- *test indiretto*
- *test acuto*



Indice di  
germinazione  
(IG)

Con il Patrocinio di:



## Test ecotossicologici su comparto «suolo»



### Test cronico su Eisenia Fetida (ECB)

- *test diretto*
- *test cronico*
- *500 g di miscela secco*



sopravvivenza (Su) 21 dd  
crescita (Gr) 21 dd  
riproduzione (Re) 21 dd



### Test acuto su Eisenia Fetida (EAB)

- *test diretto*
- *test acuto*
- *come sopra ma in 15 min*



tendenza a insabbiarsi  
(ON-OFF)

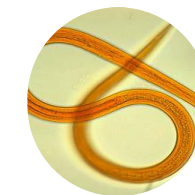


### Test con Collembola (consumatori primari)

- *test diretto*
- *test cronico*



sopravvivenza



### Nematodi

- *test diretto*
- *test cronico*



sopravvivenza



## Test ecotossicologici su comparto «acqua»



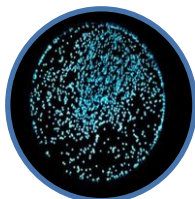
### **Aquatic Crustacean Bioassay (AOB)**

(*Daphnia Magna*)

- *Indirect test*
- *Chronic*



**Mobility (Mo)**



### **Luminescent Bacteria Bioassay (LBB)**

(*vibro fischeri*)

- *Indirect test*
- *Acute*



**Light Emission  
(EL)**

A cura di:



Con la collaborazione di:



**S.E.S.A.**  
SOCIETÀ ESTENSE SERVIZI AMBIENTALI s.p.a.



Studio di Ecologia Applicata

Con il Patrocinio di:



# UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA

## CAMPIONAMENTO IN TRE IMPIANTI E IN TRE PUNTI DIVERSI

P1 → (Treviso)



S1

S2

S3

P2 → (Vicenza)



S1

S2

S3

P3 → (Verona)



S1

S2

S3

S1

frazione  
organica



S2

compost  
intermedio



S3

compost  
maturo



# UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA



- Plant 1—(sample series “P1”): a traditional composting plant receiving source segregated organic waste and green waste. The composting process comprises a bio-oxidation phase lasting 66 days plus a maturation of 1 month, both in biocells.
- Plant 2—(sample series “P2”): a composting plant treating digestate from source segregated organic waste (86 % municipal organic waste, 13 % green waste, 1 % food industries residues, no sewage sludge). Samples at the beginning of the composting process have been partially stabilized by a previous anaerobic digestion. The whole process lasts 90 days of which 25 are for the anaerobic digestion, 20 for the bio-oxidation and 45 for the maturation phase.
- Plant 3—(sample series “P3”): a traditional composting plant receiving source segregated municipal organic waste (50 %), green waste (30 %) and dewatered sewage sludge (20 %, not yet stabilized with previous anaerobic digestion, coming from municipal or industrial wastewater treatment plants). The composting process is performed in windrows and lasts 71 days (21 for bio-oxidation plus 50 days for the maturation phase).



A cura di:



Forum

Tests under controlled conditions:

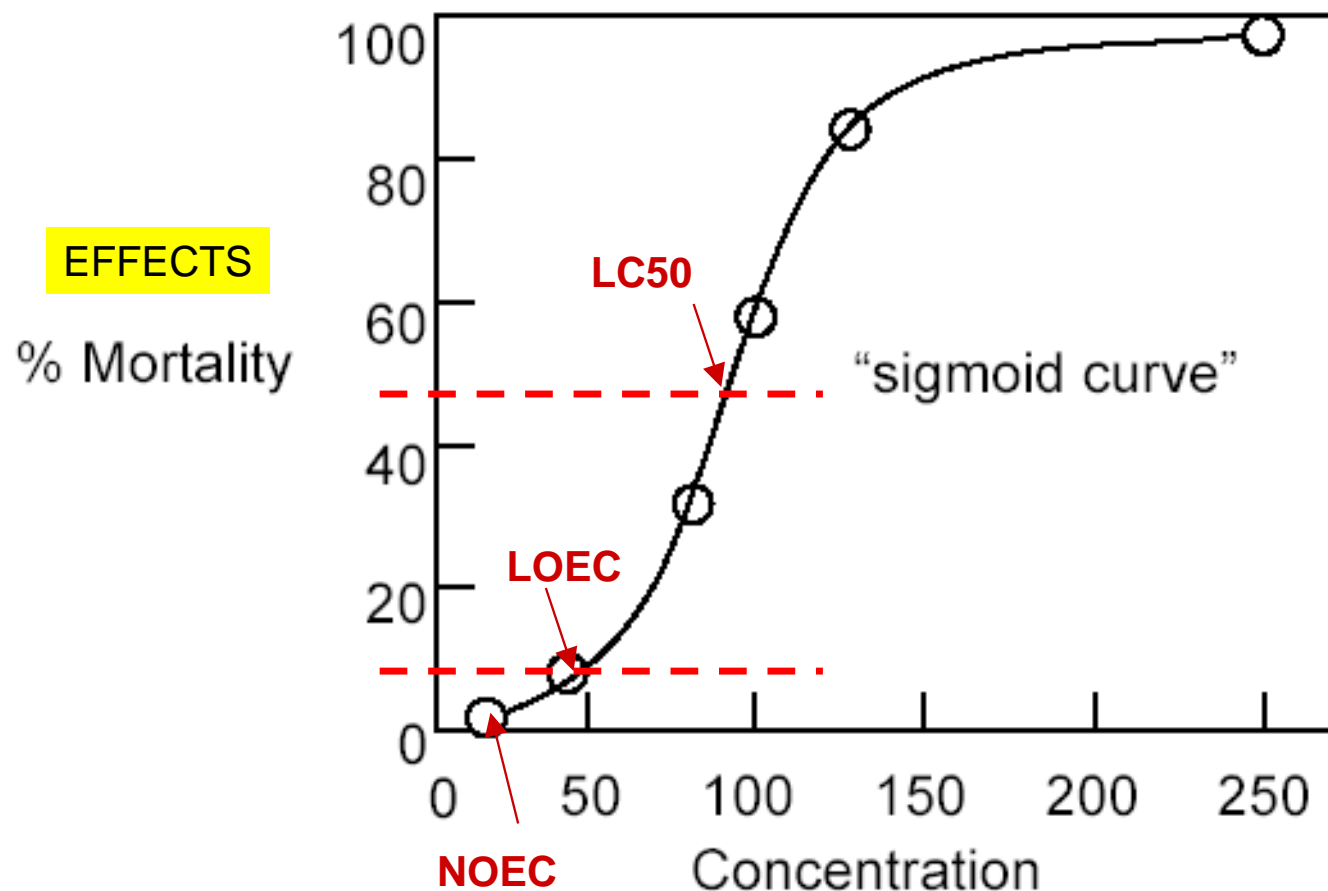
- temperature  $20 \pm 2^\circ\text{C}$
- 16 h light + 8 h dark
- weekly feeding



Con il Patrocinio di:



## La curva «dose- risposta» teorica



A cura di:



Con la collaborazione di:



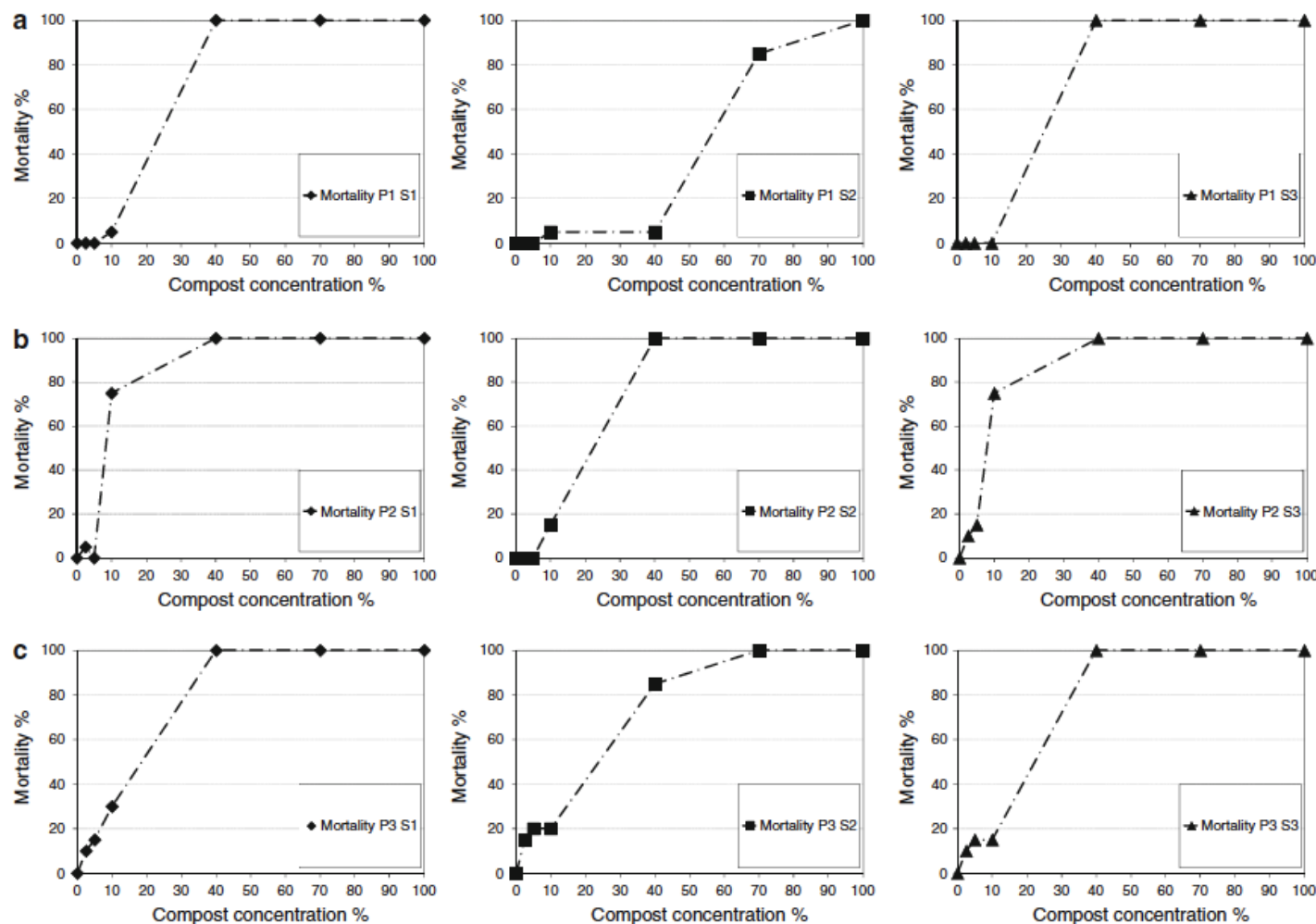
Con il Patrocinio di:





# UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA

## La curva «dose- risposta» reale



A cura di



LEGAMB

**Fig. 1** Dose-response values for mortality end-point—chronic test. Y axis reports the % mortality (which is equal to 100 % – survival %) after 4 weeks of exposure

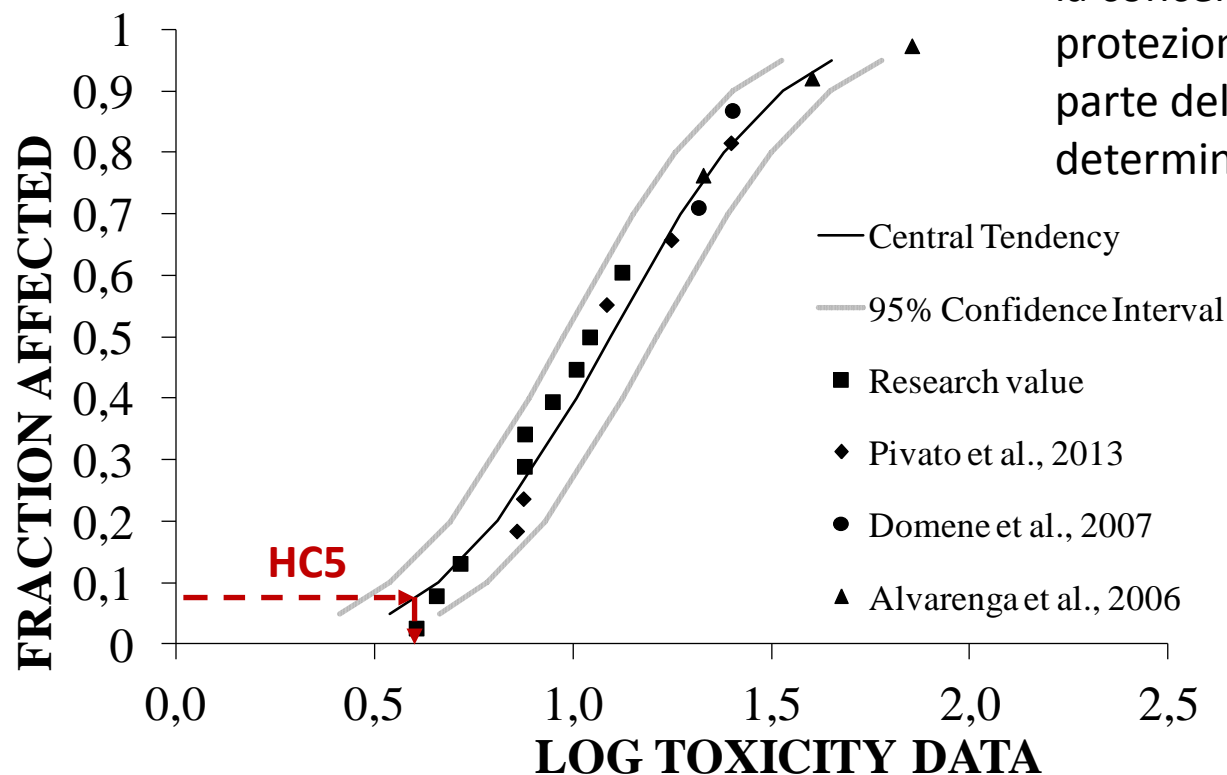


## Concentrazione letale $LC_{50}$ o $EC_{50}$ in %

Bioassay	$EC_{50}/LC_{50}$	Confidence interval
Plant bioassays		
Pot bioassay (PB_a)	4.03 <sup>a</sup>	3.74–4.12
Pot bioassay (PB_b)	4.53 <sup>a</sup>	4.27–5.34
Pot bioassay (PB_c)	7.55 <sup>a</sup>	6.32–8.25
Pot bioassay (PB_d)	11.02 <sup>a</sup>	9.62–13.94
Plant growth bioassay (PGB)	5.20 <sup>a</sup>	4.45–6.52
Seed germination bioassay (SGB)	13.29 <sup>a</sup>	9.72–14.49
Seed germination eluate bioassay (SGB_E_a)	78.68 <sup>a</sup>	72.72–81.41
Seed germination eluate bioassay (SGB_E_b)	57.19 <sup>a</sup>	18.90–70.90
Earthworm bioassays		
Earthworm chronic bioassay (ECB_a)	10.19 <sup>b</sup>	8.45–12.29
Earthworm chronic bioassay (ECB_b)	7.56 <sup>a</sup>	6.14–8.44
Earthworm chronic bioassay (ECB_c)	8.88 <sup>a</sup>	8.25–8.92
Aquatic organisms and luminescent bacteria bioassays		
Aquatic organisms bioassay (AOB)	22.85 <sup>a</sup>	22.5–24.00
Luminescent bacteria bioassay (LBB)	19.31 <sup>a</sup>	19.03–19.59

# Species Sensivity distribution (1)

metodo per determinare la concentrazione di protezione per la maggior parte delle specie in un determinato ambiente



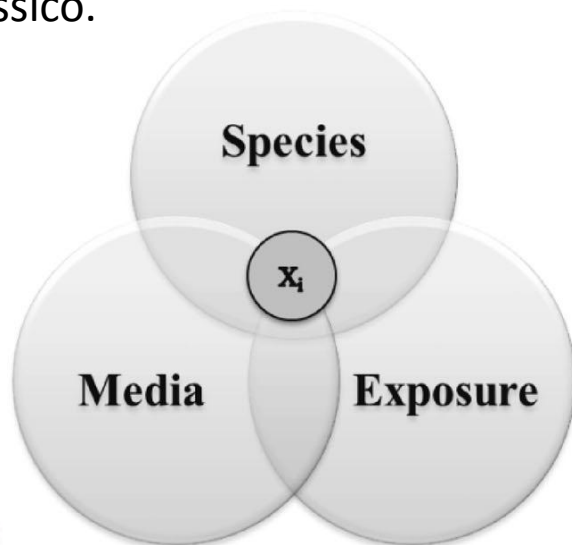
- Un parametro statistico che viene generalmente valutato dalla curva Species Sensivity è denominato Hazardous Concentration per il 5% delle specie (**HC5**) ovvero protettivo per il 95% di tutte le specie considerate

## Species Sensivity approach (2) (a) *direct tests*

Dalla comparazione delle curve si può notare la differenza tra test diretti ed indiretti.

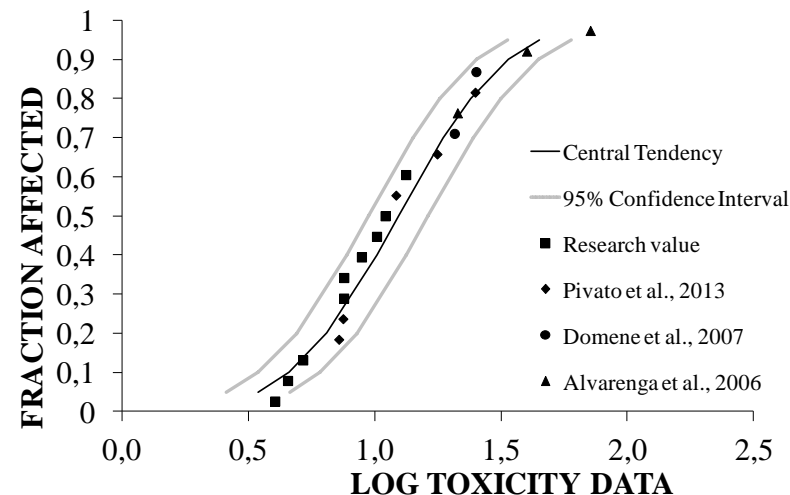
- Per test diretti:  $HC_5 = 3,5\%$ ,
- Per test indiretti:  $HC_5 = 14\%$

Ovvero se utilizzassimo solo test indiretti (es. *Daphnia Magna*) il compost sarebbe valutato meno tossico.

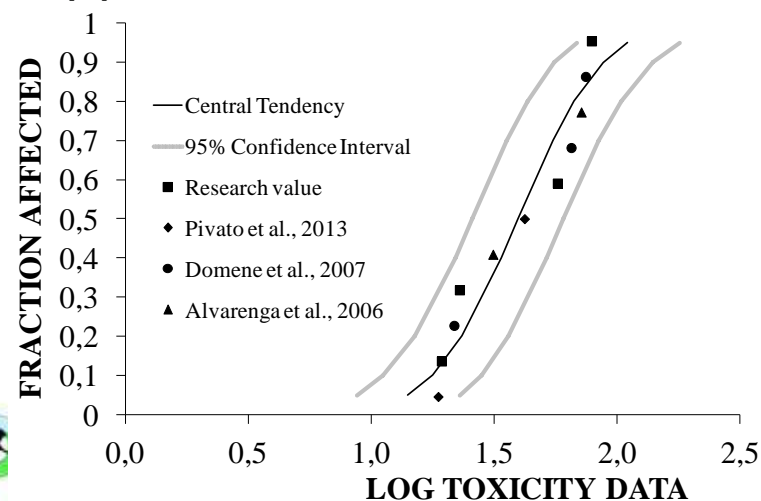


A cura di:

collaborazione di:



## (b) *indirect tests*





## Species Sensivity approach (3)

La conversione delle percentuali in dose da spandere sul terreno ci consente di formare una quantità massima ammissibile

- compost miscelato nei primi 20 cm di suolo con una densità di  $1,25 \text{ g/cm}^3$  :  
**85 t/ha per anno (55-100)**
- compost miscelato nei primi 4 cm di suolo con una densità di  $1 \text{ g/cm}^3$  :  
**14 t/ha per anno (10-19)**

Considerando i diversi paesi europei, l'intervallo consigliato è tra 0,5-10 t ST/ha con una media di 2 t ST/ha e considerando una umidità del compost circa del 60% significa 0,82-16,39 t/ha all'anno.

Tale conversione ci consente di confermare che i limiti di applicazione del compost sono in linea con la legislazione (che si basa sui limiti chimici) ma anche con la sicurezza ecotossicologica.

A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



# UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER L'UTILIZZO DEL COMPOST IN AGRICOLTURA

## Test acuto con lombrichi EAB

i lombrichi si interrano solo se il suolo è favorevole. Si è osservato l'interramento nei primi 15 minuti. Sopra il 7,5 % si rivela una sostanziale inibizione all'interramento

Class	Name	Time (min)	Burial %	Behavior description	Response
1	Optimum adaptation	< 5	100	Immediate burial of all earthworms in few minutes	ON
2	Good adaptation	5-15	80 - 100	Burial of a high percentage of earthworms in few minutes, complete burial of all animals within 15 min	ON
3	Medium adaptation	< 15	50 - 80	Burial of the majority of earthworms within 15 min, while some others stay on the soil surface. Little suffering	OFF
4	Bad adaptation	< 15	0 - 50	Burial of the minority of earthworms within 15 min, the majority of the animals stay on the surface, some die. General suffering	OFF
5	Very bad adaptation	< 15	0	None of the earthworms are able to bury themselves, death of all animals within 15 min. Very high suffering	OFF

**Table 6** Acute ON-OFF test responses for the EAB

Compost concentration %	Replicate 1		Replicate 2	
	Response	Class	Response	Class
0	ON	Class 1	ON	Class 1
2.5	ON	Class 1	ON	Class 1
5	ON	Class 2	ON	Class 2
7.5	ON	Class 2	ON	Class 2
10	OFF	Class 3	OFF	Class 3
15	OFF	Class 3	OFF	Class 3
20	OFF	Class 3	OFF	Class 3
40	OFF	Class 4	OFF	Class 4
70	OFF	Class 5	OFF	Class 5
100	OFF	Class 5	OFF	Class 5

A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



## Conclusioni

- Rispetto alle analisi chimiche, l'approccio ecotossicologico fornisce informazioni **dirette** circa l'effetto del compost sulla componente biotica dell'ecosistema.
- I test ecotossicologici permettano di considerare l'effetto **di tutti i composti** chimici presenti (anche i contaminanti emergenti) nel compost e di considerare il ruolo della **matrice solida** (adsorbimento).
- Compost diversi in funzione della matrice organica iniziale forniscono risposte decisamente diverse in merito alla percentuale da utilizzare in agricoltura. E' necessario considerare l'effetto scala.
- Compost in concentrazione inferiore del 10% non hanno un impatto consistente nella maggior parte dei test diretti effettuati e del 20% sui test indiretti
- L'analisi SSD fornisce una indicazione cautelativa del 3,5 % e del 14% rispettivamente per test diretti e indiretti, che sono valori superiori rispetto a quelli previsti in EC

A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:



## Pubblicazioni

- Alberto Pivato, Stefano Vanin, Roberto Raga, Maria Cristina Lavagnolo, Alberto Barausse, Antonia Rieple, Alexis Laurent, Raffaello Cossu (2016). Use of digestate from a decentralized on-farm biogas plant as fertilizer in soils: An ecotoxicological study for future indicators in risk and life cycle assessment. Waste Management, 49, pages 378-389. DOI 10.1016/j.wasman.2015.12.009
- Pivato, A., Raga, R., Lavagnolo, M.C., Vanin, S., Barausse, A., Palmeri, L., Cossu, R., 2016. Assessment of compost dosage in farmland through ecotoxicological tests. Journal of Material Cycles and Waste Management, 18 (2), pp. 303-317. DOI: 10.1007/s10163-014-0333-z
- Alberto Pivato, Maria Cristina Lavagnolo, Barbara Manachini, Stefano Vanin, Roberto Raga (2017). Ecological Risk Assessment of agricultural soils for the definition of soil screening values: a comparison between substance-based and matrix-based approach applied to a real case study. Heliyon 3, e00284, DOI: 10.1016/j.heliyon.2017.e00284
- Alberto Pivato, Maria Cristina Lavagnolo, Barbara Manachini, Roberto Raga, Giovanni Beggio, Stefano Vanin (2018). Acute toxicity tests using earthworms to estimate ecological quality of compost and digestate. Journal of Material Cycles and Waste Management, 20,1, pages 552-560. DOI 10.1007/s10163-017-0619-z

[mariacristina.lavagnolo@unipd.it](mailto:mariacristina.lavagnolo@unipd.it)

[alberto.pivato@unid.it](mailto:alberto.pivato@unid.it)

A cura di:



Con la collaborazione di:



Con il Patrocinio di:

