



BIOWASTE

»»» **«XVII Conferenza Nazionale  
sul Compostaggio e  
Digestione Anaerobica»  
Sessione Tecnica**

Mercoledì, 4 novembre 2015  
Ecomondo 2015, Rimini

# Digestione anaerobica e aspetti igienico-sanitari: risultati finali di test in impianto sperimentale in continuo

L. Rossi, S. Piccinini, M. Soldano

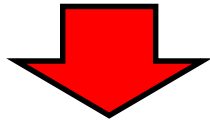
Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A. RE

Comitato Tecnico CIC



# IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

- **AMPIA DIFFUSIONE DI IMPIANTI DI BIOGAS AGRO-ZOOTECNICI (oltre 1.300 impianti..)**
- **USO AGRONOMICO DEL DIGESTATO PRATICA PIU' DIFFUSA**
- **PREVALENTE DIGESTIONE ANAEROBICA IN MESOFILIA**



## QUESITI:

- ✓ **Il digestato può presentare uno stato igienico-sanitario peggiore di quello posseduto dalle biomasse in ingresso?**
- ✓ **L'uso agronomico dei digestati contribuisce ad un aumento della contaminazione ambientale da parte dei **Clostridi**?**
- ✓ **Ci possono essere fenomeni di ACCUMULO di SPORE di Clostridium nel digestato e con il suo uso agronomico?**



# Uso agronomico digestati e rischio igienico-sanitario

## ESSENZIALE APPROCCIO CORRETTO

*(da Rapporto dell'Istituto Superiore di Sanità "Clostridium perfringens come indicatore di contaminazione ambientale e suo significato sanitario" Rapporti ISTISAN 02/8).*

Controlli di tipo sanitario = determinazione dei cosiddetti "**microrganismi indicatori di contaminazione**"

Ricerca di «**microrganismi patogeni**» praticamente **NON FATTIBILE:**

- 1) troppi i microrganismi patogeni da ricercare
- 2) l'assenza dimostrata di un patogeno non dà la certezza dell'assenza di altri patogeni;
- 3) non esistono metodiche atte al rilevamento di tutti i potenziali patogeni e anche quelle indirizzate ai microrganismi enterici, i più comunemente ricercati, sono complicate e poco sensibili.
- 4) i microrganismi patogeni, tranne alcuni casi, hanno uno scarsissimo grado di adattabilità all'ambiente esterno (esiti negativi nella loro ricerca, anche in casi di inquinamento recente o in atto).



# Uso agronomico digestati/effluenti e rischio igienico-sanitario

## ESSENZIALE APPROCCIO CORRETTO

**PIANO DI CAMPIONAMENTO ADEGUATO E RIPETUTO NEL TEMPO** per disporre di campioni **EFFETTIVAMENTE RAPPRESENTATIVI** dell'universo che devono rappresentare in scala reale (migliaia di metri cubi solitamente).

**I motivi sono diversi:**

- la carica microbica delle biomasse giornalmente caricate può essere molto variabile o addirittura non sempre presente;**
- la flora patogena eventualmente presente non è distribuita in modo omogeneo nella massa in digestione.**



# «MICRORGANISMI INDICATORI» previsti dalle normative nazionali ed europee vigenti.

|                                                   | D.Lgs. 75/2010<br>(Allegato 2)                                            | Reg. CE n. 1069/2009<br>Reg. UE n. 142/2011 All. V                                                  | Reg. CE n. 1069/2009<br>Reg. UE n. 142/2011 All. XI                                                 |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Matrici<br>Parametri                              | Ammendanti organici –<br>uso libero                                       | Residui di digestione,<br>compost                                                                   | Stallatico trasformato                                                                              |
| <b>Salmonella</b>                                 | <b>Assente in 25 g tq<br/>in 5 camp. su 5</b>                             | <b>Assente in 5 camp su 5<br/>(nel corso o a termine<br/>immagazzinamento)</b>                      | <b>Assenti<br/>in 5 campioni su 5<br/>(nel corso o a termine<br/>immagazzinamento)</b>              |
| <b>Enterococchi<br/>(UFC/g )<br/><br/>oppure:</b> | <b>Non previsto</b>                                                       | <b>≤ 1000<br/>in 4 campioni su 5</b>                                                                | <b>≤ 1000<br/>in 4 campioni su 5</b>                                                                |
| <b>Escherichia<br/>coli (UFC/g)</b>               | <b>≤ 1000<br/>in 4 camp. su 5<br/>tra 1000 e 5000<br/>in 1 camp. su 5</b> | <b>tra 1000 e 5000<br/>in 1 campione su 5<br/>(nel corso o al termine della<br/>trasformazione)</b> | <b>tra 1000 e 5000<br/>in 1 campione su 5<br/>(nel corso o al termine della<br/>trasformazione)</b> |

# «MICRORGANISMI INDICATORI» previsti dalle normative nazionali ed europee vigenti.

**SALMONELLA (ass/pres):** microrganismo patogeno primario di origine enterica (scarsa capacità di sopravvivenza fuori dal suo habitat naturale, rappresentato da uomo e animali).

**ESCHERICHIA COLI:** microrganismo ben definito dal punto di vista tassonomico e ritenuto un ottimo «indicatore» di contaminazione fecale.

**ENTEROCOCCI** (prima Streptococchi Fecali, GRUPPO ETEROGENEO usato in passato come indic. di contaminazione fecale): indicatori di «inquinamento pregresso», più resistenti ai trattamenti di abbattimento (disinfezione, termici, ecc.).

# «MICRORGANISMI INDICATORI»

## Metodiche analitiche –

**SALMONELLA (ass/pres):** *APAT - Manuali e linee guida 20/2003. Metodi microbiologici di analisi del compost. Metodo 3 pag.27-30 - Metodo qualitativo in cui viene determinata la presenza o l'assenza di salmonella in 50 g di campione*

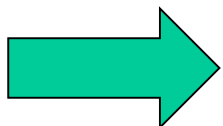
**ESCHERICHIA COLI:** "Environment agency-methods for the examination of waters and associated material-C- The isolation and enumeration of Escherichia coli by a defined substrate most probable number technique" (test Colilert-18/Quanti-Tray).

**ENTEROCOCCI:** *Standard Method (APHA Standard Method for the examination of Water and wastewater ed 22nd 2012- 9230 D. Fluorogenic Substrate Enterococcus test) (test Enterolert)*

**Metodiche ISTISAN Ufficiali per fanghi, ammendanti, rifiuti, suoli, sedimenti**

**Metodica Colilert: metodica ufficiale MIPAAF per fertilizzanti organici**

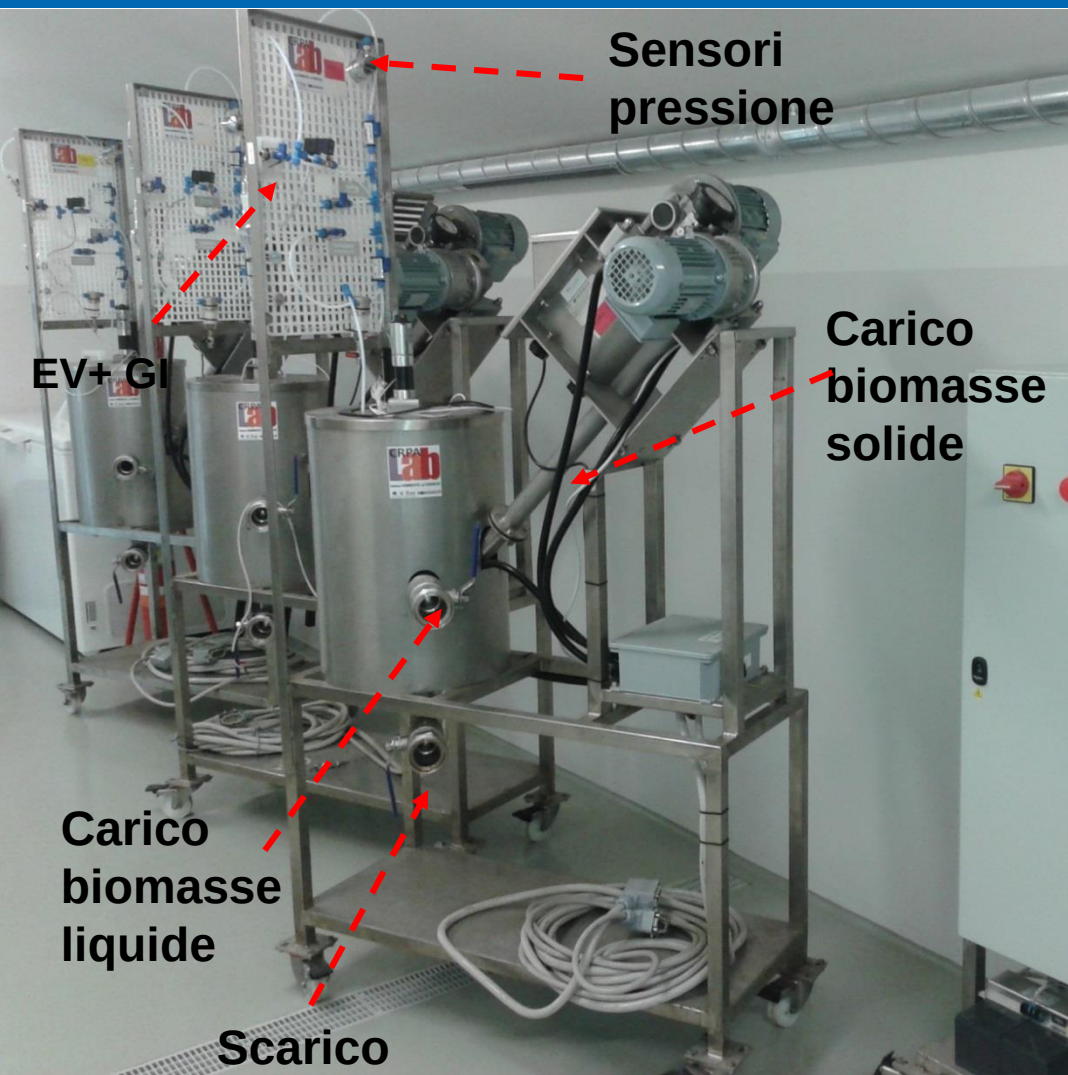
**STATO IGIENICO SANITARIO DEL DIGESTATO:  
DETERMINAZIONE «MICRORGANISMI INDICATORI»  
previsti dalle normative nazionali ed europee vigenti.**



**TEST IN CONTINUO IN IMPIANTO  
SPERIMENTALE**



# IMPIANTO PILOTA SPERIMENTALE CSTR MULTILINEA



Sistema costituito da :

- 3 digestori anaerobici in acciaio (23 l) con tre accessi (carico biomasse solide e liquide, scarico digestato), miscelati da eliche azionate da motori elettrici;
- termostatazione reattori con serpentine elettriche;
- 3 trasduttori per rilevamento della pressione nello spazio di testa di ciascun digestore;
- 3 guardie idrauliche (GI) che durante lo scarico del biogas evitano l'ingresso di aria;
- 3 elettrovalvole (EV) per scarico biogas,;
- datalogger per pressione e temperatura;
- quadro elettrico di controllo;
- analizzatore qualità biogas.

# TEST IN CONTINUO: impostazione prove

## TESI - Rapporto peso tq (%)

|               | LB  | LB-SM | LB-SM+PB |
|---------------|-----|-------|----------|
| Liq. bovino   | 100 | 90    | 80       |
| Silomais      | --  | 10    | 15       |
| Polpe bietola | --  | --    | 5        |

**3 cicli ripetuti  
per tesi**

**Durata: 70-85  
giorni**

## TESI - Rapporto peso SV (%)

|               | LB  | LB-SM | LB-SM+PB |
|---------------|-----|-------|----------|
| Liq. bovino   | 100 | 59    | 41       |
| Silomais      | --  | 41    | 48       |
| Polpe bietola | --  | --    | 11       |

## Mesofilia

|                   |          |
|-------------------|----------|
| Temperatura (°C)  | 38±0,2°C |
| HRT (giorni)*     | 50 (30)  |
| COV (kgSV/m3*die) | 2,0-2,5  |

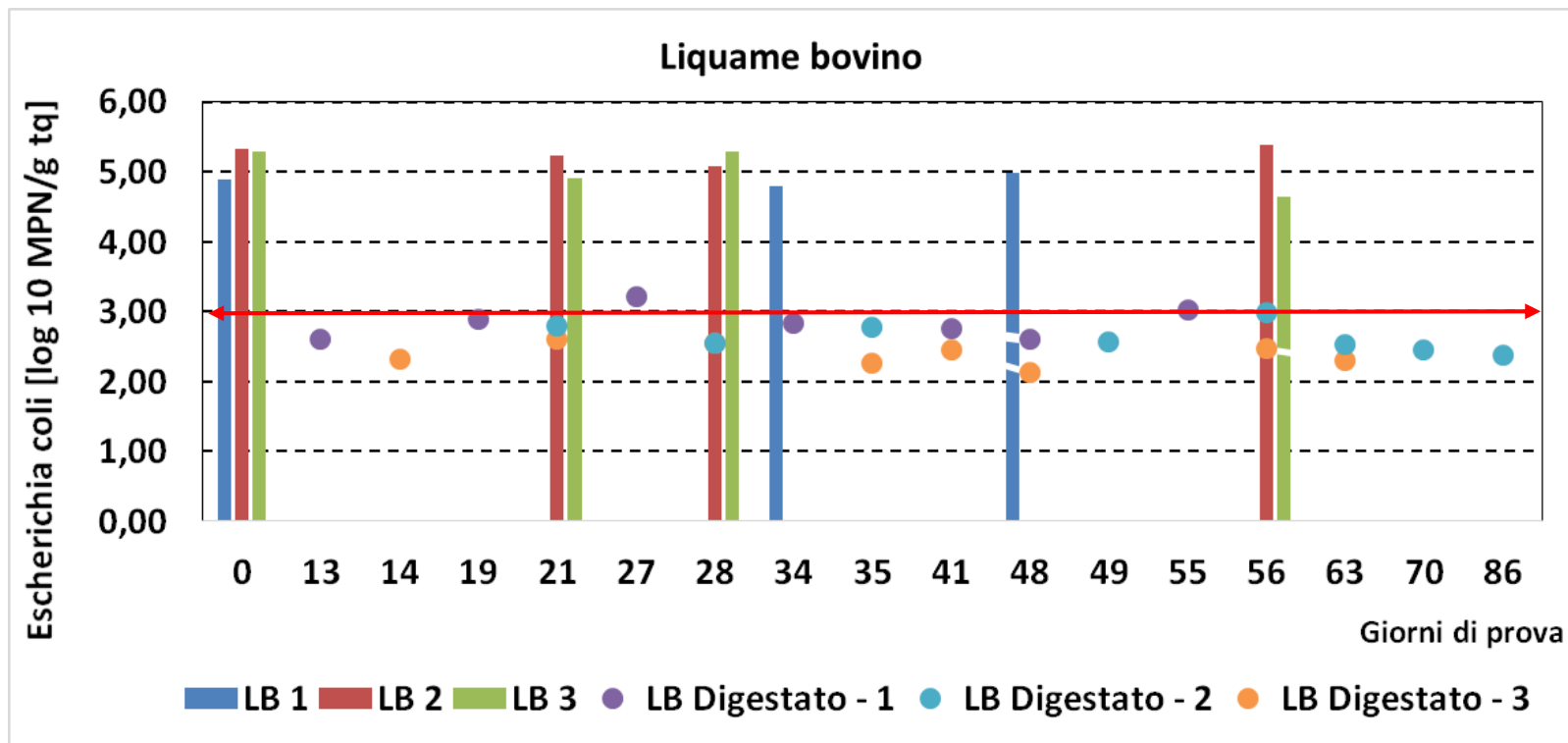
(\*) Tra parentesi HRT per soli effluenti

# TEST IN CONTINUO: risultati

| Tesi – Miscela             |               | Resa in BIOGAS          | Resa in METANO          | CH <sub>4</sub> |
|----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
|                            |               | [Nm <sup>3</sup> /t SV] | [Nm <sup>3</sup> /t SV] | [%]             |
| <b>Liquame bovino (LB)</b> | <b>MEDIA</b>  | <b>358,31</b>           | <b>198,80</b>           | <b>55,49</b>    |
|                            | <b>Dev.st</b> | 82,55                   | 23,26                   | 1,09            |
| <b>LB+Silomais (SM)</b>    | <b>MEDIA</b>  | <b>519,74</b>           | <b>280,97</b>           | <b>54,10</b>    |
|                            | <b>Dev.st</b> | 43,18                   | 19,29                   | 0,77            |
| <b>LB+SM+polpe bietola</b> | <b>MEDIA</b>  | <b>540,99</b>           | <b>289,53</b>           | <b>53,58</b>    |
|                            | <b>Dev.st</b> | 70,12                   | 22,58                   | 1,02            |

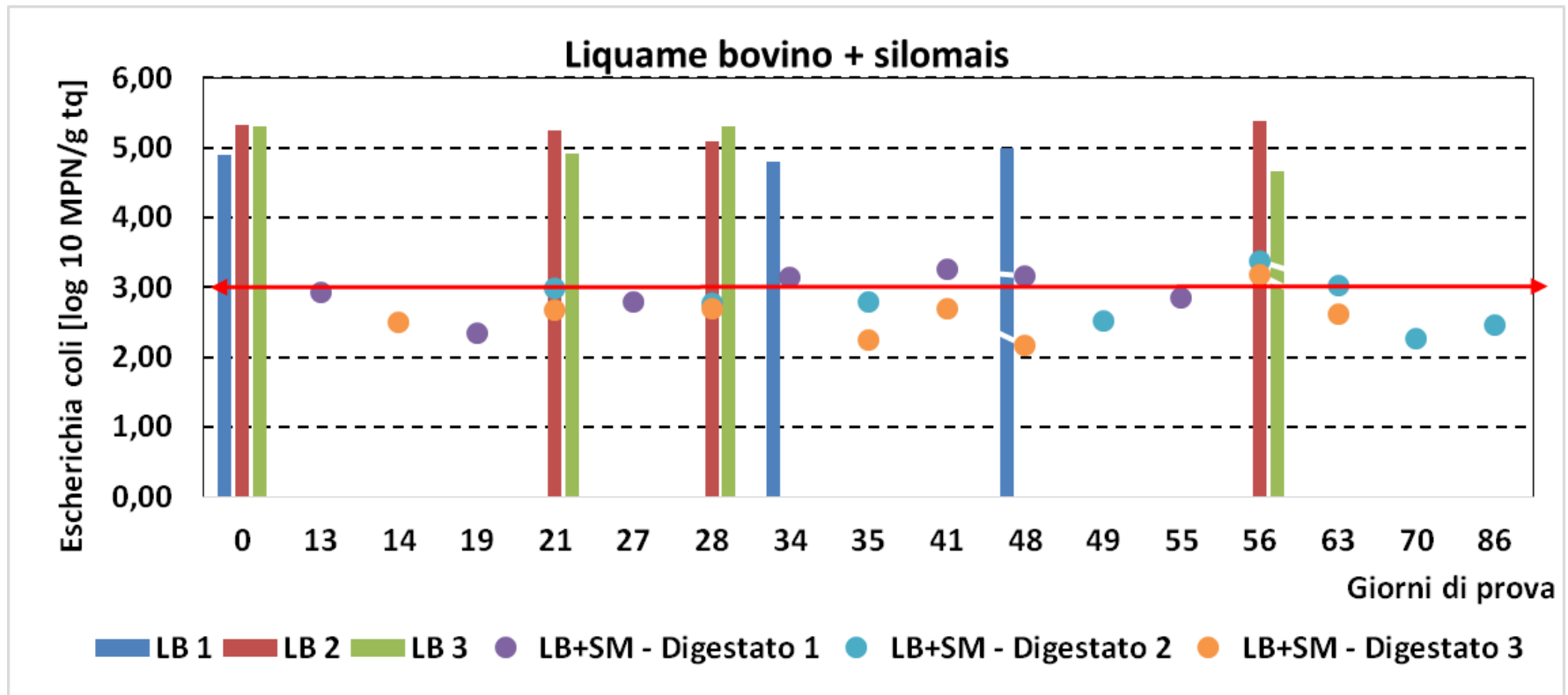
# Escherichia coli [log MPN/g tq] in mesofilia: risultati

## TESI: EFFLUENTI BOVINI



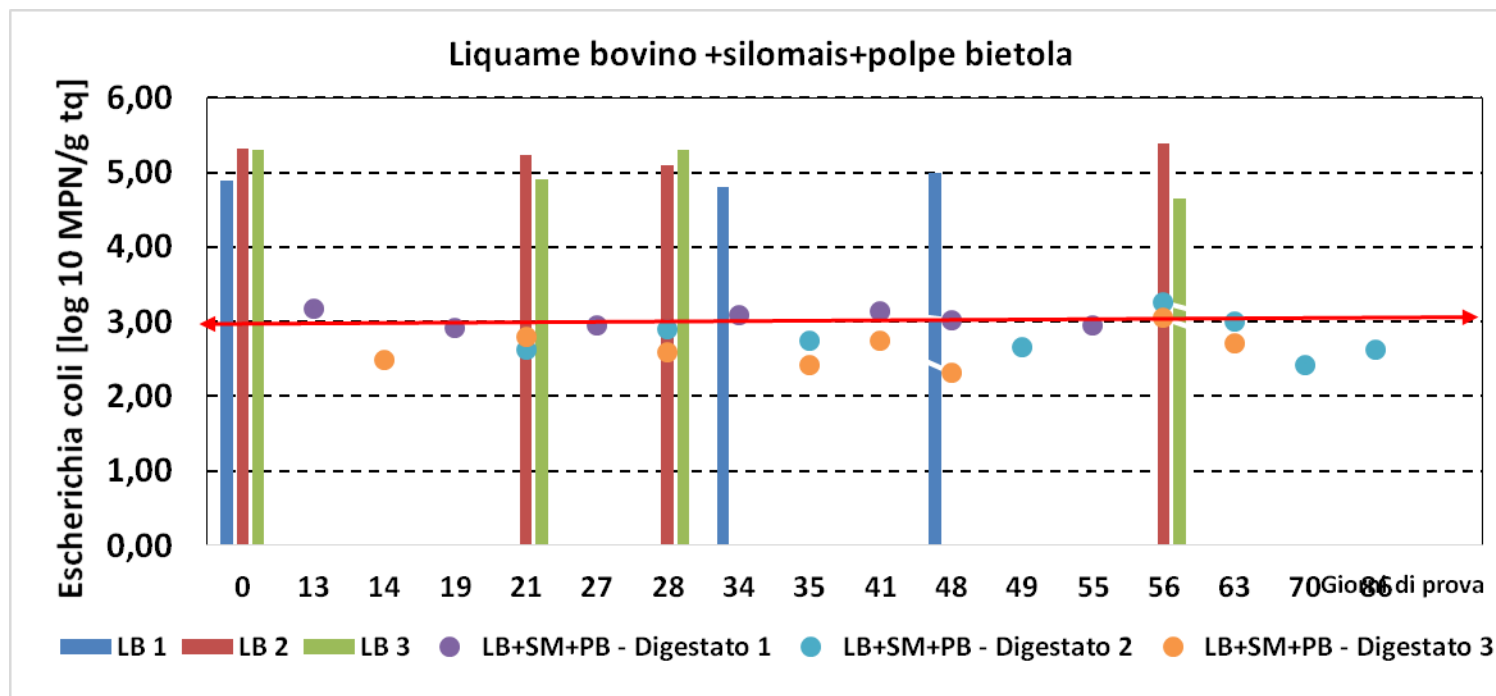
# Escherichia coli [log MPN/g tq] in mesofilia: risultati

## TESI: EFFLUENTI BOVINI + SILOMAIS



# Escherichia coli [log MPN/g tq] in mesofilia: risultati

TESI: EFFLUENTI BOVINI + SILOMAIS+POLPE BIETOLA



**SALMONELLA: sempre ASSENTE, sia nelle biomasse al carico, sia nei digestati campionati settimanalmente in tutte le tesi/repliche**

# ESCHERICHIA COLI [log MPN/g tq] in mesofilia: Analisi statistica

|           | LB     | LB+SM  | LB+SM+PB |
|-----------|--------|--------|----------|
| LB        | 5,08 a | 5,08 a | 5,08 a   |
| Digestato | 2,63 b | 2,80 b | 2,84 b   |
| Signif.   | ***    | ***    | ***      |

 **Riduzione di 2 ordini  
di grandezza**

| TESI                  | SETTIMANA |      |      |      |      |      |      |      | Sign. |
|-----------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                       | 2         | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |       |
| LB Digestato          | 2,5       | 2,8  | 2,8  | 2,6  | 2,6  | 2,4  | 2,8  | 2,4  | n.s.  |
| LB+SM Digestato       | 2,7       | 2,7  | 2,8  | 2,7  | 3,0  | 2,6  | 3,1  | 2,8  | n.s.  |
| LB+SM+PB<br>Digestato | 2,8       | 2,8  | 2,8  | 2,7  | 2,9  | 2,7  | 3,1  | 2,9  | n.s.  |
| Significatività       | n.s.      | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s.  |

# ENTEROCOCCI [log MPN/g tq] in mesofilia: Analisi statistica

|                 | LB     | LB+SM  | LB+SM+PB |
|-----------------|--------|--------|----------|
| LB              | 4,72 a | 5,72 a | 6,72 a   |
| Digestato       | 3,60 b | 3,28 b | 3,64 b   |
| Significatività | ***    | ***    | ***      |



**Riduzione di 2 ordini  
di grandezza**

| Matrice  | SETTIMANA |         |         |          |         |          |        |          | Sig. |
|----------|-----------|---------|---------|----------|---------|----------|--------|----------|------|
|          | 2         | 3       | 4       | 5        | 6       | 7        | 8      | 9        |      |
| LB       | 2,9       | 3,5     | 3,5     | 3,5      | 3,6     | 3,8      | 3,6    | 3,7      | n.s. |
| LB_SM    | 2,51 a    | 2,81 ab | 3,68 cd | 3,50 bcd | 3,77 cd | 3,46 bcd | 3,88 d | 2,94 abc | *    |
| LB_SM_PB | 3,8       | 3,4     | 3,9     | 3,8      | 4,0     | 3,6      | 4,2    | 3,1      | n.s. |
| Sig.     | n.s.      | n.s.    | n.s.    | n.s.     | n.s.    | n.s.     | n.s.   | n.s.     |      |



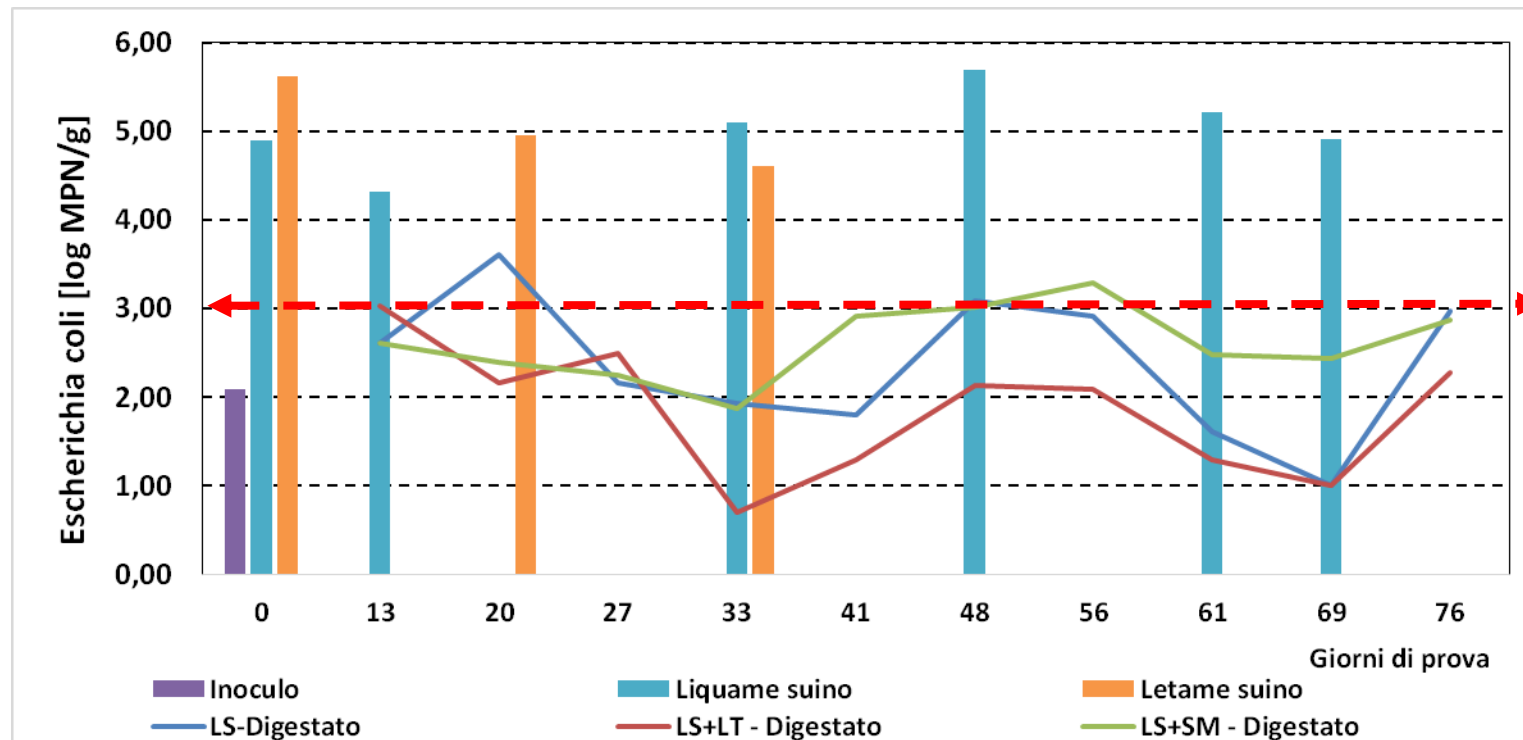
# TEST IN CONTINUO IN MESOFILIA con LIQUAMI SUINI

|         | TESI 1        | TESI 2                          | TESI 3                           |
|---------|---------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ciclo 1 | Liquame suino | Liquame suino +<br>Letame suino | Liquame suino +<br>Insilato mais |

| Tesi - Matrici             | Rapporto in peso<br>tal quale<br>[% miscela] | Rapporto in peso<br>Solidi Volatili<br>[% miscela] | Tempo di<br>ritenzione (HRT)<br>[d] | Carico org.<br>vol. (COV)<br>[kg SV/m <sup>3</sup> /d] |
|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Liquame suino              | 100                                          | 100                                                | 30                                  | 1,75                                                   |
| Liquame suino+letame suino | 80 : 20                                      | 51 : 49                                            | 50                                  | 1,83                                                   |
| Liquame suino+silomais     | 70 : 30                                      | 26 : 74                                            | 50                                  | 2,97                                                   |

RESE ENERGETICHE DEL TUTTO IN LINEA CON I VALORI OTTENUTI DAI TEST IN BATCH

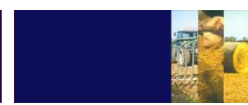
# LO STATO IGIENICO SANITARIO DEI DIGESTATI DI ORIGINE SUINICOLA



# LO STATO IGIENICO SANITARIO DEI DIGESTATI DI ORIGINE SUINICOLA

|                      | <b>SALMONELLA</b>                            |
|----------------------|----------------------------------------------|
|                      | <b>(presenza in 25 g tq/totale campioni)</b> |
| <b>Liquame suino</b> | <b>0/6</b>                                   |
| <b>Letame suino</b>  | <b>0/3</b>                                   |
| <b>Silomais</b>      | <b>0/3</b>                                   |
| <b>LS-Dtq</b>        | <b>0/10</b>                                  |
| <b>LS+LT-Dtq</b>     | <b>0/10</b>                                  |
| <b>LS+SM-Dtq</b>     | <b>0/10</b>                                  |

Salmonella: nessun campione è risultato positivo



# CONSIDERAZIONI FINALI

- Scontata elevata contaminazione effluenti zootecnici (non per Salmonella). Insilati e altri sottoprodotti occasionalmente «contaminati»
- Confermato a livello sperimentale **ABBATTIMENTO SIGNIFICATIVO DI ESCHERICHIA COLI E DI ENTEROCOCCHI** in condizioni mesofile (-2 ordini di grandezza)
- Escherichia coli nei DIGESTATI  $\approx$  1.000 MPN/g tq
- La fase di stoccaggio migliora ulteriormente la situazione
- Confermati risultati ottenuti in altre indagine, come da bibliografia



# Grazie per l'attenzione!

**BIOWASTE**



**«XVII Conferenza Nazionale  
sul Compostaggio e  
Digestione Anaerobica»  
Sessione Tecnica**

**Mercoledì, 4 novembre 2015**  
Ecomondo 2015, Rimini

[l.rossi@crpa.it](mailto:l.rossi@crpa.it)

[www.crpa.it](http://www.crpa.it)

Centro Ricerche Produzioni Animali – C.R.P.A. S.p.A. RE

