

# I rifiuti organici: una fonte "rinnovabile" di energia chimica per l'agricoltura e di efficienza nel ciclo di produzione degli alimenti

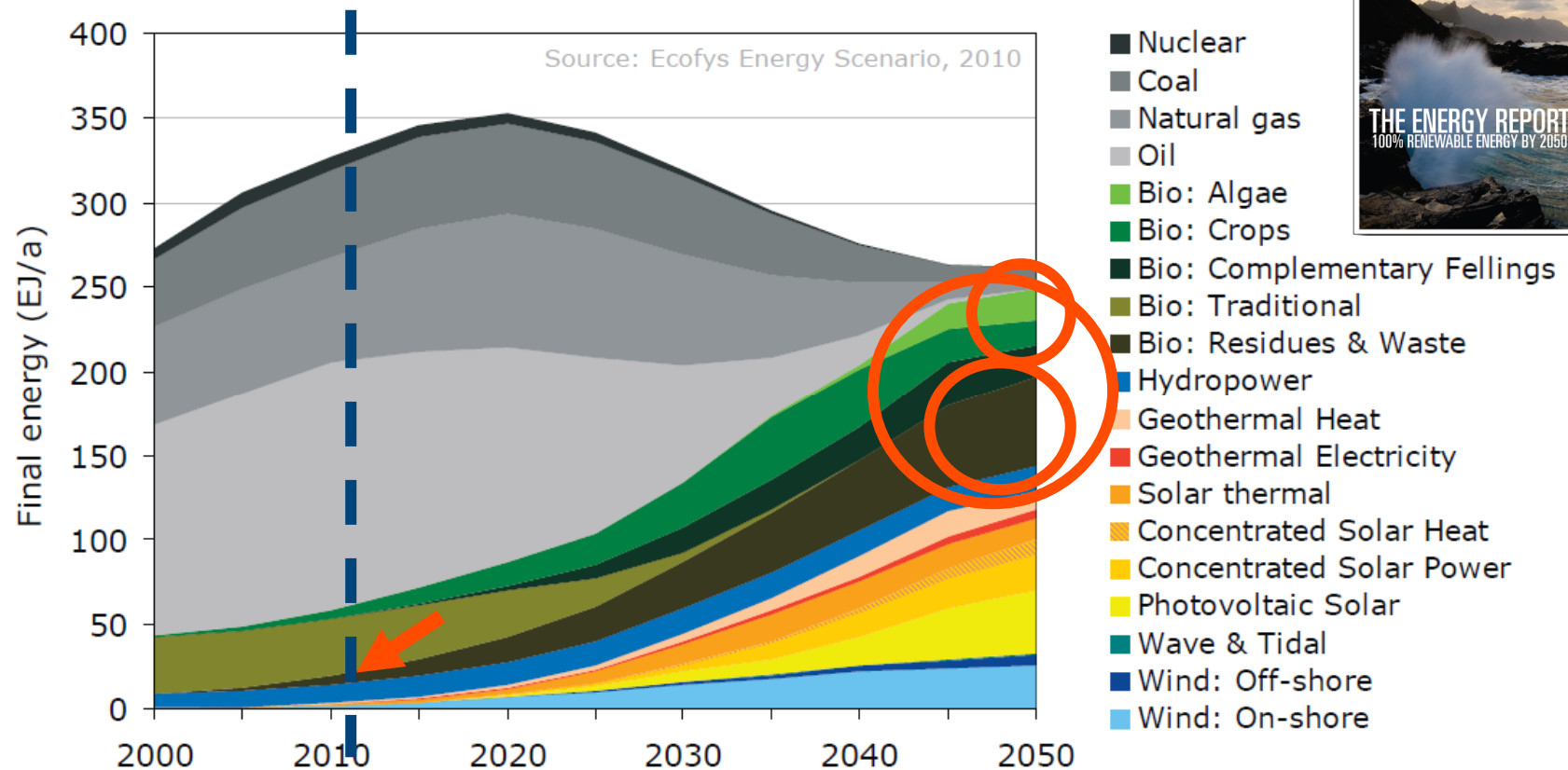
**DIBAF** Dipartimento per l'Innovazione nei sistemi  
Biologici, Agroalimentari e Forestali



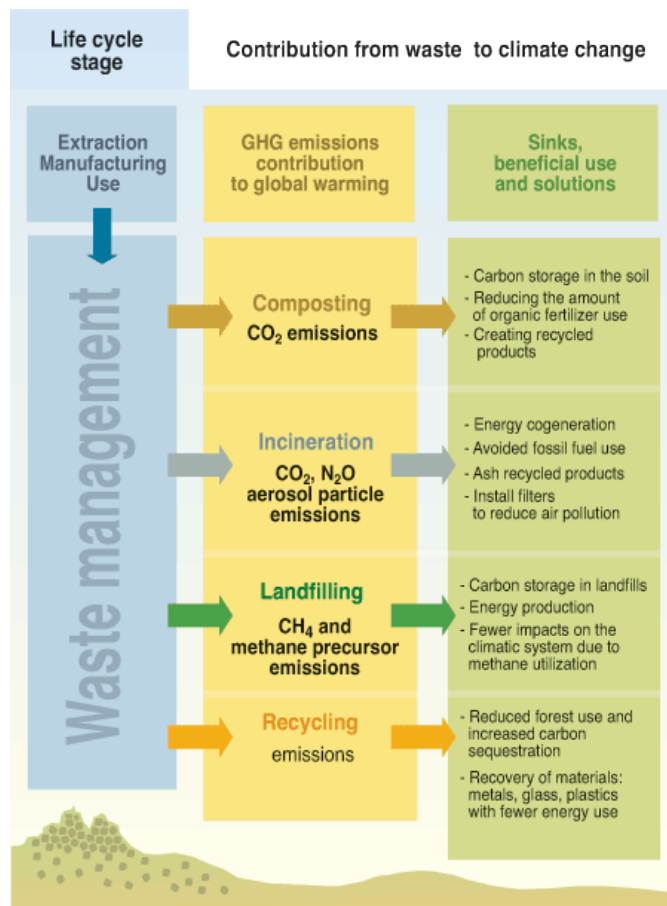
Andrea Vannini

[vannini@unitus.it](mailto:vannini@unitus.it)

## Tecnologia, Efficienza e Energia rinnovabile: l'energia prodotta dai residui organici agricoli e urbani potrebbe fornire la maggiorparte della bio-energia in uno scenario al 2050



# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”



- **Compostaggio** (una opzione for il riciclo dei residui organici umidi come quelli urbani, verde pubblico agricoltura). Il compostaggio è la digestione biologica aerobica di materiale organico. Durante il processo di digestione aerobica i microrganismi degradano la materia organica con produzione di calore e (CO<sub>2</sub>). Comunque, la maggiorparte del carbonio rimane complessato nei composti umici e quindi non rilasciato nell'atmosfera. Il compostaggio è un sistema di smaltimento dei residui organici che crea un prodotto di riciclo che può essere usato al posto dei fertilizzanti inorganici. L'emissione di GHG è nettamente ridotta in considerazione dell'alto costo energetico e di emissioni dovuto alla produzione e uso di fertilizzanti inorganici.

# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”

- Miglioramento della struttura del suolo e arricchimento in carbonio organico (la maggiorparte dei suoli agricoli italiani è povera di carbonio organico e presenta una struttura non equilibrata)
- Minore lisciviazione, rilascio graduale di azoto assimilabile
- Miglioramento della diversità microbica benefica
- Riduzione dell'uso di pesticidi e fertilizzanti inorganici che sono tra le più rilevanti fonti di emissioni di GHG dirette e indiretta in agricoltura.
- Riduzione nelle emissioni di Volatile Organic Compounds (VOC)
- Riduzione delle necessità di apporti idrici (grazie alla migliore struttura del suolo e capacità di ritenzione idrica)
- Aumenta la biodiversità e quindi la resilienza
- Necessità di incontrare le esigenze del mondo agricolo in quanto a qualità del prodotto e standard commerciali
- Superare la riluttanza degli agricoltori
- Necessità di realizzare una rete di impiantistica che catturi i flussi di materiale dalle città, l'agricoltura e l'agro-industria: IL SISTEMA COMPOST
- Necessità di controlli stretti sulla qualità agronomica del prodotto; quelli relativi alla sicurezza del cittadino e del utilizzatore sono già garantiti dalla normativa fertilizzanti (D.Lgs. 75/2010)

# Fertilizzanti inorganici

- La stima media del IPCC sul potenziale di mitigazione delle emissioni GHG legato alla fertilizzazione dei suoli agricoli, oscilla tra 0.33 to 0.62 t CO<sub>2</sub>-eq/ha-1/yr-1 in zone climatiche secche e umide rispettivamente (Smith et al. 2007).
- Le stime evidenziano come la produzione di fertilizzanti inorganici consuma circa 1,2% dell'energia mondiale ed è responsabile di circa 1.2% delle emissioni GHG globali (Kongshaug 1998).
- La produzione di fertilizzanti NPK (Azoto, Fosforo e Potassio) produce emissioni di GHG comprese tra 0.8 to 10.0 kg CO<sub>2</sub>-eq per kg di fertilizzante (Wood and Cowie 2004).
- Inoltre la loro applicazione produce da 0.25 to 2.25 kg N<sub>2</sub>O per 100 kg N (Smith et al 1997).
- Il consumo di fertilizzanti inorganici azotati nella EU è stato di 30,959,558 tonnellate nel 2008 and il surplus stimato di azoto è di 7.1 million tonnellate, corrispondente a 55 kg N/ha.

# Comparison of energy inputs for inorganic fertilizer and manure based corn production

N.B. McLAUGHLIN<sup>1</sup>, A. HIBA<sup>2</sup>, G.J. WALL<sup>3</sup> and D.J. KING<sup>4</sup>

## Fertilizzanti: organici vs inorganici

**Table II. Mean corn yield (t/ha) for corn production based on inorganic fertilizer and manure for three soil textures.**

Nutrient source	Soil texture		
	Coarse	Medium	Fine
Inorganic fertilizer	8.84 a§	7.90 a	6.78 a
Manure - surface applied	8.09 b	8.24 a	6.68 a
Manure - conventional inject	8.44 ab	8.34 a	6.82 a
Manure - modified inject	8.31 ab	8.20 a	6.38 a

§ Means in the same column and followed by the same letter do not differ significantly ( $P = 0.05$ ) according to Duncan's Multiple Range Test.

# Comparison of energy inputs for inorganic fertilizer and manure based corn production

N.B. McLAUGHLIN<sup>1</sup>, A. HIBA<sup>2</sup>, G.J. WALL<sup>3</sup> and D.J. KING<sup>4</sup>

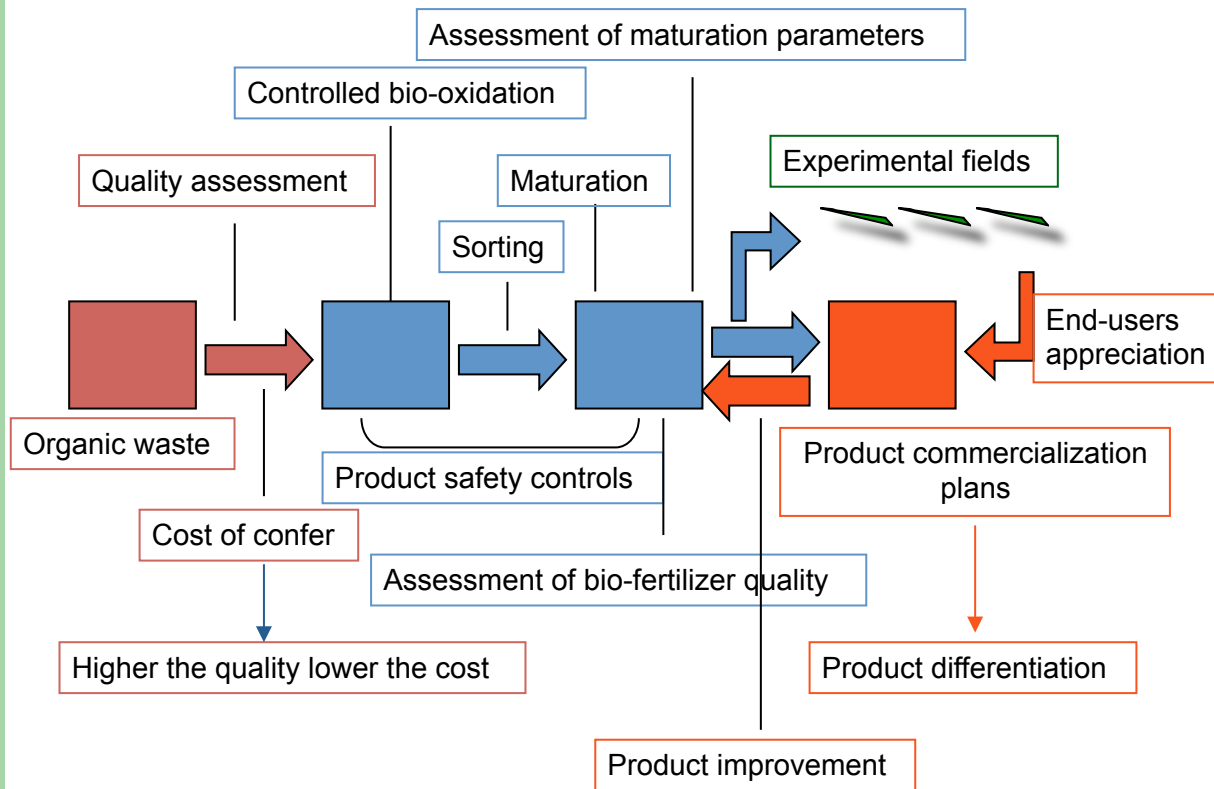
## Fertilizzanti: organici vs inorganici

**Table IV. Energy input (GJ/ha) for corn production based on inorganic fertilizer and manure on three soil textures.**

Nutrient Source	Soil texture		
	Coarse	Medium	Fine
Inorganic fertilizer	19.1a†	22.3a	19.1a
Manure - surface applied	11.9b	10.6b	12.9b
Manure - conventional inject	11.9b	10.7b	13.0b
Manure - modified inject	11.9b	10.6b	12.8b

† Means in the same column and followed by the same letter do not differ significantly ( $P = 0.05$ ) according to Duncan's Multiple Range Test.

© 2015 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from Pearson Education, Inc.



- Spostare il punto di vista dal rifiuto al prodotto finale
- Provvedere a standard qualitativi
- Orientare il prodotto finale alle esigenze del consumatore

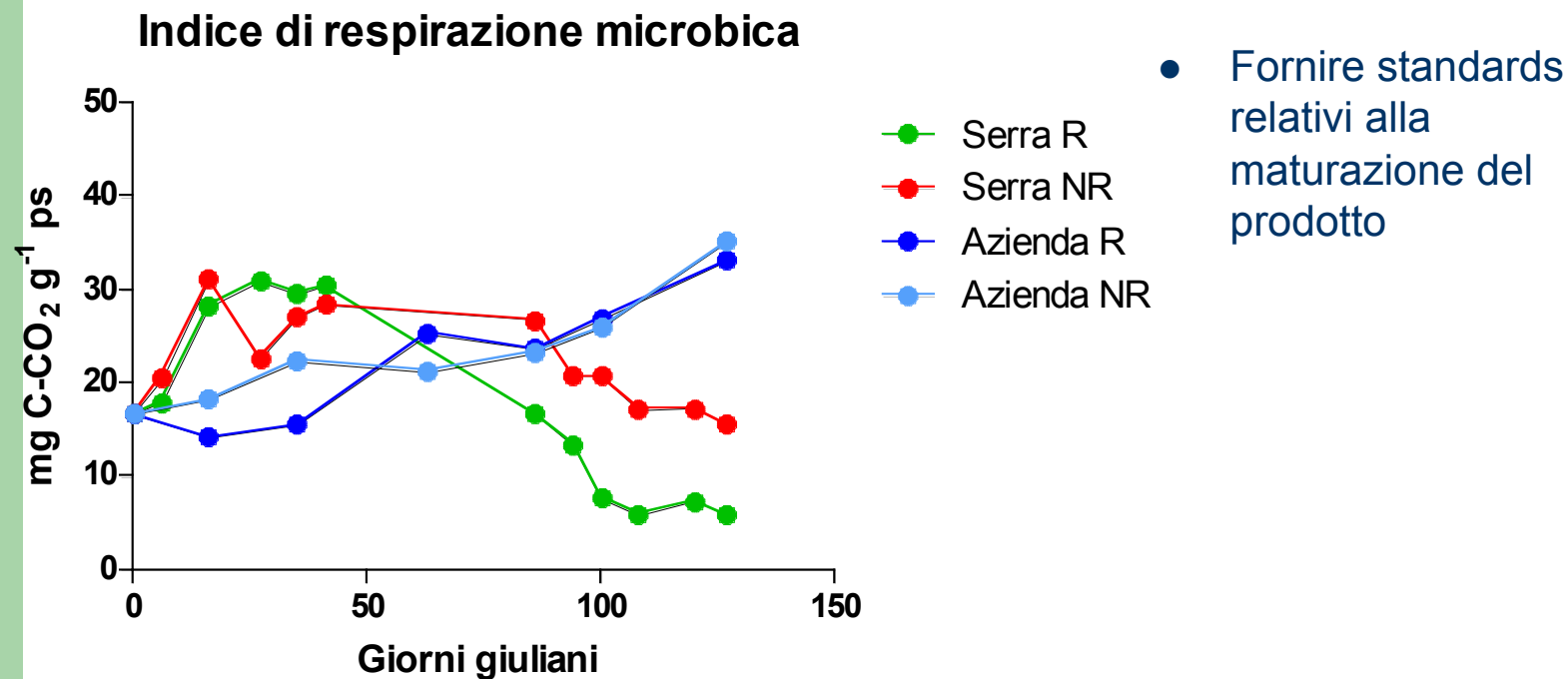


# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”

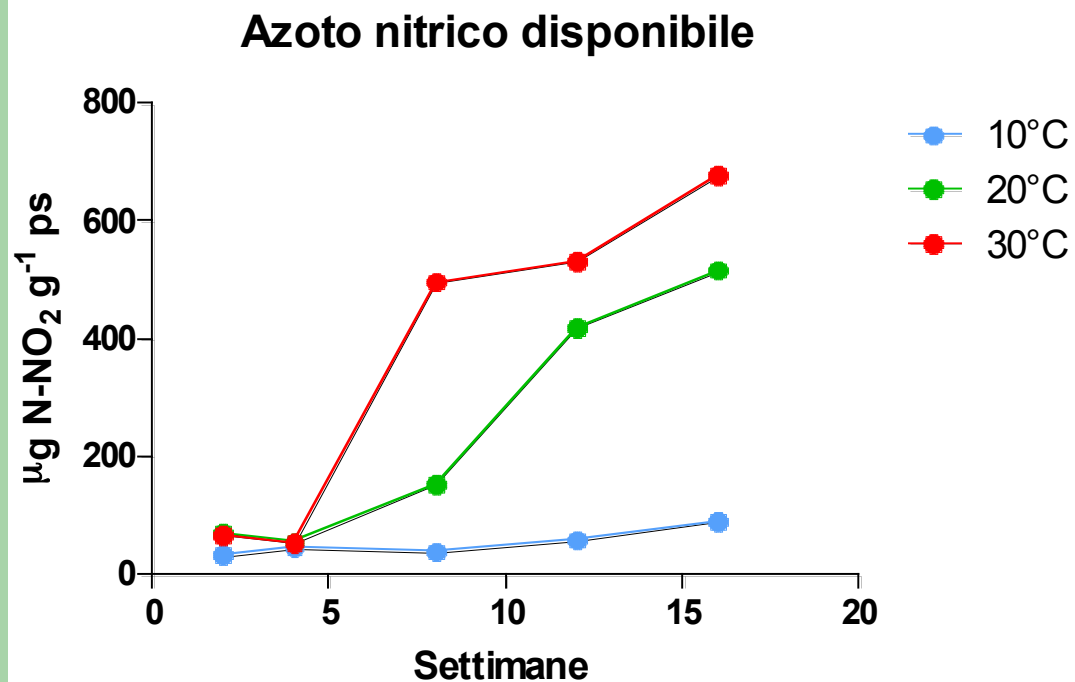
umidità	%	30,00
pH		8,20
carbonio organico	%ss	37,30
carbonio umico e fulvico	%ss	12,00
rapporto C/N		16,60
azoto totale	%ss	2,25
azoto organico	%ss	2,18
fosforo totale	%ss	1,00
fosforo solubile	%ss	0,05
potassio	%ss	2,20
calcio	%ss	6,80
magnesio	%ss	0,80
manganese solubile	mg/ Kgss	5,00

- Spostare il punto di vista dal rifiuto al prodotto finale
- Provvedere a standard qualitativi
- Orientare il prodotto finale alle esigenze del consumatore

# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”

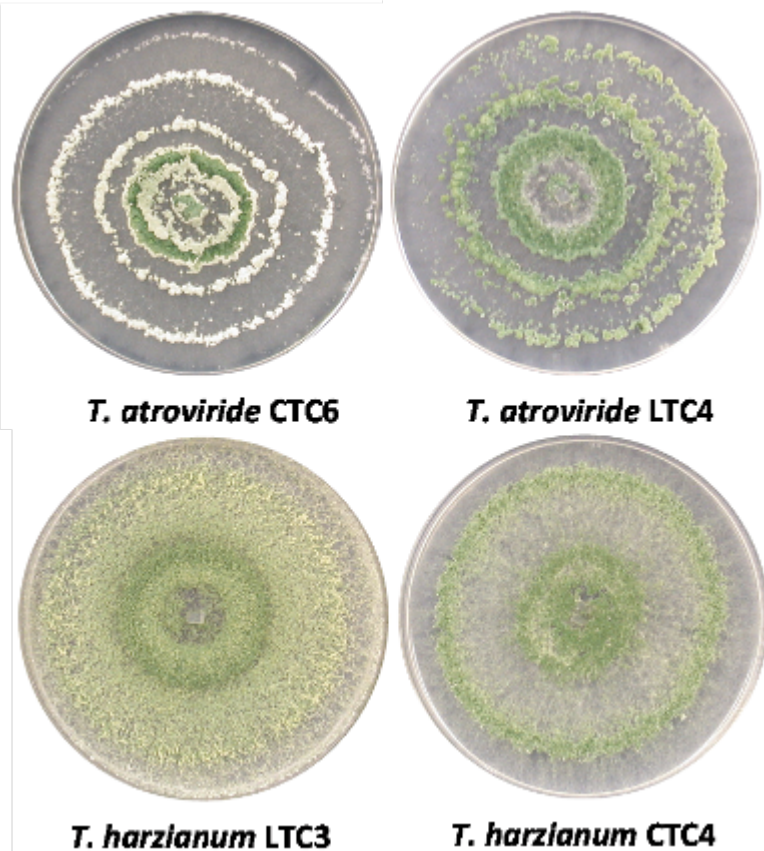


# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”

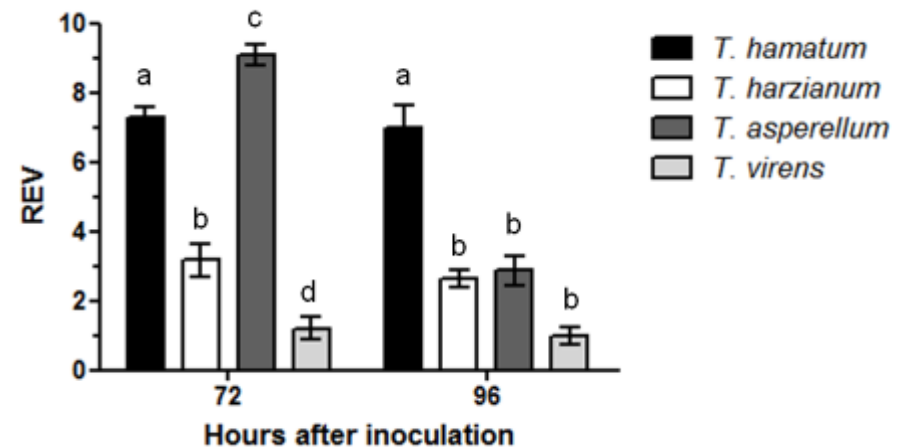


- Fornire standards sul rilascio di nutrienti assimilabili

# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”



- Fornire standards microbiologici sulla carica di organismi utili alle piante
- I microrganismi naturalmente presenti nel compost mostrano attività soppressive contro gli agenti di malattia nel suolo e aumentano il vigore e la resistenza delle piante



# Dal “compost” al “bio-fertilizzante”



Presenza “in pianta” (bieta) di metalli pesanti dopo fertilizzazione con compost misto (ACM) e fertilizzate inorganico (tutti largamente sotto le soglie previste per legge.

	Compost mg/ Kg	Inorganico mg/ Kg
Cr	0.0014	0.0019
Cd	0.0001	0.0001
Ni	0.0005	0.0006
Pb	0.0008	0.0005
Zn	0.0347	0.0279
Cu	0.0074	0.0083
As	0.0002	0.0002

- Garantire il produttore e il consumatore sulla qualità e sicurezza dei prodotti agricoli fertilizzati con compost

# Bio-energie: l'approccio olistico e integrato

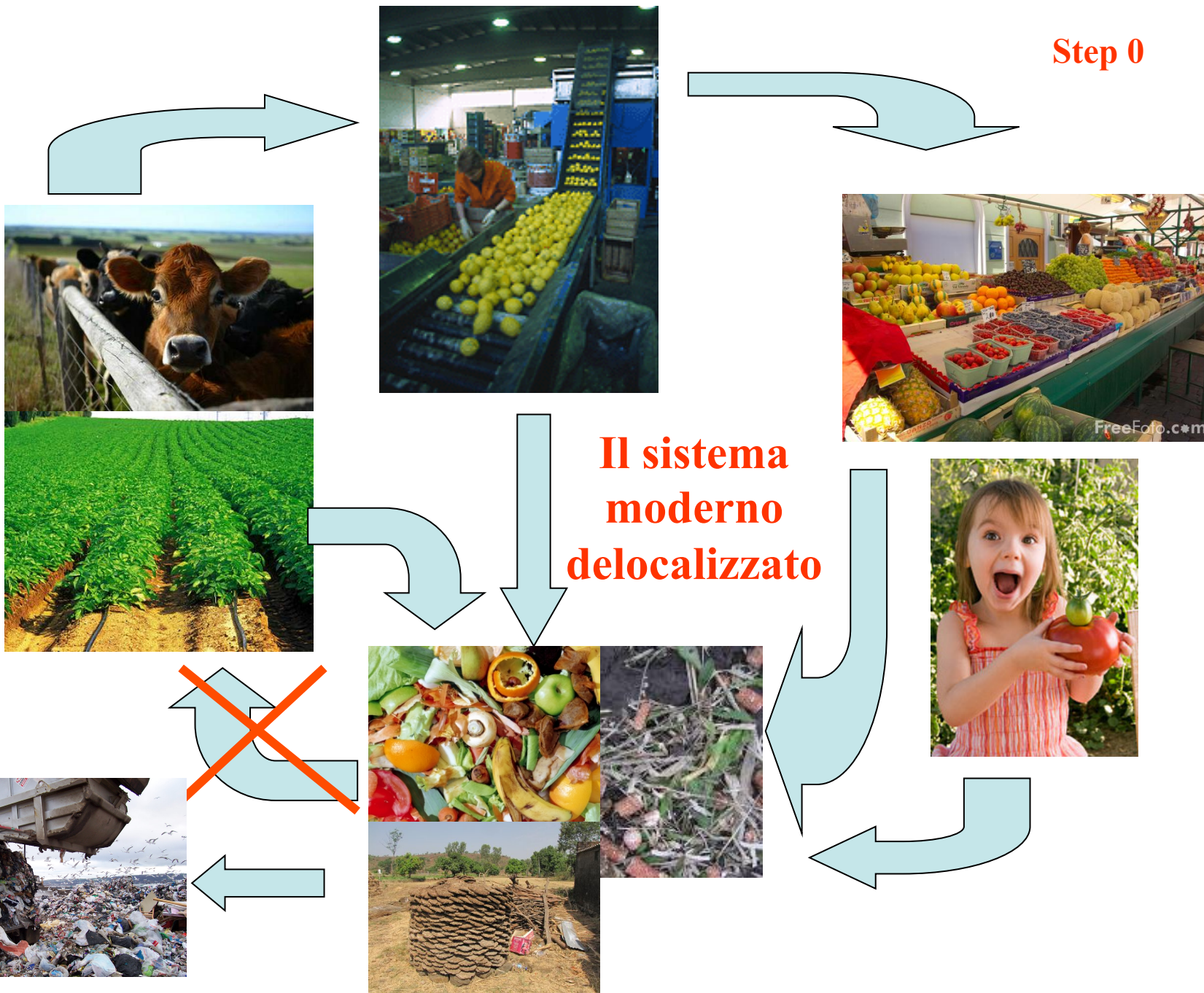
- Secondo il WWF Energy report 2010 le biomasse da agricoltura, agro-industria e aree urbane potrebbero rappresentare la maggiorparte delle bio-energie in una proiezione al 2050.
- Le applicazioni tecnologiche e la capacità di fare sistema e rete farà la differenza al fine di raggiungere l'obiettivo
- L'idea è quella di ottimizzare ed integrare i processi e le filiere di produzione di energia (chimica, termica, motrice etc.) dai residui organici
- Si dovrebbe intervenire immaginando uno “scale up” del sistema rurale tradizionale in cui le attività agricole (zootecnia e produzioni vegetali) fornivano cibo per la comunità rurale ma anche substrati di scarto per la produzione di calore e bio-fertilizzanti (il letame).
- Oggi questo sistema si è delocalizzato tra aree produttive, impianti di trasformazione, mercati di vendita e aree urbane, con un evidente collasso nelle connessioni tra le diverse fasi e passaggi.





**Il sistema  
olistico rurale  
tradizionale**

**Step 0**





# Residui della zootecnia

- Ancora oggi utilizzati come fonte diretta di calore da popolazioni locali in paesi in via di sviluppo
- Dalla metà del ventesimo secolo l'uso come fonte di biogas è in netto aumento sia per usi energetici aziendali che per produzione di energia elettrica per uso civile.



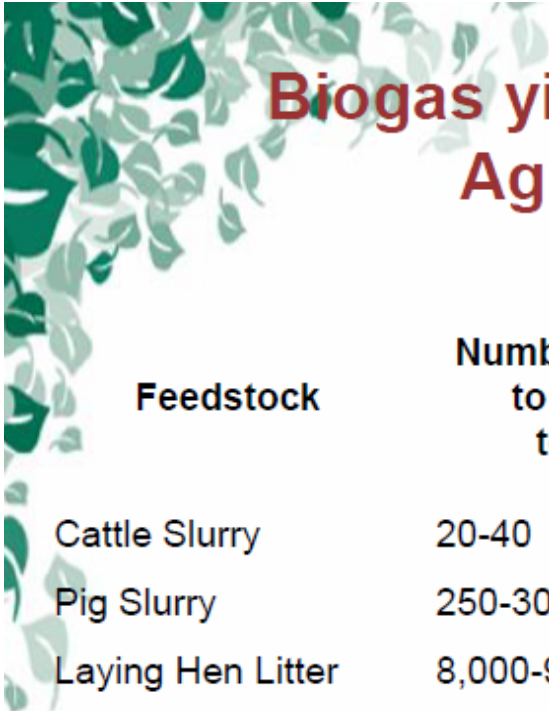
# Residui animali

- Esempio della città di Lunene, Westfalia (Germania). Circa 26.000 case riceveranno calore e elettricità dalla cogenerazione da residui animali e dell' agricoltura.
- Un numero di 12 cogeneratori sistemati nella città e che producono circa 6.8 MW
- Un brillante esempio di produzione di bio-energia e integrazione dei sistemi (dall' agricoltura alle città).



# Alcune cifre

## Biogas yield and Energy of common Agricultural feed stocks



Feedstock	Number of animals to produce 1 tonne/day	Dry Matter Content	Biogas Yield(M3/t)	Energy Value(MJ/m3) Biogas
Cattle Slurry	20-40	12	25	23-25
Pig Slurry	250-300	9	26	21-25
Laying Hen Litter	8,000-9,000	30	90-150	23-27
Broiler Manure	10,000-15,000	60	50-100	21-23
Food Waste	~	15	46	21-25

## Alcune cifre

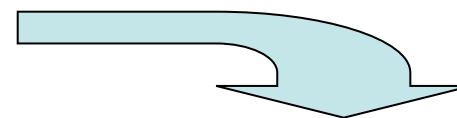
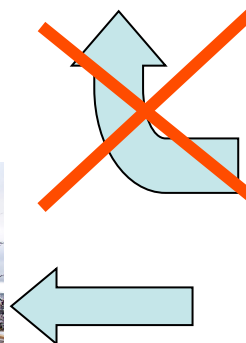
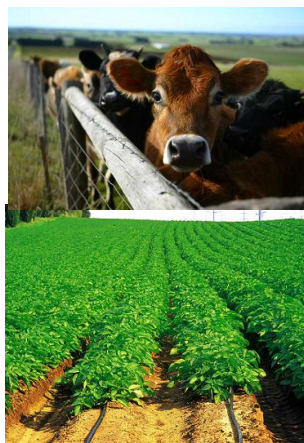
- L' Italia potrebbe ottenere circa 0.40 Mtep uguali a 4.500 GWh solo da biogas ottenuto da 'feedstock' animali.
- Questo porrebbe l' Italia al sesto posto in Europa dopo la Francia (1,16 Mtep), Germania(0,88 Mtep), UK (0,58 Mtep), Spagna (0,54 Mtep) e Polonia (0,44 Mtep).
- La AEBIOM ha calcolato che il 6% dell'energia rinnovabile europeapotrebbe essere prodotta dai residui della zootecnia.



Step 1

Energia biogas  
(uso aziendale e/o  
civile)

Fermentazione  
anaerobica



# Residui verdi

- I residui delle attività agricole (e verde ornamentale) potrebbero essere miscelati ai residui della zootecnia per produrre biogas
- Alternativamente possono essere utilizzati come strutturanti mescolati ai residui organici urbani e fanghi di depurazione per produrre compost di alta qualità misti (ACM) per uso agricolo.
- Miscela di substrati diversi provenienti da comparti diversi per ottimizzare il prodotto
- Infine possono essere utilizzati per la produzione di compost verdi (ACV)

# Compost in Europa



EUROPEAN COMMISSION

Brussels, 18.5.2010  
COM(2010)235 final

**COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE  
EUROPEAN PARLIAMENT**

**on future steps in bio-waste management in the European Union**

{SEC(2010) 577}

# Compost in Europa



## 5. IMPROVED MANAGEMENT OF BIO-WASTE - AN UNTAPPED POTENTIAL

The following benefits could be reached if recycling and recovery of bio-waste are maximized:

- Financial savings for citizens (for example, one third of food bought by UK households (approximate value of €19 billions) becomes waste. Up to 60% of this waste could theoretically be avoided.<sup>11</sup>.
- Avoiding about 10 million tonnes CO<sub>2</sub>-equivalent emissions, i.e. a 4% contribution to the 2020 EU target of 10% reduction compared to 2005 emissions for the sectors not covered by the Emission Trading Scheme. In case of ambitious prevention policies up to 44 million tonnes CO<sub>2</sub>-equivalent could be avoided<sup>12</sup>;



# Compost in Europa



- About one-third of the 2020 EU target to use renewable energy in transport<sup>13</sup> could be met by using the biogas produced from bio-waste as vehicle fuel and around 2% of the overall renewable energy target could be met if all bio-waste is turned into energy.
- Increased market for quality compost by a factor of 2.6 to reach about 28 million tonnes<sup>14</sup>;
- Resource savings by substituting 10% of phosphate fertilizers, 9% of potassium fertilizers and 8% of lime fertilizers<sup>15</sup> with compost;
- Improving 3% to 7% of depleted agricultural soils in the EU with compost and addressing the problem of degrading soil quality in Europe<sup>16</sup>.
- These estimates cannot be added up, as for a part they concern alternative solutions. However, there are also synergies: for example anaerobic digestion can contribute to CO<sub>2</sub> and biofuels targets and to soil improvement if digestate is used on soil. The benefits demonstrate a considerable potential that can help to meet environmental objectives, in particular where they are the most cost-effective solution.

# Compost misto



Gruppo Acea

- L'italia ha pochissimi impianti di compostaggio a fronte della quantità di rifiuto organico da processare
- La Francia ha già attivi 50 impianti di medie-grandi dimensioni
- L'impianto Kyklos s.r.l. ad Aprilia (LT) è un esempio di impianto di digestione aerobica ad alta tecnologia. Al momento processa 66.000 tonnellate di rifiuto organico dalla differenziata e verde per anno producendo 30.000 tonnellate di compost per l'agricoltura.







**Energy (and bio-fertilizer)**



**Step 2**

**Anaerobic fermentation**



**Compost (and heat)  
Aerobic fermentation**

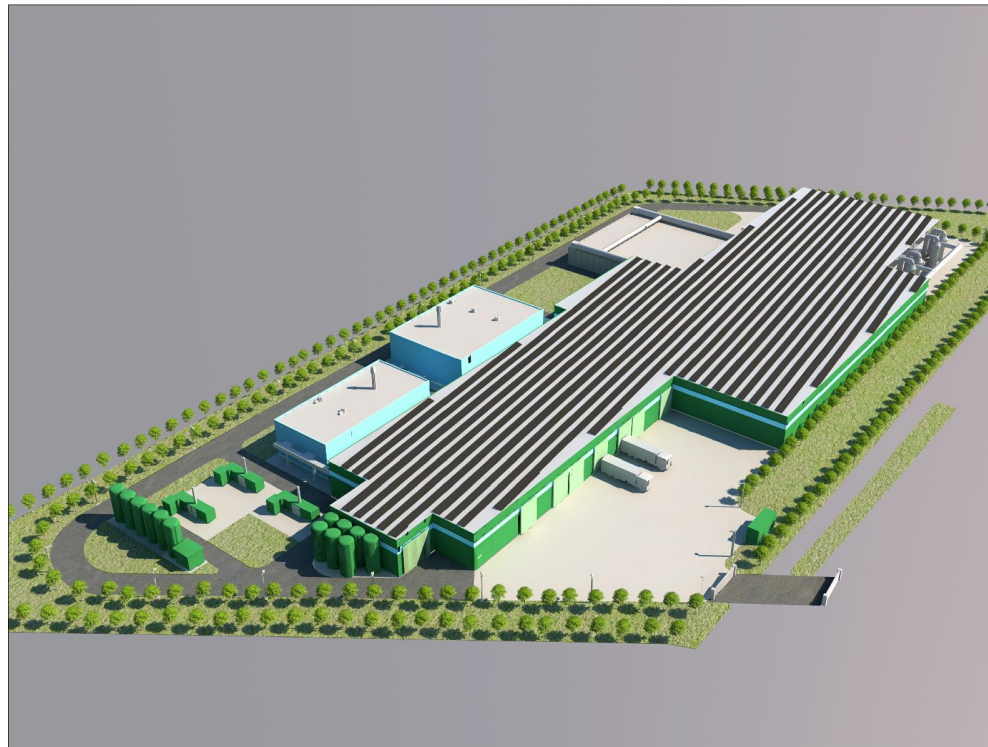




Gruppo Acea

# Synergia e ottimizzazione

- Integrare la produzione di biogas da digestione anaerobica con quella di compost da digestione aerobica. The new Kyklos plant 2013: co-generation of **biogas**, **compost** and **water**





Gruppo Acea

# Synergy and optimization

- L' esempio del nuovo impianto Kyklos 2013: co-generazione di **biogas**, **compost** e **acqua**
- 40.000 Mwh/anno produzione netta
- 8.000 ore lavorative
- Estrazione dai lisciviati dei sali di ammonio utilizzabili per standardizzare il C/N del compost e produrre acqua purificata per uso agricolo o civile

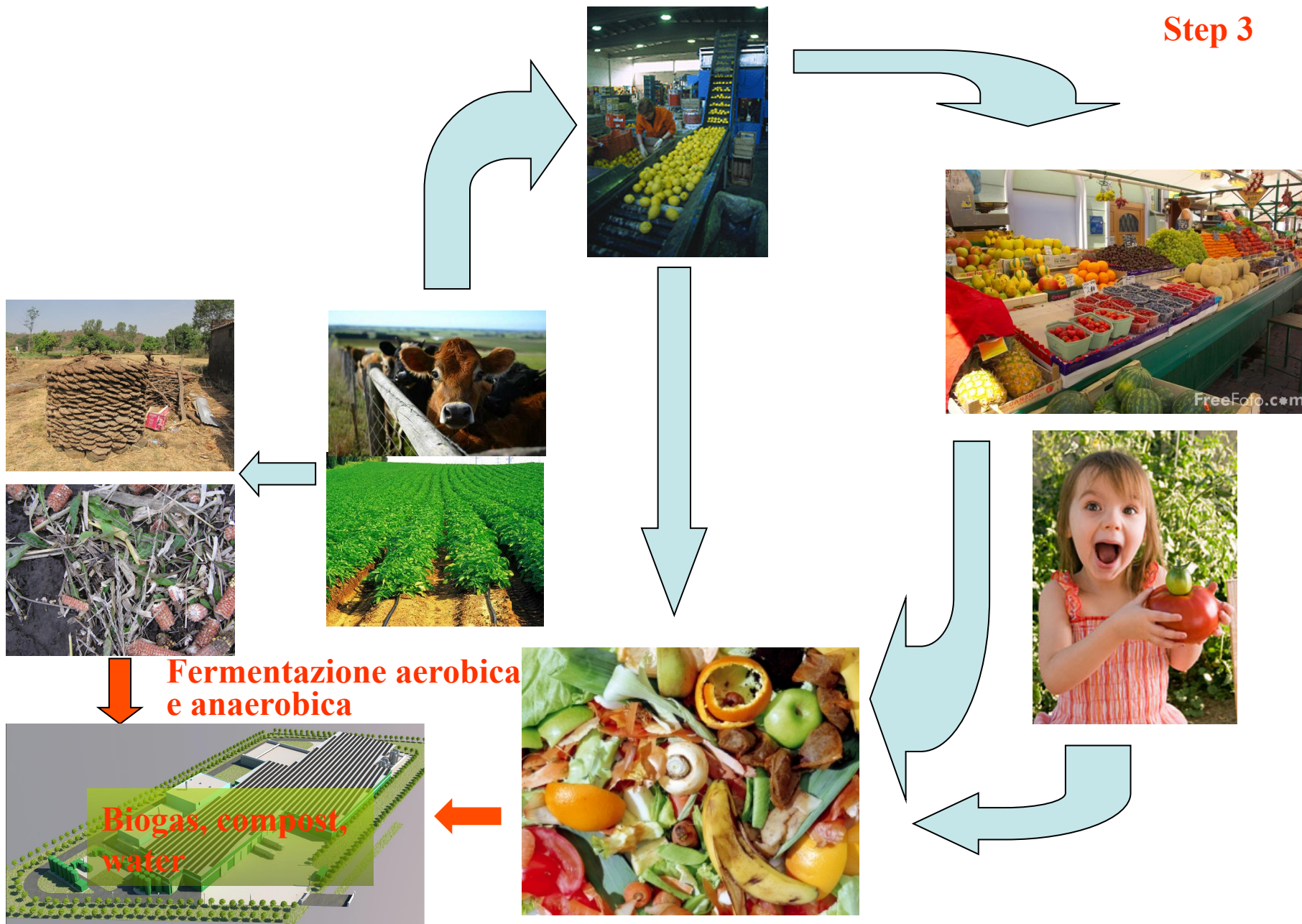
<u>Inputs and outputs</u>		
Potentiality	tons/year	t/day
Urban organic	150000	500
Agriculture residues	50000	167
Compost	50000	167

Energy	[MW]
Electric power	5 MWel
Thermal power	5,3 MWth

Water	tons/year
Purified water	50.000



**Step 3**



## In sintesi

- La cogenerazione da residui della produzione agricola, agrindustria e aree urbane può fornire energia motrice e calore (biogas) e riportare ai suoli agricoli energia chimica, complessità microbica, struttura e minerali (compost).
- La produzione di acqua purificata da un grande valore aggiunto al sistema integrato specialmente per il suo possibile utilizzo in sostegno dell'attività agricola

# Ancora

- Questo processo di cogenerazione è pienamente riconosciuto dal CDM Executive Board con la metodologia: “Avoided Emissions from Organic Waste through Alternative Waste Treatment Process”

