

# Progetto SMARTFEED: insetti e microalghe da FORSU per mangimi sostenibili

Giuliana D'Imporzano, Gabriella Papa, Barbara Scaglia, Sara Savoldelli , Costanza Jucker , Stefania Colombini , Ivan Toschi , Fabrizio Adani , Fabrizio Adani

Gruppo Ricicla – DiSAA – Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133, Milan, Italy

Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences (DEFENS), Università degli Studi di Milano, via G. Celoria 2, 20133, Milan, Italy

DiSAA – Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133, Milan, Italy

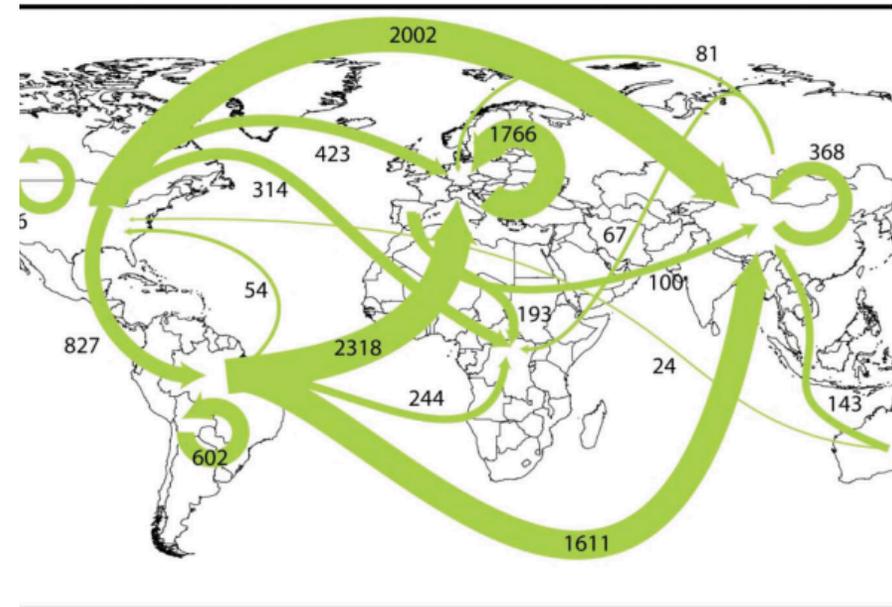
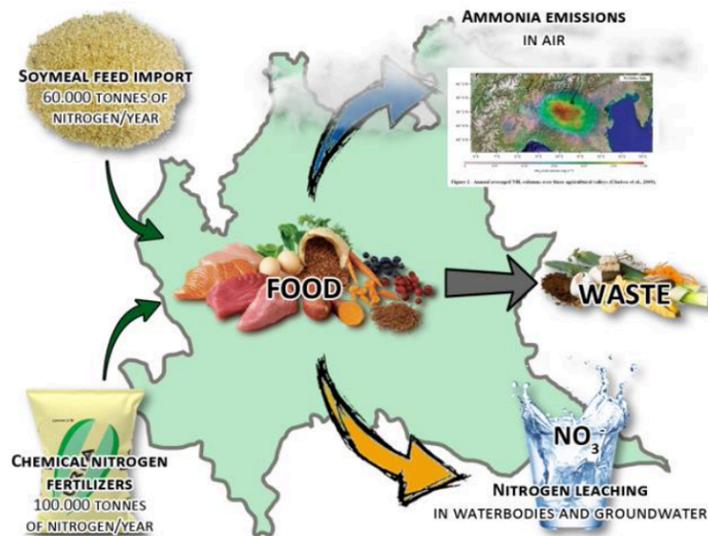
**GRUPPO RICICLA**



# SMARTFEED: sfide e opportunità

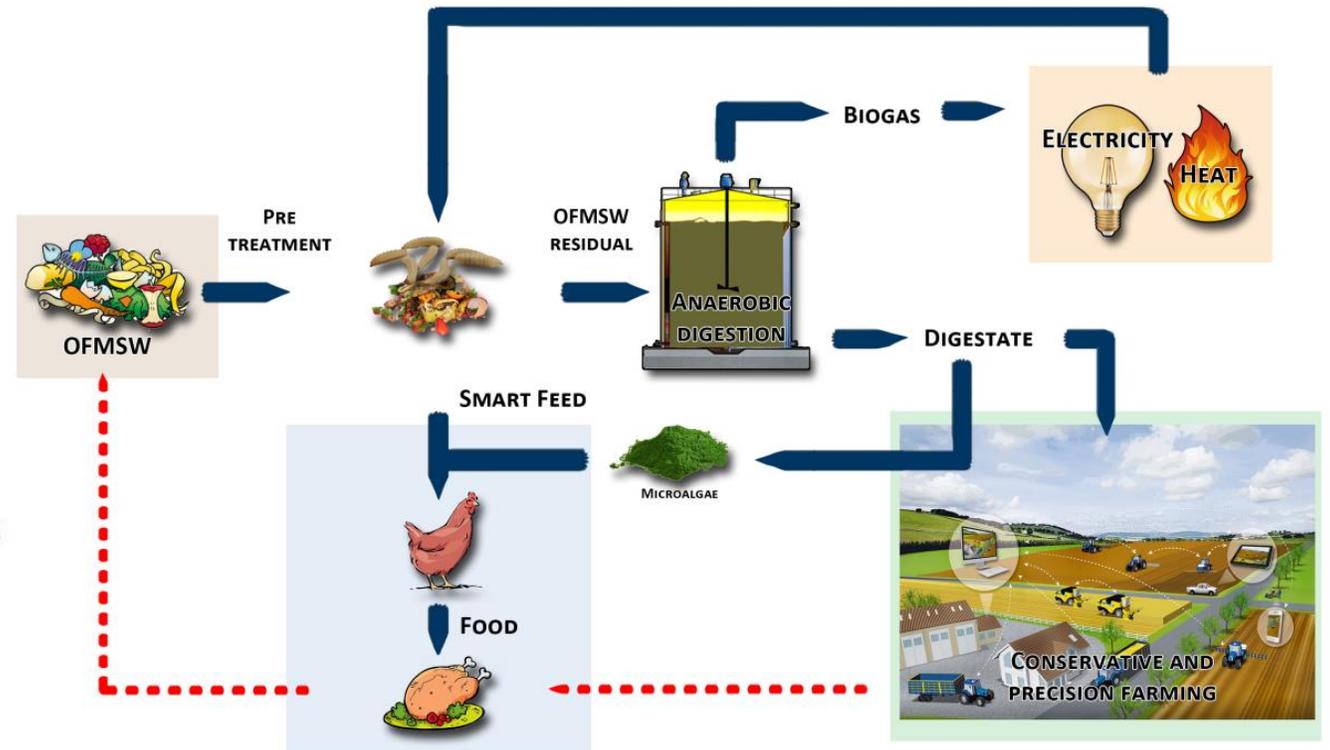
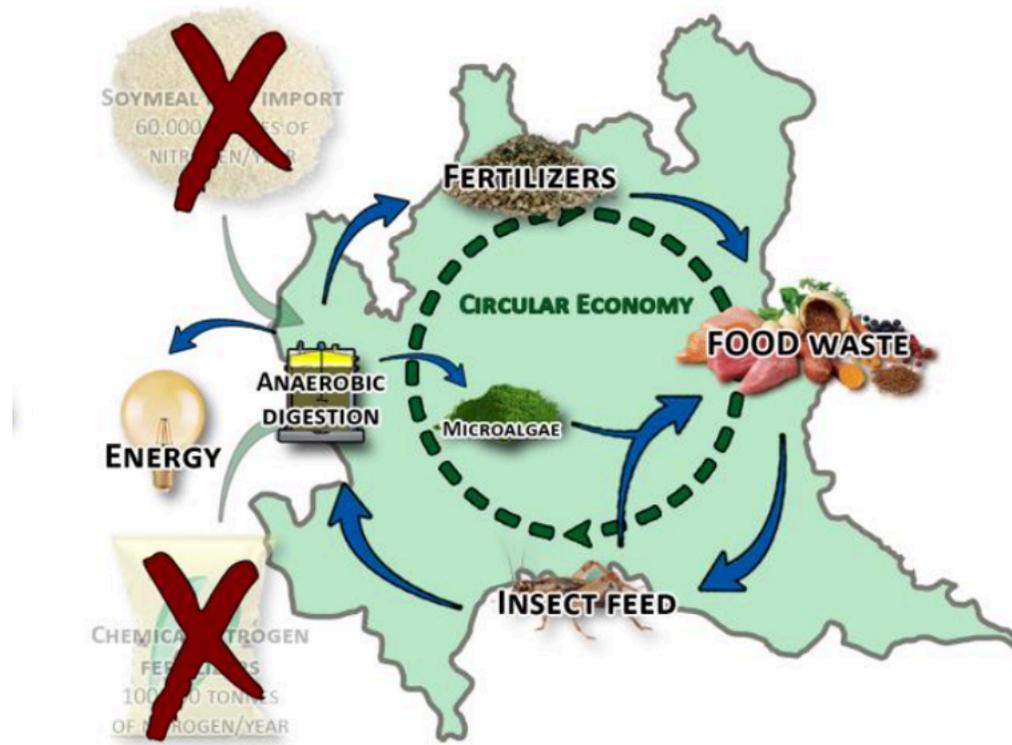
1.2 milioni di ton/anno t y-1 di Rifiuto organico in Lombardia  
120000 ton di carbonio  
8000 ton di N  
2000 ton di fosforo

Import di soia e materie prime per mangimi da oltreoceano  
Ulteriore carico di nutrienti gestiti in modo non circolare

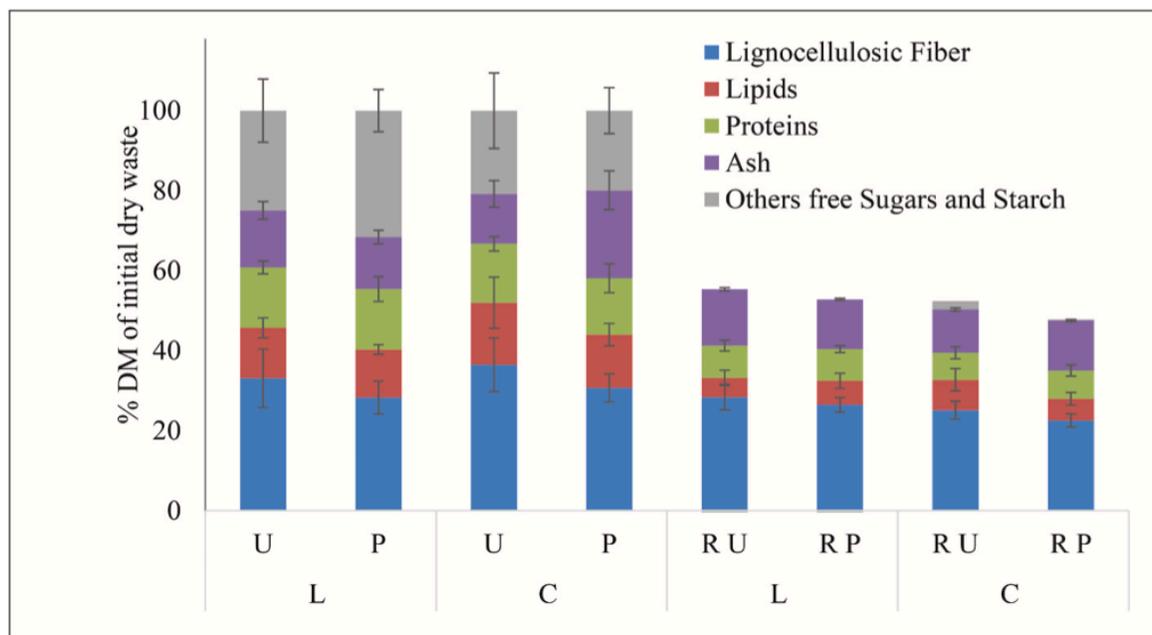


# SMARTFEED: sfide e opportunità

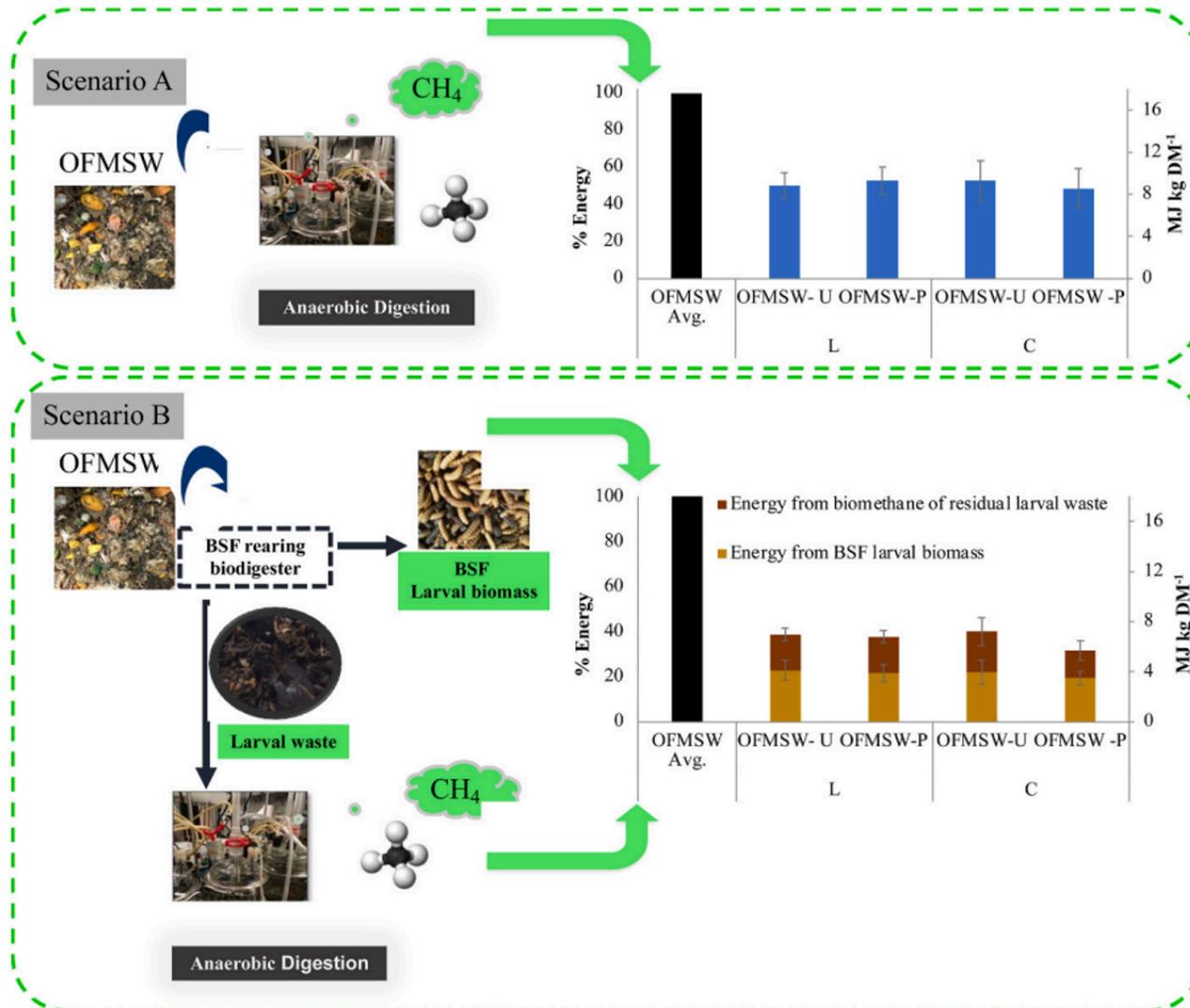
Gestione circolare dei nutrienti e del carbonio  
Riduzione dello spreco  
Riduzione dell'import di nutrienti e delle emissioni nell'ambiente (ammoniaca, nitrati)



# Qualità della FORSU e bilanci energetici



# Qualità della FORSU e bilanci energetici



50% recovery

33% recovery

Valorizing the organic fraction of municipal solid waste by producing black soldier fly larvae and biomethane in a biorefinery approach

Gabriella Papa<sup>a</sup>, Barbara Scaglia<sup>a</sup>, Giuliana D'Imporzano<sup>a</sup>, Sara Savoldelli<sup>b</sup>, Costanza Jucker<sup>b</sup>, Stefania Colombini<sup>c</sup>, Ivan Toschi<sup>c</sup>, Fabrizio Adani<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Gruppo Ricicla - DISAA - Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133, Milan, Italy  
<sup>b</sup> Department of Food, Environmental and Nutritional Sciences (DEFENS), Università degli Studi di Milano  
<sup>c</sup> DISAA - Università degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133, Milan, Italy



SMARTFEED

# Domande di ricerca rispetto a nuove tecnologie...

- L'innovazione migliora le prestazioni ambientali della produzione?
- In quali aree?
- Ci sono spostamenti negli impatti?
- Quali sono i punti da migliorare?

# Sostenibilità: Premessa

La fisica è un fatto, l'economia è un accordo su quello che riteniamo di valore

l'ambiente quanto vale?

Quanto varrà l'ultimo kg di CO<sub>2</sub> (che può essere emesso ), di suolo di acqua?

Sostituire il valore generato dalle risorse naturali con il valore dell'innovazione e delle sinergie (rete/filiera ..)

# SISTEMI A CONFRONTO

Soy cultivation

Soy



Insect rearing



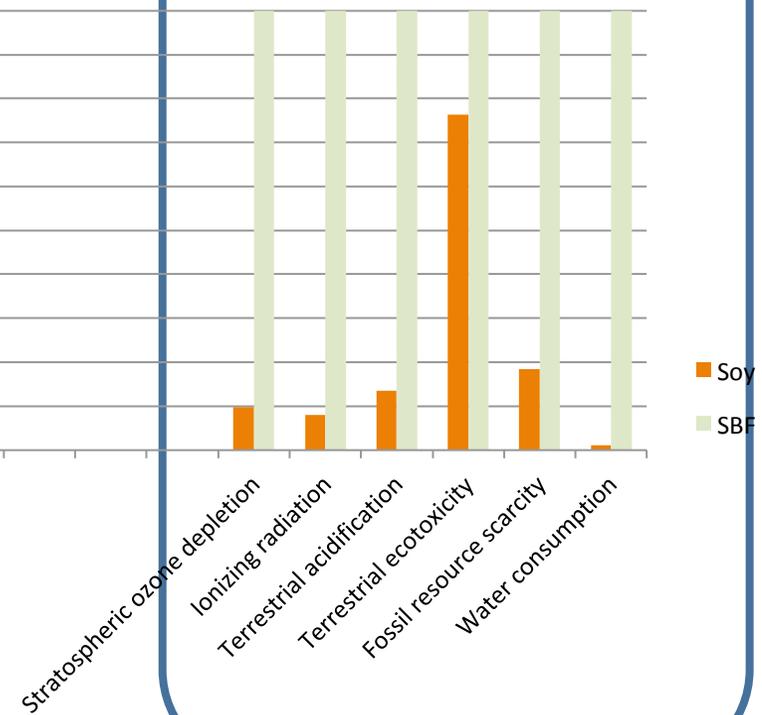
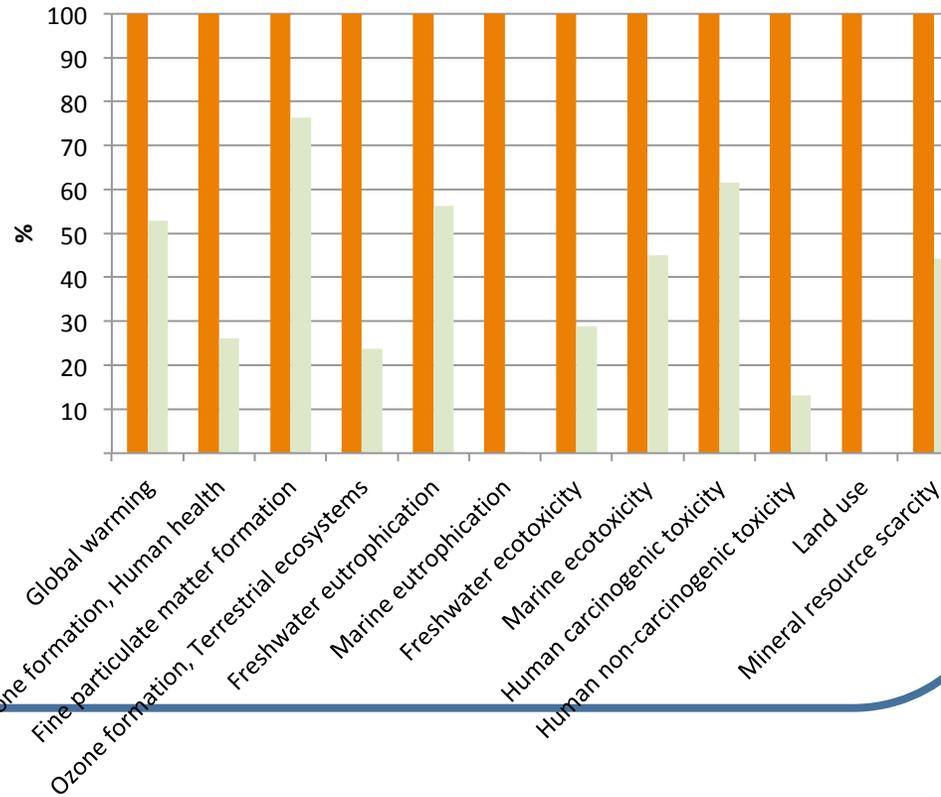
insect larvae  
(protein and fat)



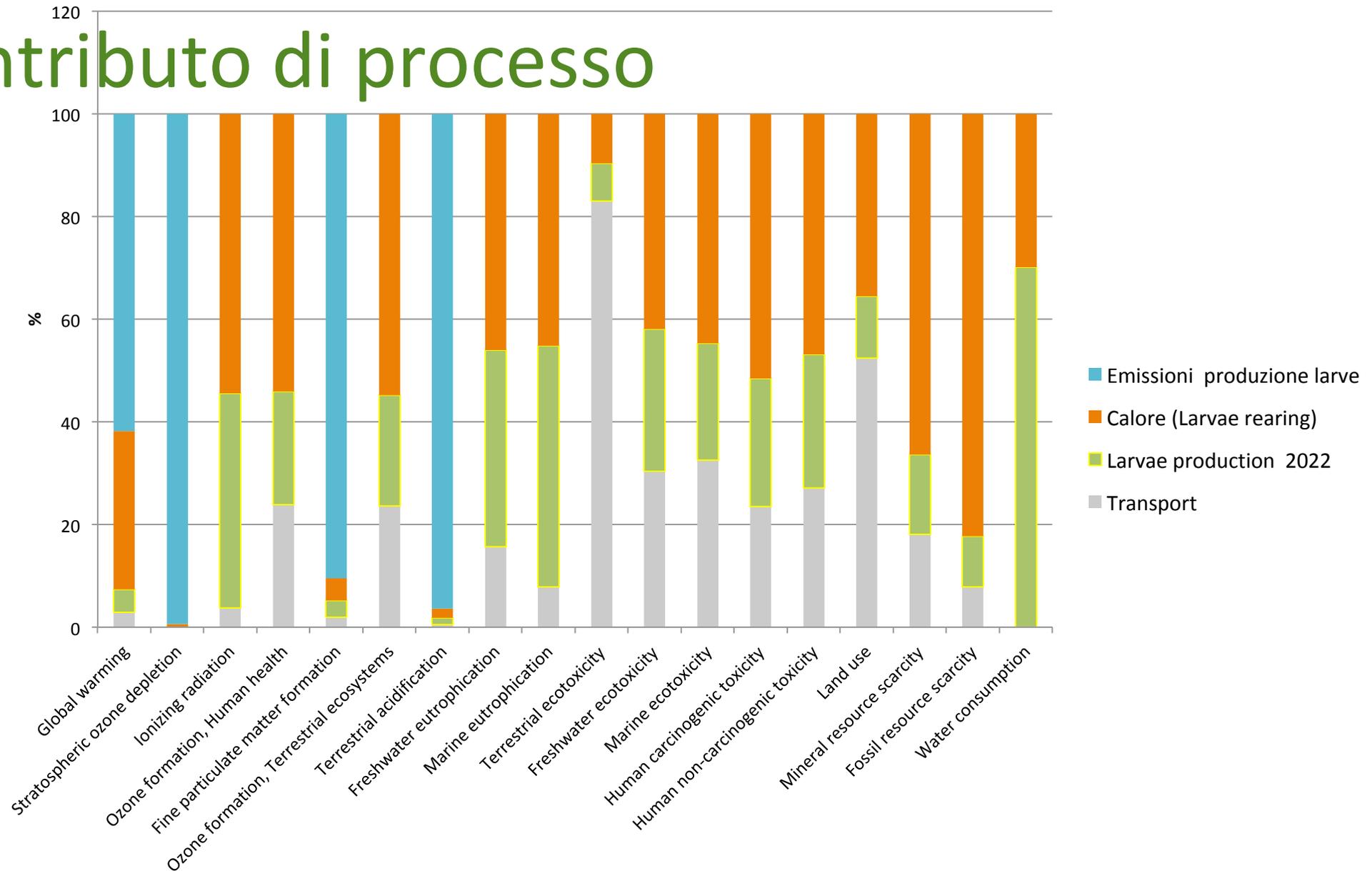
1 ton feed ( 31% proteine, 20% grassi)

	SOY	LARVAE
Protein	36%	31%
FAT	20%	30%

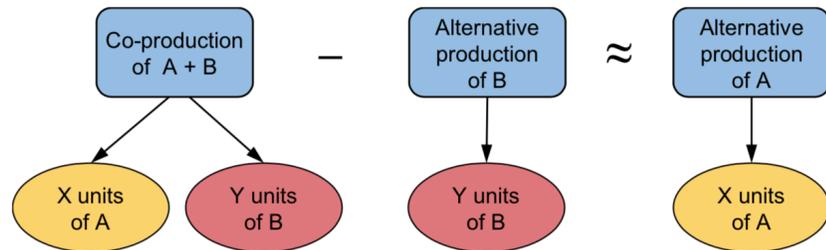
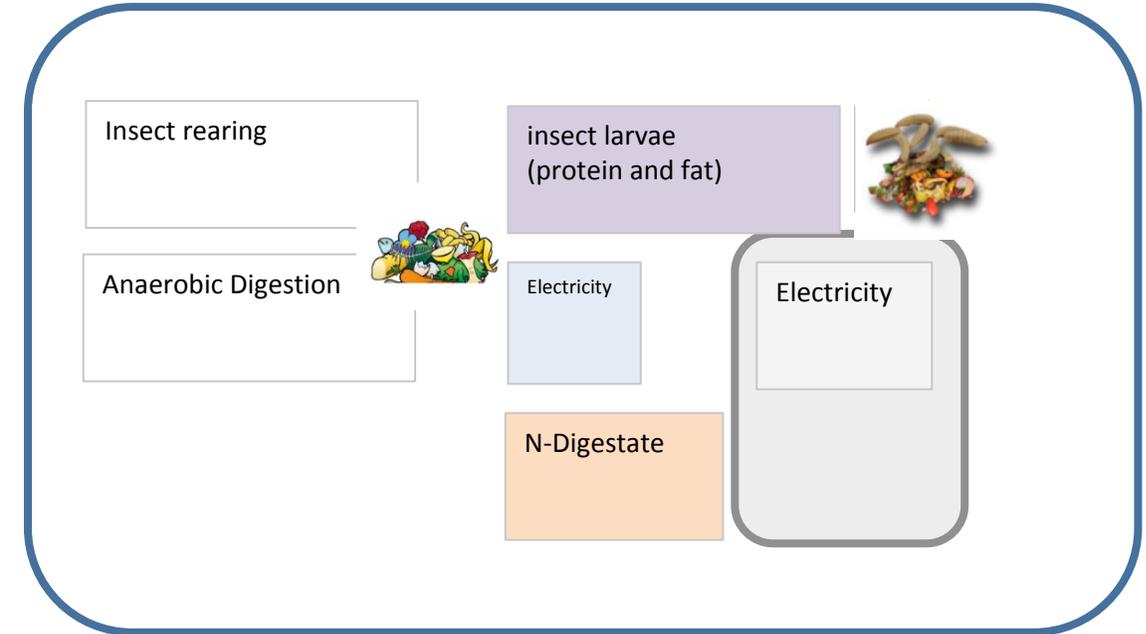
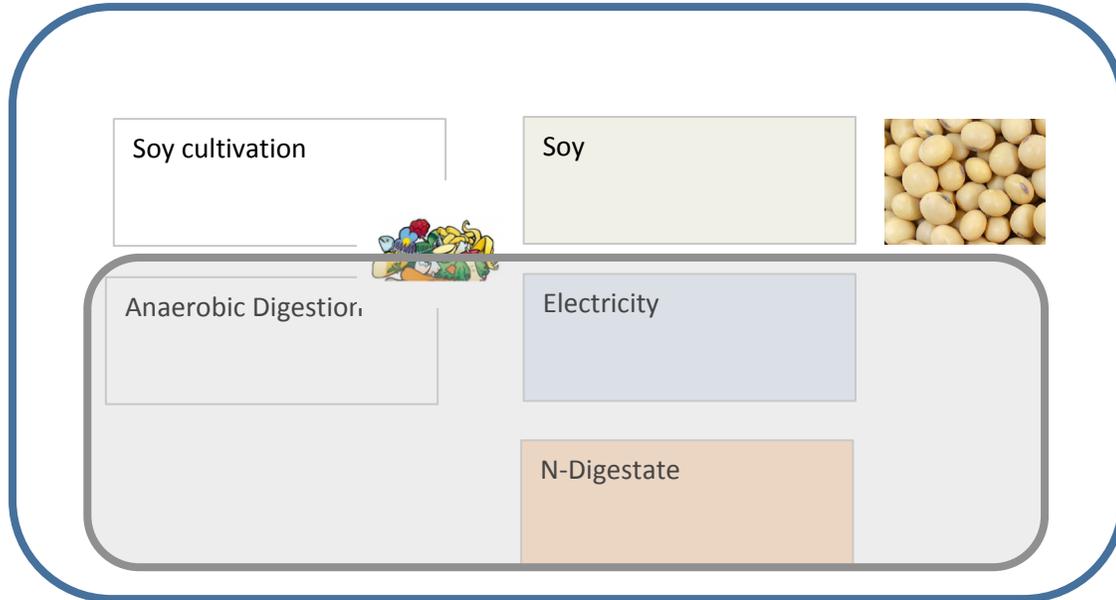
# Scenari a confronto: risultati



# Contributo di processo



# ESPANSIONE



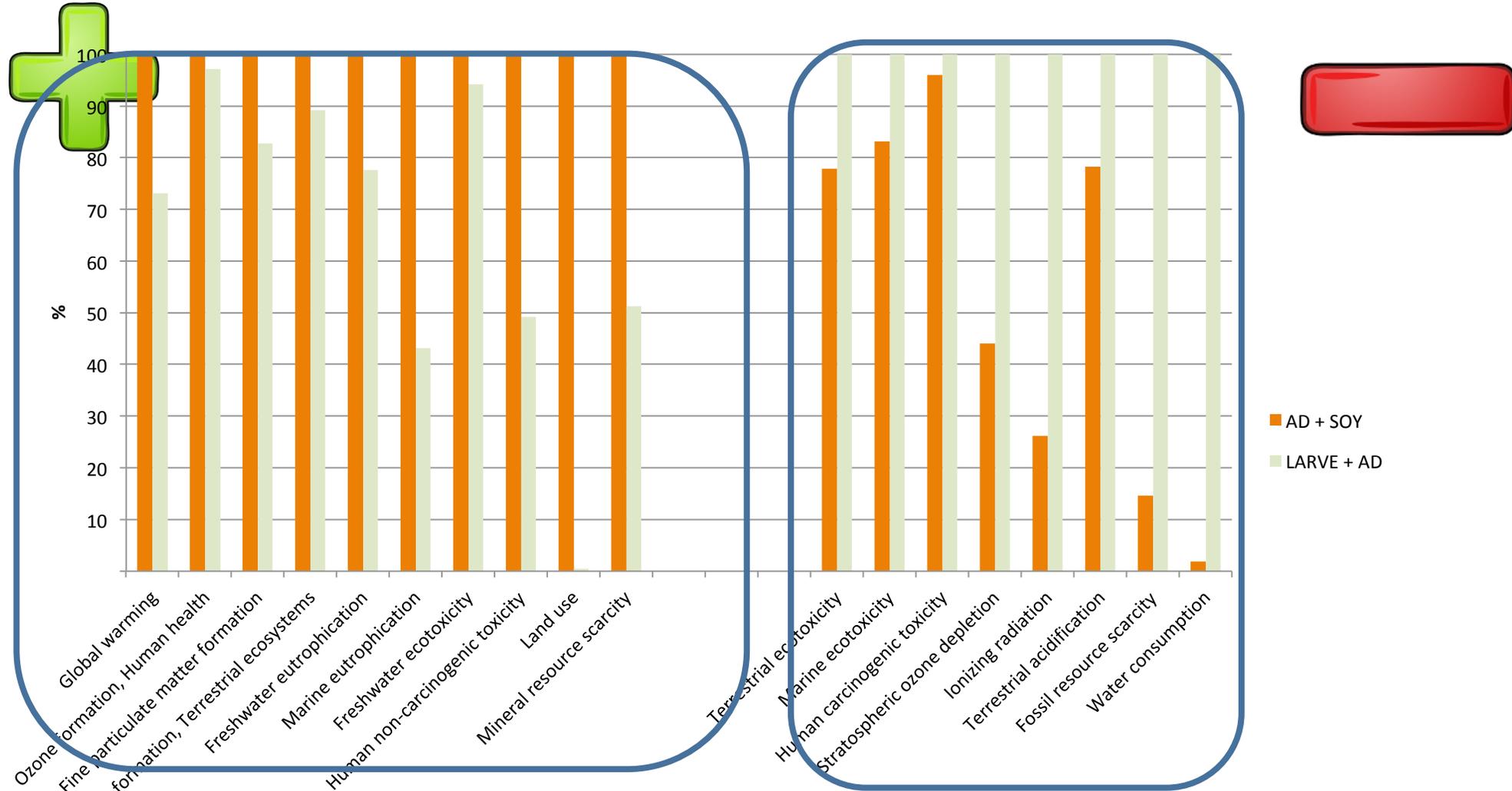
UF aggregata:  
 1 ton feed ( 31% proteine, 20% grassi)  
 7MWh elettricità  
 23 ton OFMSW trattate  
 164 kg N

# INVENTARIO

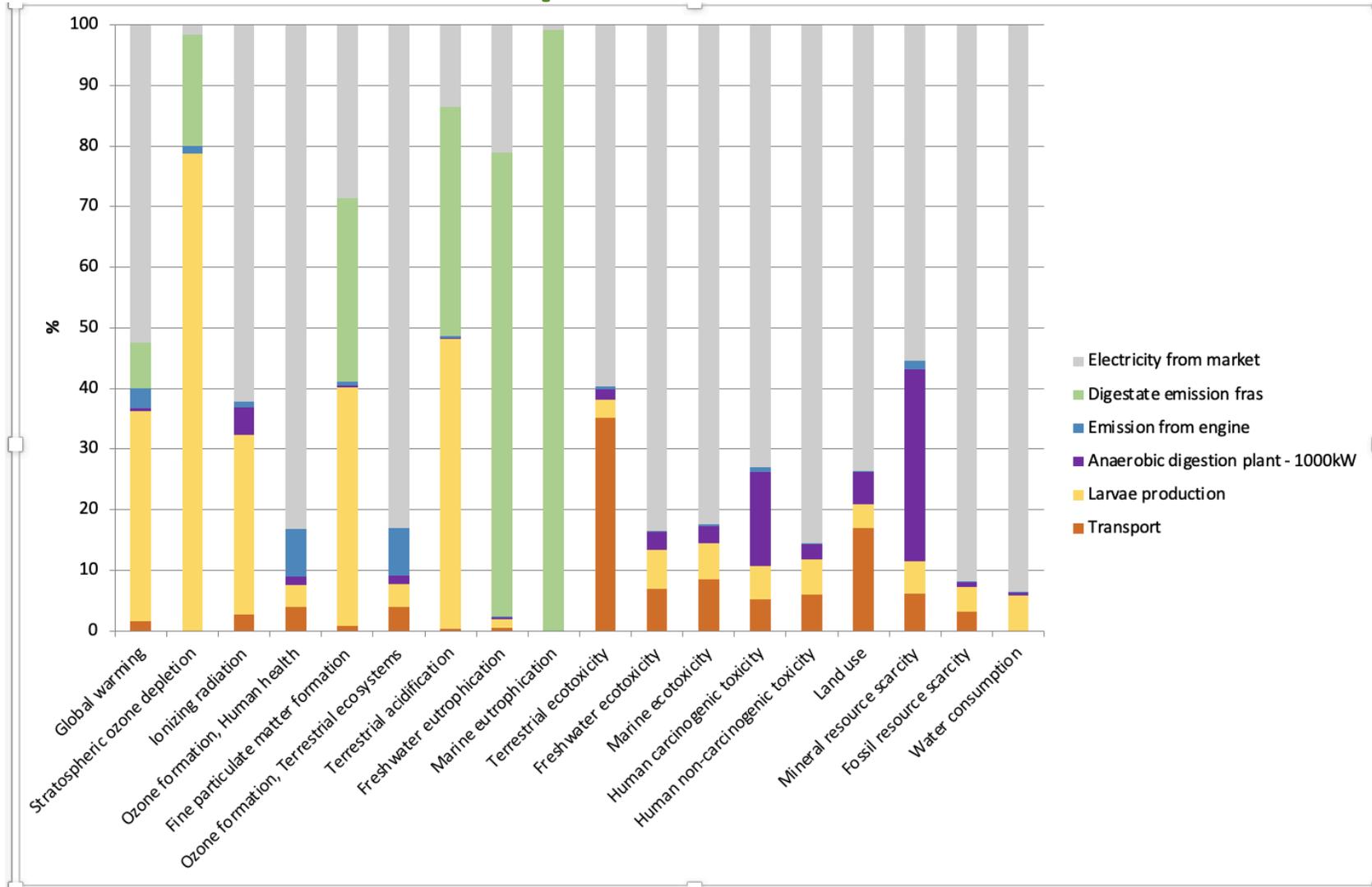


		SPS	LPS
<b>INPUT</b>			
FORSU to treatment (AD/larvae)	ton/y	35,200	35,200
FORSU TS to treatment (AD/larvae)	ton/y	10,287	10,287
SO degraded	ton/y	4983	
ST remained	ton/y	5,304	
TOTAL N	ton/y	244	244
TOTAL P	ton/y	58	58
Water	ton/y	75,870	
<b>FIRST STEP OUTPUT</b>			
Larvae produced (dry weight)	ton/y		1491
Fras to AD			11452
FRAS to AD (dry weight)			5533
Fras ST after AD	ton/y	0	1476
<b>Consumption</b>			
Electricity			311,162
Water	m3/y	7,040	70040
<b>SECOND STEP OUTPUT</b>			
Biogas		4,420,281	1,510,128
Electricity	kwh/y	10,269,562	3,380,628
heat	MJ/y	40,667,466	13,387,287
<b>Products</b>			
Larvae TS	ton/Y		1491
Soy TS	ton/Y	1,491	
crude protein	ton/y	613	513
Fat	ton/y	331	417
Electricity Produced	kwh/y	10,269,562	3,380,628
Additional electricity from grid			6,888,934
<b>EMISSIONS</b>			
N ammonia emitted during larvae growth	ton/y		30
N ammonia emitted in fields	ton/y	44	24
N-N2O emitted during larvae growth	ton/y		3
N-N2O in fields	ton/y	1.2	0.7
N leaching in fields	ton/y	61	33
P in fields	ton/y	58	37

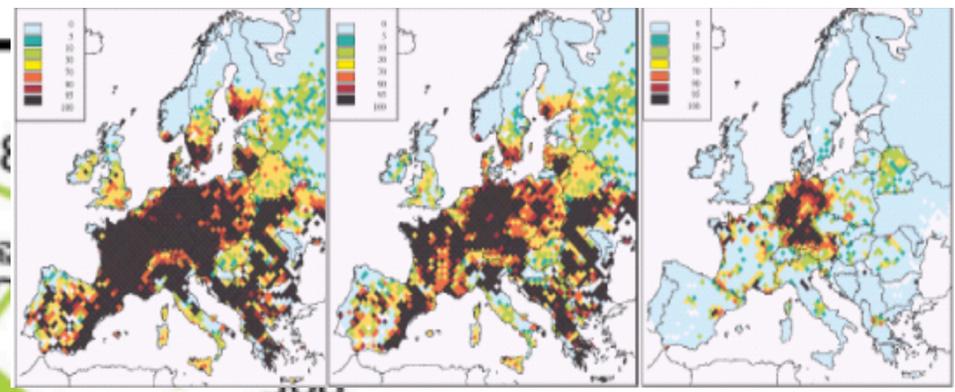
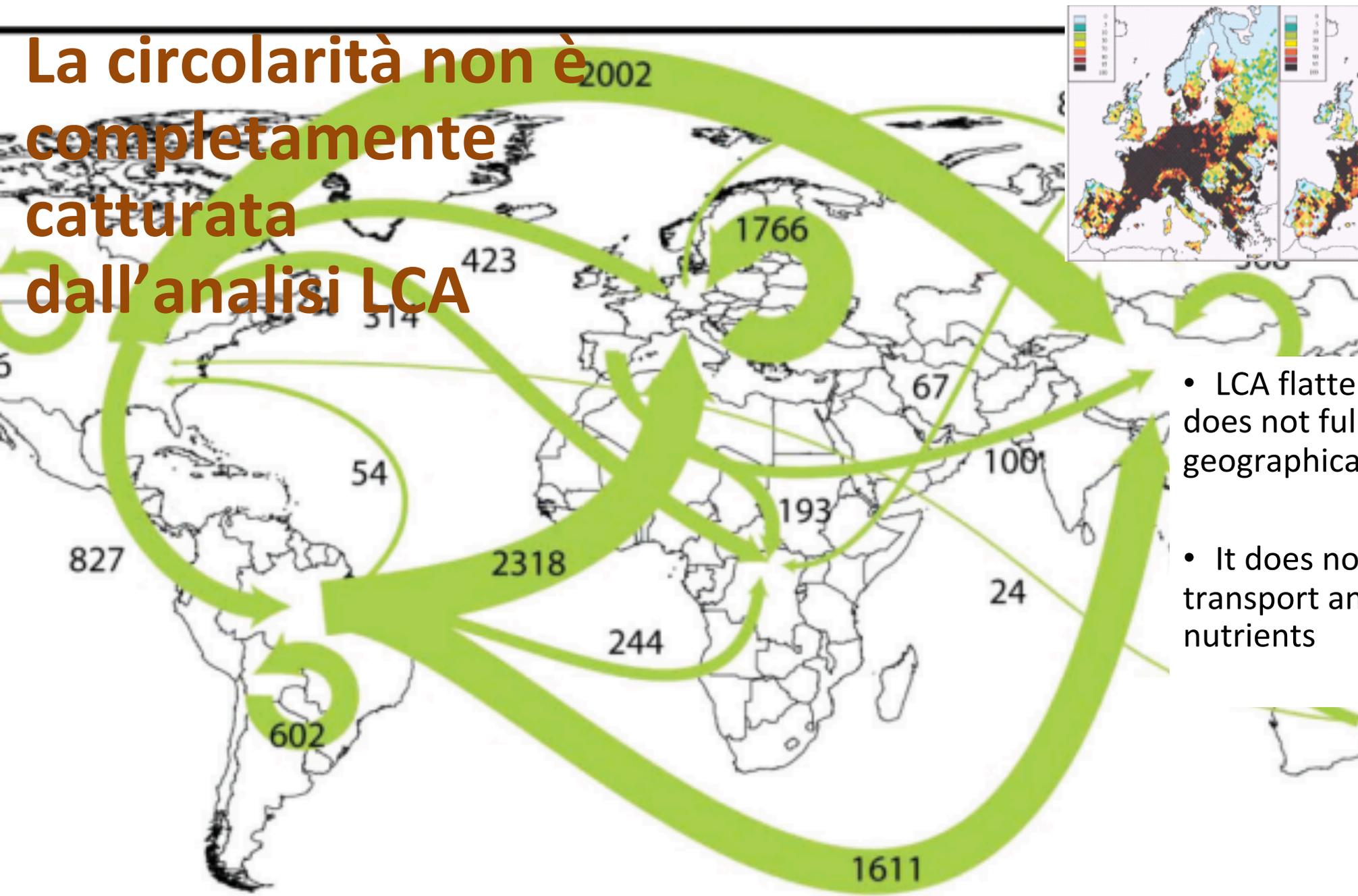
# Scenari a confronto: risultati



# Contributo di processo sistema Larve+AD



# La circolarità non è completamente catturata dall'analisi LCA



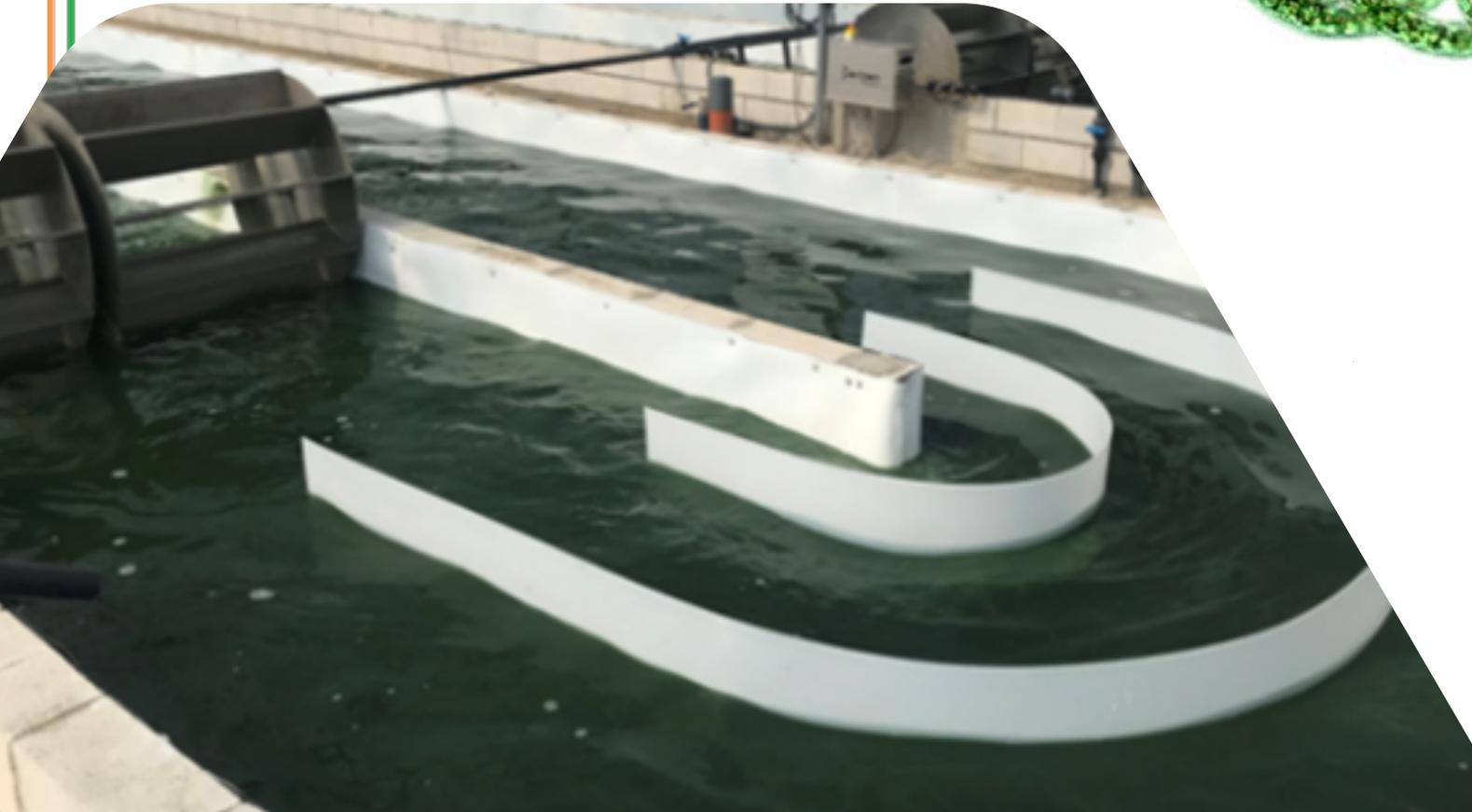
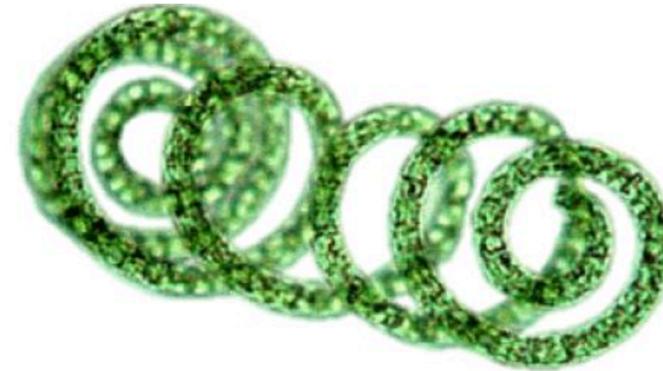
- LCA flattens the time scale and does not fully capture the geographical dimension
- It does not fully account for transport and concentration of nutrients

# Valutazioni

- Il modello Smart feed è ambientalmente competitivo, migliora la già virtuosa gestione dei rifiuti organici (AD) e promuove un ciclo locale di carbonio e nutrienti
- Deve essere migliorato l'uso dei fertilizzanti contenuti nel digestato (problematica comune a tutte le particelle di agricoltura circolare)
- Attenzione alle emissioni di protossido dal rifiuto organico: come negli impianti di compostaggio e depurazione, situazioni miste aerobiche/anaerobiche possono esasperare l'emissione di  $N_2O$  (controllo di processo e ricerca)

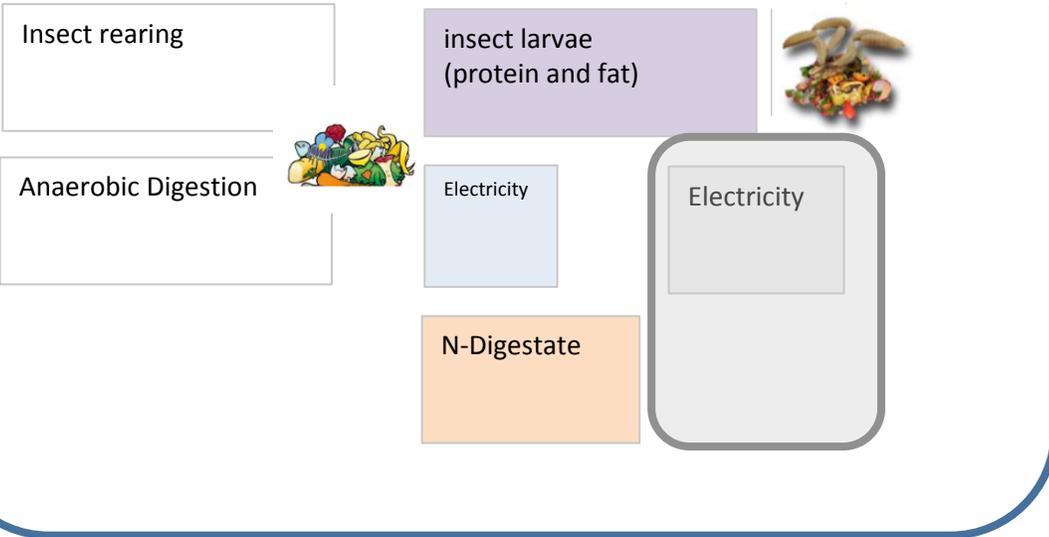
Domande di ricerca rispetto a nuove tecnologie...

- L'innovazione migliora le prestazioni ambientali della produzione?
- In quali aree?
- Ci sono spostamenti negli impatti?
- Quali sono i punti da migliorare?

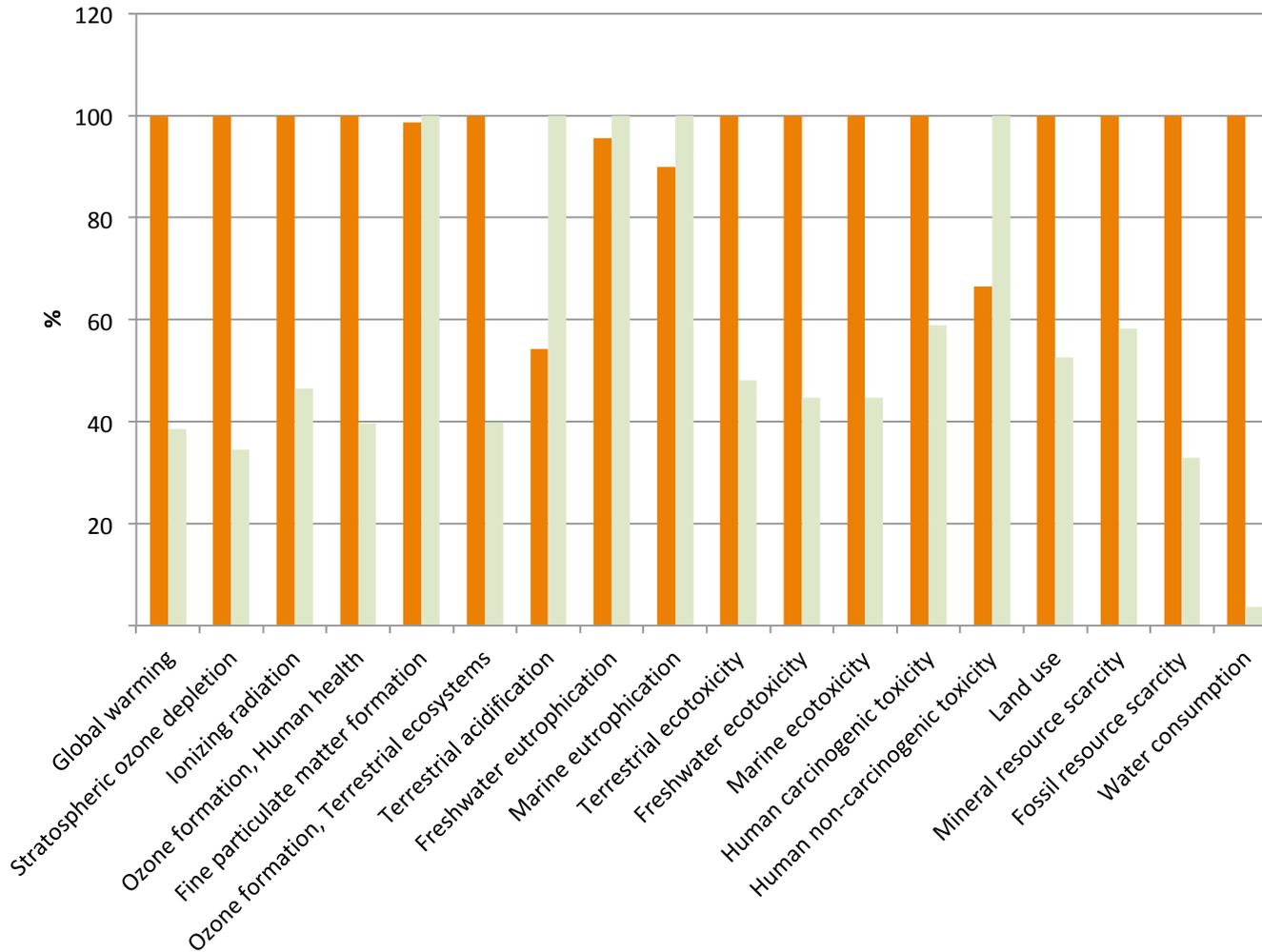


# Microalgae

# Microalghe



# Microalgae: chemical vs recovered nutrients



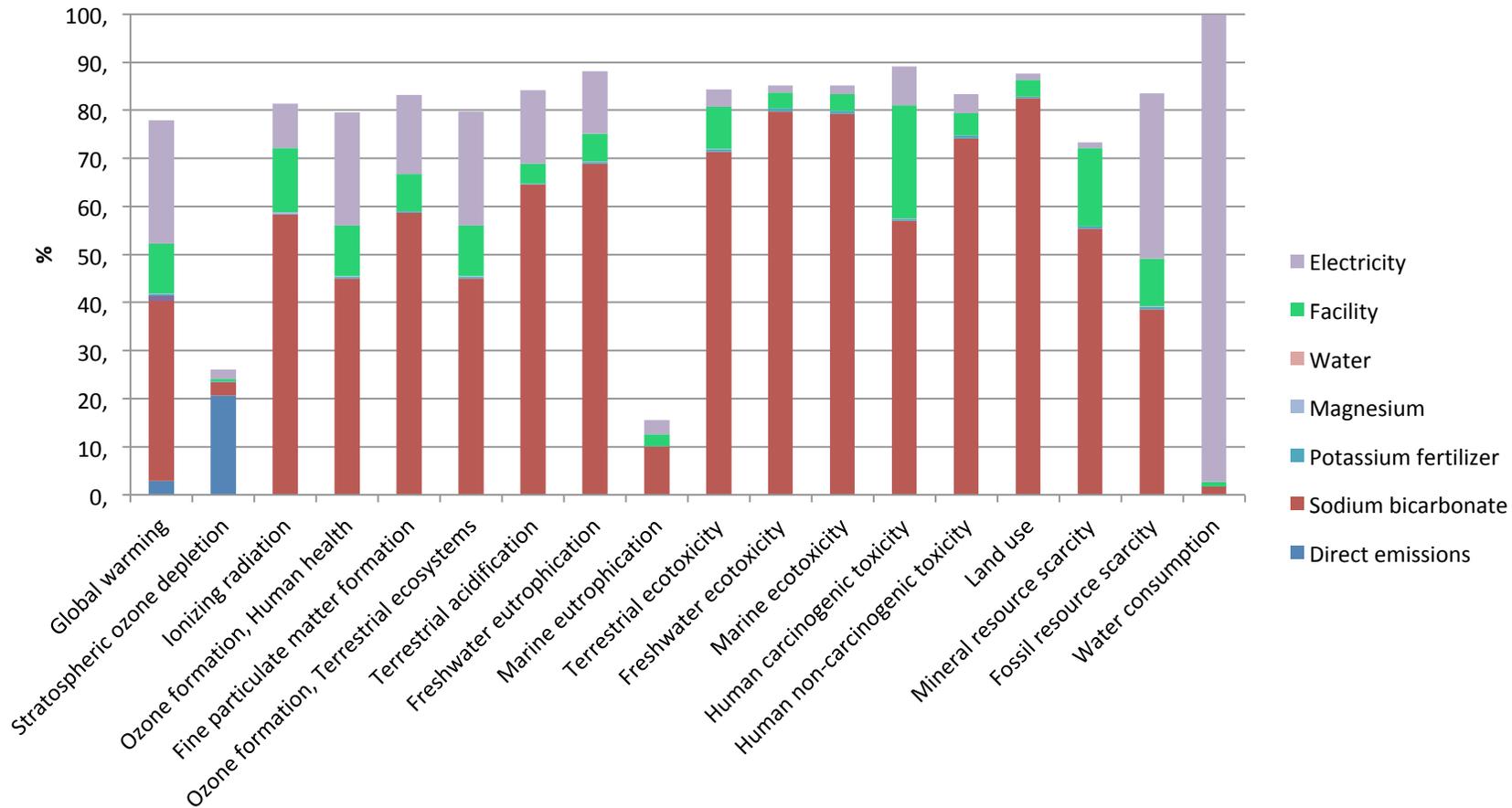
- UF: 1kg microalgae dry matter
- Mid point

■ Spirulina chemical  
■ Spirulina smart feed



# Microalgae:chemical fertilizers use

Contribution to impacts (missing part is fertilizer)



# Insetti e microalghe novel feed?



Sample	Lipids (g kg dm <sup>-1</sup> )	Protein (g kg dm <sup>-1</sup> )	Ash (g kg dm <sup>-1</sup> )
Chlorella	91±9	540±0.05	74±2
Spirulina	78±5	570±0.28	107±1
BSFL	311±19	340±0.27	171±9



Carotenoidi  
Omega 3  
Bi, B2, B3, B6 B12  
Folato

# Insetti e microalghe novel feed?

Prove in vivo

Diet	Ingredient 1	Ingredient 2 (Alage)	Ingredient 3 BSFL
Control Group	corn-soybean-based diet		
+ Algae	corn-soybean-based diet	1 % (0.5 % Chlorella+ 0.5% Spirulina)	
+ Hermetia	corn-soybean-based diet		15% Hermetia
+ Hermetia +Algae	corn-soybean-based diet	1 % (0.5 % Chlorella+ 0.5% Spirulina)	15% Hermetia
+ Hermetia	corn-soybean-based diet		15% Hermetia
+ Hermetia +Algae	corn-soybean-based diet	1 % (0.5 % Chlorella+ 0.5% Spirulina)	15% Hermetia

## FORMULAZIONE DELLE DIETE SPERIMENTALI

%	C	C+ALGHE	HI15	HI15+ALGHE	HI25	HI25+ALGHE
<b>FARINA DI SOIA 46%</b>	25,4	24,4	21,8	20,8	19,5	18,5
<b>OLIO DI SOIA</b>	5,65	5,65	4,57	4,57	3,84	3,84
<b>HERMETIA ILLUCENS</b>	0,00	0,00	3,85	3,85	6,49	6,49
SPIRULINA	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
CLORELLA	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50
FARINA DI MAIS	55,9	55,9	56,9	56,9	57,5	57,5
FARINA GIRASOLE PARZ. DEC.	5,18	5,18	5,28	5,28	5,34	5,34
CRUSCA GRANO DURO	5,16	5,16	5,25	5,25	5,31	5,31

## COMPOSIZIONE ANALITICA DELLE DIETE SPERIMENTALI

% SS	C	C+ALGHE	HI15	HI15+ALGHE	HI25	HI25+ALGHE
SOSTANZA SECCA	90,0	90,2	90,1	90,1	90,0	90,1
CENERI	5,98	6,06	6,12	5,84	5,34	5,76
AMIDO	46,8	47,2	43,4	51,1	46,4	50,8
ESTRATTO ETereo	11,2	11,7	12,8	11,3	12,3	11,7
FIBRA GREZZA	1,41	2,57	2,11	2,65	1,52	4,26
PROTEINA GREZZA	22,5	22,2	22,2	21,3	21,2	20,5
ENERGIA LORDA (MJ/KG)	19331	19414	19694	19394	19762	19677

# Insetti e microalghe novel feed?

**NOSPOILER**

A central graphic featuring a globe with a green infinity symbol and a circular arrow, surrounded by icons representing various aspects of the circular economy: recycling, people, gears, a hand holding a leaf, a shopping cart, a factory, a wind turbine, and a bar chart with an upward arrow.

**DIALOGO TRA RICERCA E IMPRESA.  
NUOVE SOLUZIONI DI  
ECONOMIA CIRCOLARE:  
DAI RIFIUTI ORGANICI AI  
NOVEL FEED**

11 Novembre, 9:30 - 14:00  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
AULA C03  
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI  
VIA CELORIA 2, MILANO

con il contributo di:  
Fondazione CARIPLO  
Consorzio Italbiotec  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

<https://www.eventbrite.it/e/biglietti-nuove-soluzioni-di-economia-circolare-dai-rifiuti-organici-ai-novel-feed-442790537417>

**GRUPPO RICICLA**

# Conclusioni

- Il modello Smart Feed consente di risparmiare risorse ed emissioni nell'ambiente
- La circolarità del modello Smart Feed (migliore gestione dei nutrienti in un ciclo corto, minore input da oltremare) non viene completamente catturata dall'LCA
- I processi circolari sono utili e indifferibili, ma anche i processi circolari non sono “davvero a costo zero”
- nell'ottica dell'economia circolare, smetteremo di considerare i rifiuti come una materia prima “priva di oneri” quindi la valutazione sarà diversa
- La ricerca si muove in avanti, sono necessary strumenti di selezione dei flussi di scarto organico, tracciabilità, monitoraggio, legislazione e responsabilità per poter implementa tecnologie nella pratica

# Conclusioni

- Già l'impresa si muove per rendere fattivi i percorsi di economia circolare, la ricerca può fornire linee di sviluppo e indicazioni di sostenibilità
- Il concetto di waste non ha senso nell'ambito dell'economia circolare, e deve ridursi sempre più

# Grazie dell'attenzione

Gruppo Ricicla

DISAA - Università degli Studi di Milano

Lab. Suolo e ambiente, Lab. Biomasse e Agroenergia, Lab. Bioeconomia e Chimica verde

Via Celoria 2, 20133 Milano.

[Giuliana.dimporzano@guest.unimi.it](mailto:Giuliana.dimporzano@guest.unimi.it)

web site: <https://sites.unimi.it/gruppo-ricicla/en/>