

# APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA DELL'ANALISI DEL CICLO DI VITA (LIFE CYCLE ASSESSMENT – LCA) AL SETTORE AGROALIMENTARE

BORLA P., BOERI F.,

*Life Cycle Engineering (LCE), Torino, Italy*

**Parole chiave:** Impatto ambientale, Analisi del ciclo di vita, filiera agroalimentare

## RIASSUNTO

La metodologia LCA (Life Cycle Assessment) è stata utilizzata per la valutazione dell'impatto ambientale del ciclo di vita di tre prodotti diversi appartenenti alla filiera agroalimentare, partendo dalla coltivazione del grano per la produzione della pasta, passando per l'utilizzo del grano per l'allevamento dei maiali, per concludere con la lavorazione della carne di maiale per la produzione del prosciutto cotto. Per quanto riguarda il settore agricolo, è stato analizzato il sistema di coltivazione del grano e il processo di produzione della pasta Barilla, evidenziando come il carico ambientale maggiore sia dovuto alla fase di coltivazione delle materie prime. Per l'analisi del settore dell'allevamento, si è fatto riferimento allo studio condotto da Pfizer sull'allevamento di maiali vaccinati contro l'odore di verro per la produzione di carne ed è emerso che le fasi maggiormente impattanti dal punto di vista dell'effetto serra sono la razione di alimenti somministrati ai suini e la gestione delle deiezioni. Per quanto riguarda la fase di lavorazione della carne suina da uno studio effettuato su un salumificio è emerso che il processo contribuisce all'impatto solo per il 17% circa.

Partendo da questi dati sono stati valutati scenari differenti di riduzione dell'impatto che possano agire lungo tutta la filiera agroalimentare..

## INTRODUZIONE

Con il termine LCA si intende la metodologia utilizzata per la valutazione degli aspetti ambientali e dei potenziali impatti sull'ambiente associati ad un processo o prodotto, attraverso l'analisi delle materie in ingresso ed in uscita dal sistema.

Il risultato dell'analisi del ciclo di vita viene espresso attraverso indicatori ambientali aggregati, come l'Impronta di Carbonio (Carbon Footprint o Global Warming Potential – potenziale effetto serra), o il consumo di energia cumulativa (il cosiddetto Gross Energy Requirement) e viene spesso utilizzato per:

- comparare prodotti diversi sulla base di dati generati scientificamente;
- identificare le aree di interesse per il settore ricerca e sviluppo
- simulare degli effetti correlati a modifiche di processo;
- comunicare i risultati ambientali utilizzando informazioni dettagliate, affidabili e robuste;
- sviluppo di simulazioni di ecodesign al fine di sostenere le modifiche del sistema a scopo migliorativo.
- sviluppo attività di comunicazione ambientale.

Un'esempio di comunicazione basata sull'analisi LCA è rappresentata dal sistema EPD (Environmental Product Declaration); in quest'ottica, i risultati dell'analisi vengono utilizzati per la redazione delle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto che quantifica le informazioni ambientali legate al ciclo di vita di un prodotto (non è un'etichetta di tipo selettivo, ma informativo).

Il sistema è regolato dallo standard internazionale ISO 14025, che stabilisce i principi e le procedure specifiche per lo sviluppo delle dichiarazioni ambientali di Tipo III

Tra gli indicatori contenuti nelle EPD è compreso il Carbon Footprint o Global Warming Potential che rappresenta la quantità totale di gas a effetto serra (GHG) emessi sia direttamente che indirettamente dal sistema analizzato; tale indicatore è espresso in kg di CO2 equivalente.

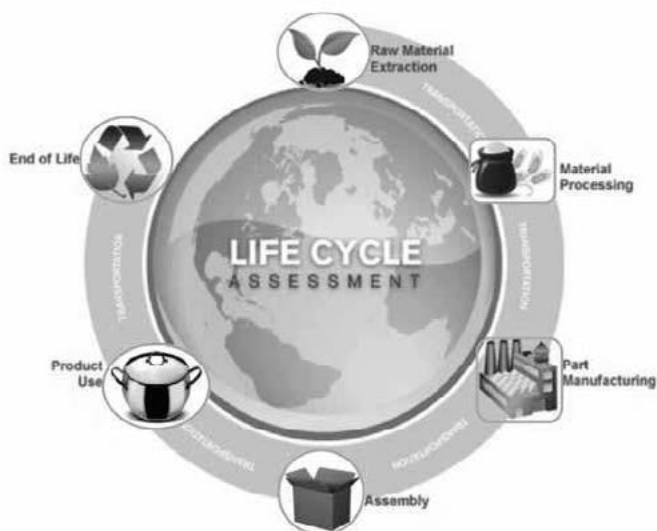
In questo lavoro sono riportati i risultati di alcuni studi di tipo Life Cycle Assessment (Analisi del ciclo di vita) applicati al settore agroalimentare nonché l'analisi dei potenziali di miglioramento sull'impatto ambientale ad esso associato.

## MATERIALI E METODI

La metodologia LCA (Life Cycle Assessment) è basata sugli standard della serie ISO 14040 e si suddivide in 4 fasi:

1. Definizione di scopi e obiettivi: fase preliminare che comprende la definizione delle finalità dello studio, dell'unità funzionale e dei confini del sistema analizzata.
2. Analisi d'inventario: parte dedicata alla raccolta dati, allo studio del ciclo di vita del prodotto/processo e alla costruzione del modello analogico del sistema reale
3. Analisi degli impatti: studio dell'impatto ambientale correlato al sistema analizzato
4. Interpretazione e miglioramento: parte conclusiva dello studio con lo scopo di analizzare e proporre gli eventuali cambiamenti necessari alla riduzione dell'impatto del processo o del prodotto considerato.

Focalizzando l'attenzione al settore agroalimentare ogni elemento della catena è stato analizzato dal punto di vista del ciclo di vita (dalla produzione delle materie prime al prodotto finito) definendo altresì la relativa Unità Funzionale (Unità di riferimento a cui sono rapportati i risultati dell'analisi) e i confini del sistema da analizzare; a titolo esemplificativo, in Figura 1 si riportano i confini del sistema correlati alla produzione della pasta.



**Figura 1.** Schema generale dei Confini del Sistema correlato alla produzione della pasta

## SETTORE AGRICOLO

Per quanto riguarda il settore agricolo l'attenzione è stata focalizzata sull'analisi del ciclo di vita per la produzione della pasta Barilla, partendo dalla coltivazione del grano per arrivare alla fase d'uso del consumatore in accordo con quanto riportato nella EPD n° S-P-00217, pubblicata dal International EPD® System (<http://www.environdec.com>).

L'Unità Funzionale è rappresentata 1 kg di pasta mentre i confini del sistema (Figura 2) comprendono la coltivazione delle materie prime (grano), i processi di macinazione del grano, la produzione della pasta, la produzione dell'imballaggio e la fase di confezionamento, il trasporto del prodotto finito, la fase di cottura della pasta e il fine vita dei materiali di imballaggio.



**Figura 2.** Schema illustrativo del sistema pasta.

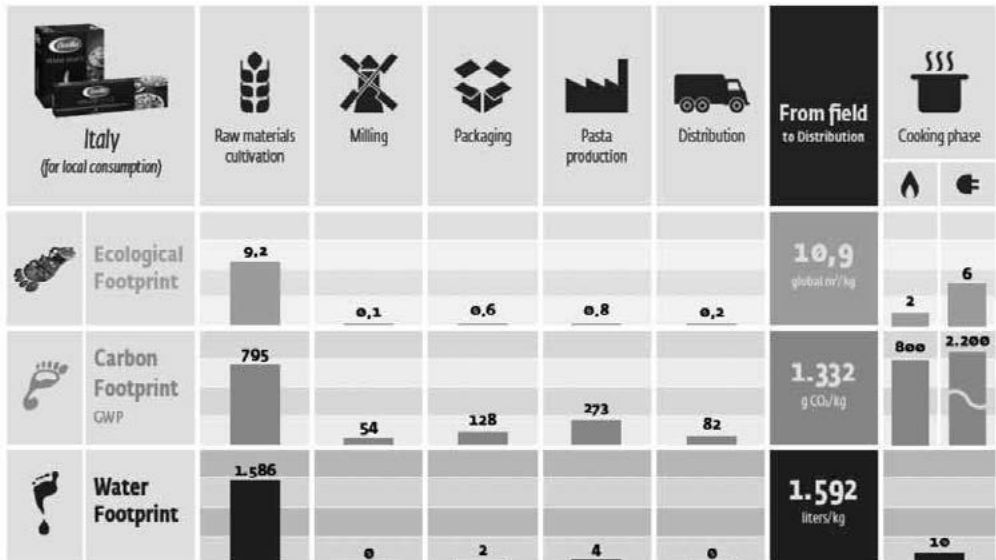
Per quanto concerne la raccolta dati utilizzati nello sviluppo dello studio LCA è opportuno evidenziare i seguenti aspetti:

- I dati relativi alla coltivazione delle materie prime, con particolare riferimento alle rese, ai consumi di fertilizzanti e di acqua, derivano dai fornitori di grano Barilla.
- Le prestazioni ambientali dei mulini e degli stabilimenti sono state valutate raccogliendo le informazioni presso i siti di produzione della pasta con particolare riferimento al consumo di energia, risorse idriche e materiali ausiliari.
- Per quanto riguarda l'imballaggio i dati riferiti alle tipologie di materiali alla loro produzione sono stati raccolti presso fornitori Barilla;
- Infine per quanto concerne i consumi legati alla cottura della pasta e il fine vita della confezione sono state fornite soltanto informazioni qualitative, dal momento che sono azioni strettamente dipendenti dalle abitudini del consumatore, ma forniscono comunque un'indicazione dell'apporto di queste fasi all'impatto globale del prodotto finito (1 kg di pasta).

L'analisi è stata effettuata sulla base di tre indicatori ambientali aggregati:

- Carbon footprint: quantità totale di gas ad effetto serra emessi direttamente e indirettamente nell'ambito delle diverse fasi comprese nei confini del sistema;
- Ecological Footprint: Misura degli appezzamenti di terreno o della superficie marina biologicamente produttivi necessari per rigenerare le risorse consumate e bilanciare gli impatti generati .
- Water footprint : misura il consumo di acqua in termini di volumi utilizzati e/o inquinati per unità di tempo lungo il ciclo di vita di un prodotto;

I risultati ottenuti (Tabella 1) mostrano che l'impatto maggiore è sempre dato dalla fase di coltivazione delle materie prime, portando la fase di processo in stabilimento in secondo piano.



**Tabella 1.** Impatti ambientali potenziali del sistema di produzione della pasta.

Focalizzando l'attenzione ai contributi relativi all'indicatore Carbon Footprint possono scaturite azioni di miglioramento in ottica di riduzione delle emissioni di gas serra. Una delle azioni di miglioramento adottate da Barilla si riferisce alla coltivazione del grano: per rendere i sistemi agricoli del grano duro maggiormente sostenibili sono stati studiati diversi scenari di coltivazione al fine di individuare delle azioni e buone pratiche per la sostenibilità da diffondere presso i fornitori mediante la redazione del *Decalogo per la coltivazione del grano duro*.

## SETTORE ALLEVAMENTO

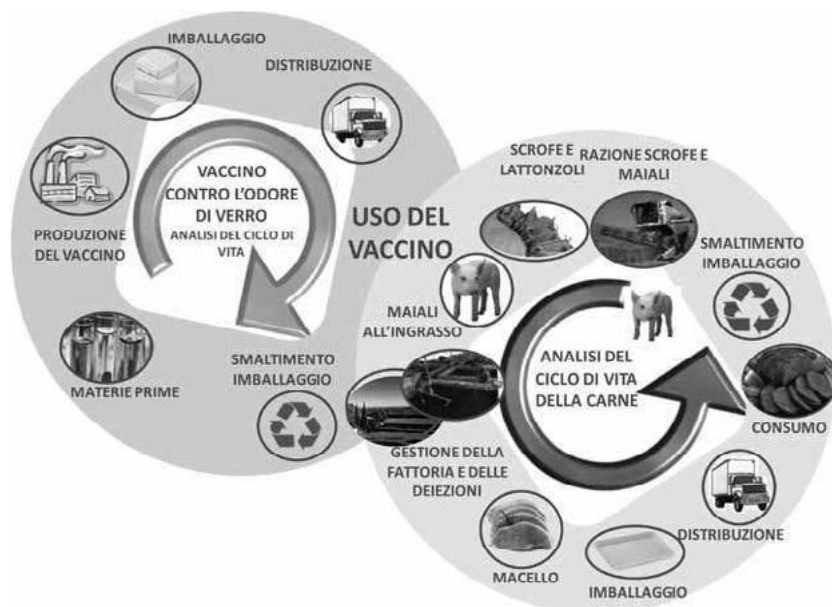
Per quanto riguarda il settore allevamento di seguito sono presentate alcune valutazioni emerse a seguito di un studio sviluppato in riferimento all'allevamento di suini.

In particolare la metodologia LCA è stata applicata alla valutazione dell'impatto ambientale della produzione di carne di maiale e all'analisi degli effetti associati all'uso di un prodotto immunologico contro l'odore di verro (attualmente eliminato attraverso pratiche di castrazione fisica del lattonzolo); per maggiori dettagli si rimanda all'EPD sviluppata da Pfizer n° S-P-00261 e pubblicata dall'International EPD® System (<http://www.environdec.com>).

Nell'ambito dello studio sono state considerate due unità funzionali ovvero la dose di prodotto immunologico somministrato e il kg di suino (peso vivo) che arriva al macello; i risultati sono stati successivamente valutati anche in riferimento al prodotto dopo la fase di macellazione. (1 kg di carcassa e 1 kg di carne).

Dal punto di vista metodologico, il sistema analizzato nello studio LCA parte dalla produzione delle materie prime necessarie alla produzione del prodotto immunologico e finisce con la fase di macellazione del suino. Lo studio è basato sui sottoinsieme mostrati in figura 3:

1. Il processo a monte (Upstream) include la produzione dei componenti usati per il prodotto immunologico ed il materiale per l'imballaggio
2. Il processo produttivo vero e proprio (core) tiene in conto tutti gli step relativi alla produzione in stabilimento del prodotto
3. Il processo a valle (downstream) include l'allevamento del suino in fattoria, l'utilizzo del prodotto immunologico e la fase di macello.



**Figura 3.** Schema illustrativo del sistema di produzione del prodotto immunologico e del sistema di produzione della carne di maiale. I due sistemi collegati tra di loro costituiscono il modello LCA..

Nell'analizzare la fase di allevamento sono state considerate le filiere agricole per la produzione del mangime somministrato al suino (con razione differente a seconda della fase della vita del suino stesso), il consumo di energia e materie prime presso stalla, le emissioni di ammoniaca dall'urina, le emissioni dovute alla gestione del liquame (in particolare CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) e le emissioni dovute a fermentazione enterica. Il sottosistema include anche il trasporto del suino e la fase di macellazione.

I dati utilizzati per il modello di produzione dei componenti della razione sono specifici ed i principali elementi considerati nel modello sono rappresentati da:

- resa di coltivazione;
- consumo idrico;
- produzione ed utilizzo di fertilizzanti,
- operazioni agricole e le relative emissioni.

Per le emissioni relative alla gestione delle deiezioni, sono state considerate composizioni specifiche del liquame e differenti sistemi di gestione sulla base delle informazioni fornite dalle fattorie interpellate

I risultati ottenuti in relazione ai principali indicatori di impatto analizzati sono presentati in Tabella 2 e Tabella 3; essi sono suddivisi per le fasi di upstream e core processes (approvvigionamento materie prime e produzione del vaccino) e downstream processes (fase d'uso del vaccino/allevamento dei maiali).

**Tabella 2** Impatti ambientali potenziali del sistema maiale vaccinato (valori approssimati).

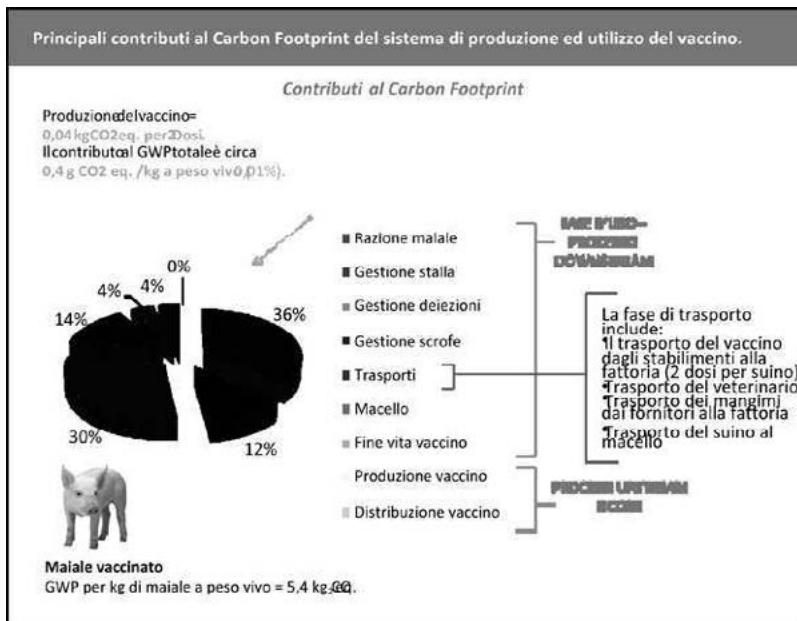
INDICATORI D'IMPATTO		PROCESSI UPSTREAM	PROCESSI CORE	PROCESSI DOWSTREAM
UNITÀ FUNZIONALE		2 dosi di vaccino	2 dosi di vaccino	1 kg di maiale a peso vivo
Potenziale Effetto Serra (GWP)	g CO <sub>2</sub> equiv.	11	28	5346
Acidificazione	g SO <sub>2</sub> equiv.	<0,1	<0,1	57
Eutrofizzazione	g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> equiv.	<0,1	<0,1	50
Riduzione dell'Ozono	g CFC11 equiv.	trascurabile	trascurabile	trascurabile
Fotosmog	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> equiv.	<0,1	<0,1	2

**Tabella 2** - Carbon Footprint per le tre unità funzionali considerate nello studio LCA del vaccino

Carbon Footprint per le tre unità funzionali considerate nello studio LCA per il vaccino (dati arrotondati)				
INDICATORI D'IMPATTO		1 kg di maiale a peso vivo	1 kg di carcassa di maiale	1 kg di carne magra
Potenziale Riscaldamento Globale (GWP) [Carbon Footprint]	kg CO <sub>2</sub> equiv.	5,4	7,0	12,8

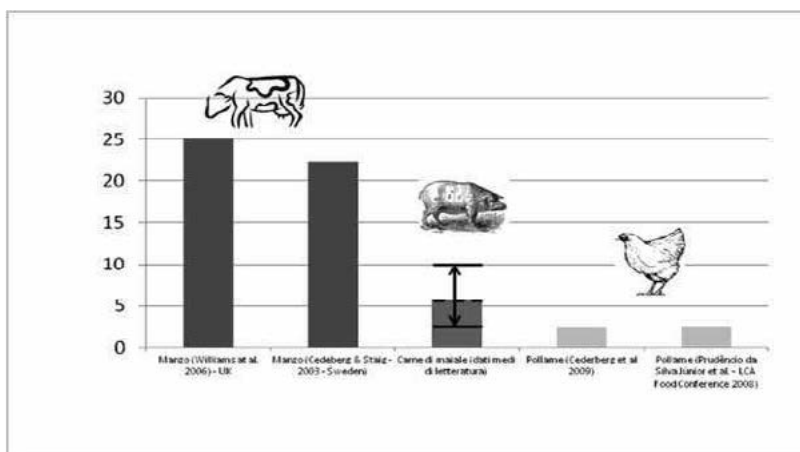
L'analisi dei risultati in termini di carbon footprint ottenute dall'analisi LCA mostrano che il CF di 1 kg di suino vivo è pari a circa 5.4 kg CO<sub>2</sub> equivalente; l'impatto associato alla produzione del prodotto immunologico è trascurabile rispetto alle altre fasi del ciclo di vita.

Il potenziale effetto serra è dominato dalla produzione degli alimenti somministrati ai suini (36%) e dalle emissioni relative alla gestione delle deiezioni (30%), come mostrato in Figura 4.



**Figura 4.** Principali contributi al Carbon Footprint dell'allevamento di un suino.

Prendendo come baseline i risultati ottenuti in letteratura e la Doppia Piramide Ambientale pubblicata dal Barilla Center for Food and Nutrition (BCFN), il suino si pone tra la carne bovina e carne di pollo (la differenza nel carbon footprint può essere spiegata considerando diverse efficienza di conversione del cibo e la durata del ciclo di vita), come mostrato in Figura 5.



**Figura 5.** Carbon Footprint delle principali carni consumate in Italia da fonti di letteratura.

Dal momento che uno degli scopi di questa analisi era capire e quantificare possibili benefici ambientali legati all'utilizzo del prodotto immunologico, sono stati condotti degli studi che hanno mostrato differenze tra i suini castrati e quelli a cui è stato somministrato il prodotto immunologico, specialmente per quanto riguarda l'efficienza di conversione del cibo in massa corporea; i risultati attestano infatti un miglioramento nella conversione pari a circa 6% nel caso dei suini vaccinati.

Una migliore efficienza di conversione corrisponde ad una riduzione del consumo di mangime e conseguente produzione di liquame (ipotizzando di ottenere un peso uguale nei due suini alla fine della loro vita).

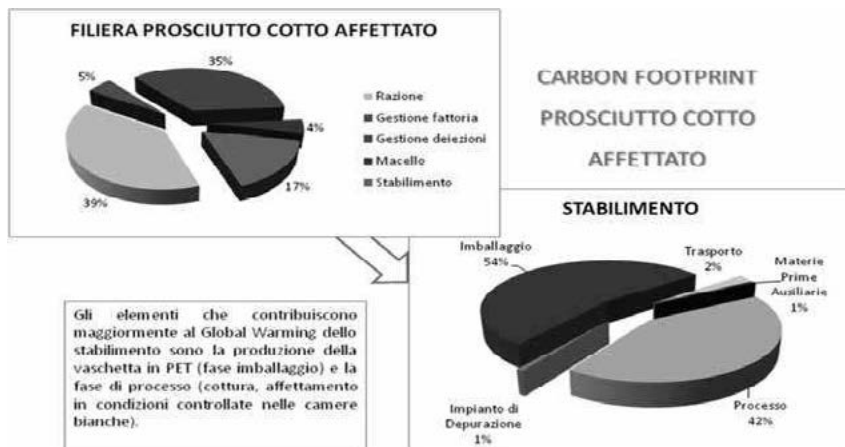
La differenza in termini di Carbon Footprint risulta pari a circa del 3.7% tra un suino castrato fisicamente e un suino vaccinato, equivalente a un risparmio di CO<sub>2</sub> di circa 23 kg per suino (considerando un peso medio di 110 kg); tale quantità è equivalente all'emissione di CO<sub>2</sub> generata da un'auto di medie dimensioni che percorre una distanza di 100 km.

## SETTORE ALIMENTARE

L'ultimo settore analizzato riguarda un prodotto finito in uscita dalla filiera alimentare, ovvero il prosciutto cotto affettato pronto per il consumo.

Il sistema si basa sull'allevamento di un suino per la produzione di salumi in un contesto nazionale (170 kg), che una volta macellato viene sottoposto al processo di lavorazione e cottura presso stabilimenti dedicati. La fase di produzione, oltre al consumo di materie prime (carne di maiale sale aromi, etc) considera anche il consumo energetico e idrico dello stabilimento.

Ipotizzando di avere una linea di cottura in sacco alluminato con 20 % di perdita di peso ed una fase di affettamento, con la produzione del 15 % di scarto, i risultati ottenuti in termini di Carbon Footprint sono riportati in Figura 6.



**Figura 6.** Principali contributi al Carbon Footprint della produzione del prosciutto cotto

Come evidenziato in figura, nell'ambito del ciclo vita del prosciutto, la fase di macello e lavorazione della carne ha un impatto pari a circa il 17% del totale, dovuto in gran parte alla cottura- raffreddamento del salume e alla fase di imballaggio; la parte preponderante dell'impatto anche in questo caso è associata alla fase di allevamento con particolare riferimento alla produzione delle razioni somministrate al suino e alla gestione delle relative deiezioni.



## DISCUSSIONE

### Scenari di riduzione dell'impatto

Nella fase di interpretazione e miglioramento, gli studi LCA hanno messo in luce alcuni aspetti interessanti dei tre sistemi analizzati, rendendo possibile la definizione di azioni per la riduzione dell'impatto.

Focalizzando l'attenzione alla filiera di produzione della carne suina, sono state analizzate alcune azioni di miglioramento per la riduzione del Carbon Footprint, concentrandosi principalmente sulla fase di gestione delle deiezioni e sulla produzione degli alimenti compresi nella razione somministrata al suino.

Analizzando la gestione delle deiezioni del suino, si nota come le tipologie di gestione siano davvero svariate: fosse anaerobiche, stoccaggio sotto grigliato, stoccaggio in contenitori chiusi, stoccaggio di deiezioni solide, etc.

L'analisi effettuata ha mostrato che passando da una gestione in fosse anaerobiche scoperte allo stoccaggio in contenitori sotto il grigliato, si otterrebbe una riduzione del Carbon Footprint del 14 % in relazione alle diverse emissioni di  $CH_4$  derivanti.

Un'altra possibilità di gestione differente del liquame prevede la digestione anaerobica dello stesso; la riduzione ipotizzabile del Carbon Footprint è dell'ordine del 20%, ma richiede che il liquame in ingresso venga miscelato con letame bovino o matrici vegetali di scarto.

Spostando l'attenzione alla produzione degli alimenti, l'analisi di uno dei componenti del mangime più utilizzati, il mais, che contribuisce per circa il 50% sull'impatto della razione, mostra come si possa generare una riduzione del 2-3% sul Carbon Footprint associato alla produzione di un kg di prosciutto cotto con l'incremento della resa di coltivazione del mais del 20%.

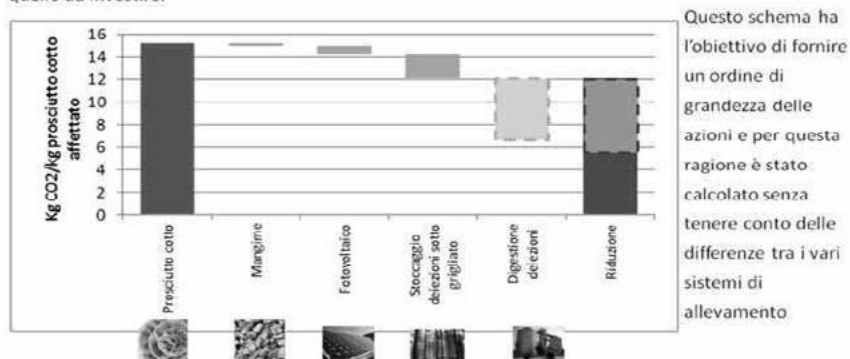
In Figura 7 vengono riportare alcuni esempi di azioni di riduzione dell'impatto in termini di CF dovute a

- Maggiore efficienza coltivazione alimenti somministrati ai suini;
- Stoccaggio del liquame sotto grigliato
- Digestione delle deiezioni, in tratterggio, come alternativa di gestione tradizionale del liquame.

#### INTERVENTI DI POSSIBILE RIDUZIONE DEGLI IMPATTI

Sono possibili varie azioni di riduzione delle emissioni che permettono diverse potenzialità.

Il controllo della filiera dei mangimi e quello della gestione delle deiezioni sono certamente quelle da investire.



**Figura 7.** Principali interventi per la riduzione del Carbon Footprint applicata alla filiera prosciutto cotto

## CONCLUSIONI

Il lavoro ha evidenziato il valore aggiunto dell'utilizzo della metodologia LCA (dell'Analisi del Ciclo di Vita) in termini di analisi degli scenari di riduzione dell'impatto ambientale di prodotti diversi appartenenti al settore agroalimentare. Lo studio dimostra inoltre la versatilità e la grande opportunità della metodologia LCA, applicabile anche in questo settore.

## BIBLIOGRAFIA

- Allison J., McKeith F., C Souza, Boler D., Killefer J. Hennessy D. (2009) "Impact of using vaccination with IMPROVAC® rather than physical castration on the carcass characteristics of finishing male pigs" in ICOMST "55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology, Copenhagen 16-21 August 2009" Denmark, paper n° 7.38.
- Basset-Mens C., Van der Werf H.M.G. (2005) "Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France". *Agri Ecosyst Environ* **105**,127–144.
- Basset-Mens C., Van der Werf H.M.G., Durand P., Leterme P. (2006) "Implications of Uncertainty and Variability in the Life Cycle Assessment of Pig Production Systems", *Int J LCA* **11** (5), 298-304.
- Cederberg C., Flysjö A. (2004) "Environmental assessment of future pig farming systems - quantifications of three scenarios from the FOOD 21 Synthesis Work", The Swedish Institute for food and biotechnology SIK-rapport Nr 723.
- Dunshen F., Colantoni C., Howard K., McCauley I., Jackson P., Long K.A., Lopaticki S., Nugent E.A., Simons J.A., Walker J., Hennessy D.P. (2001) "Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac®) eliminates boar taint and increases growth performance" *J. Anim. Sci.* **79**, 2524–2535.
- Nemecek T., Kagi T. (2007) "Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems", *Ecoinvent v 2.0 Report n°15*.
- European Commission (2003) "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs" JRC, <http://eippcb.jrc.es/reference/>.
- European Commission (2005) "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries" JRC, <http://eippcb.jrc.es/reference/>.
- European Commission (2010) "Regulation (EC) No 66/2010 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the EU Ecolabel Award Scheme", *Official J EU*, **IV**, 1-19.
- Fàbrega E., Velarde A., Cros J., Gispert M., Suárez P., Tibau J., Soler J. (2010) "Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins" *Livest Prod Sci* **132**, 53–59.
- Finkbeiner M (2009) "Carbon footprinting—opportunities and threats" *Int J Life Cycle Assess* **14**(2), 91–94.
- Frank J., Maxwell C., Thoma G. (2009) "Greenhouse gas emissions and global warming potential of the U.S. swine industry: review of the literature from a life cycle perspective", Arkansas University.
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006) - Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use -Chapter 10 Emissions from livestock and manure management. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007 The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,

2007 [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA 2007.

ISO 14020 (2000) Environmental labels and declarations—general principles, [www.iso.org](http://www.iso.org).

Lopez-Ridaura S., Deltour L., Paillat J.M., van der Werf H.M.G. (2008) “Comparing options for pig slurry management by Life Cycle Assessment”; 6<sup>th</sup> International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Zurich, 12–14 November 2009” Switzerland, 360-369.

Meissner Schau E., Magerholm Fet A. (2008) “LCA Studies of Food Products as Background for Environmental Product Declarations” *Int J LCA* **13** (3), 255 – 264.

Morales J., Gispert M., Hortos M., Pérez J., Suárez P., Piñeiro C. (2010) “Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs” *SJAR* **8**(3), 599-606.

Pfizer Animal Health (2011) “Environmental Product Declaration of Improvac (N° S-P-00261)”. The EPD International System, [www.environdec.com](http://www.environdec.com)

The International EPD Cooperation, IEC (2008) “SUPPORTING ANNEXES for Environmental Product Declarations EPD” version 1.0 dated 2008-02-29, [www.environdec.com](http://www.environdec.com).

Jungbluth T., Hartung E., Brose G. (2001) “Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores”; *Nutr Cycl Agroecosys* **60**, 133–145.

Wiedemann S., McGahan E., Grist S., Grant T. (2010) “Environmental Assessment of Two Pork Supply Chains Using Life Cycle Assessment, Australian Government” RIRDC Publication No 09/176.

Cederberg, C., M. Stadig, (2003) System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production, *International Journal of LCA* **8** (6) pp. 350 -356.

Cederberg, C., U. Sonesson, J. Davis, V. Sund, (2009) Greenhouse gas emissions from production of meat, milk and eggs in Sweden 1990 and 2005, SIK-Rapport 793, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg, ISBN 978-91-7290-284-8.

Prudêncio da Silva Jr., V., S.R. Soraes, and R.A.F. de Alvaregna, (2008) Cradle to gate study of two differing Brazilian poultry production System, Proceedings of the 6th international conference on LCA in the agri.food sector, Zurich, Switzerland.

Williams, A.G., E. Audsley, D. L. Sanders, (2006) Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities, Main Report, DEFRA Research project IS0205, Bedford: Cranfield University and Defra, available at [www.silsoe.cranfield.ac.uk](http://www.silsoe.cranfield.ac.uk).

Barilla (2011) “Environmental Product Declaration of Dry semolina pasta from durum wheat (N° S-P-00217)”. The EPD International System, [www.environdec.com](http://www.environdec.com).

Barilla Center for Food and Nutrition (2012) Doppia Piramide 2012: favorire scelte alimentari consapevoli, Parma, Italy.