

Applicazioni del metodo LCA per la comparazione delle prestazioni ambientali di tre sistemi di produzione di latte ovino a diversi livelli di input

Autori: Enrico, Vagnoni¹; Antonello, Franca²; Leo, Breedveld³; Claudio, Porqueddu²; Roberto, Ferrara¹; Pierpaolo, Duce¹

¹Istituto di Biometeorologia, Consiglio Nazionale delle Ricerche – CNR IBIMET, Sassari

²Istituto per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo, Consiglio Nazionale delle Ricerche – CNR ISPAAM, Sassari

³2B s.r.l. – Mogliano Veneto (TV)
e.vagnoni@ibimet.cnr.it

Abstract

Considerando il processo di “greening” delle filiere agro-alimentari promosso dall’UE, l’analisi delle implicazioni ambientali dei sistemi di allevamento ovino può rappresentare un valido contributo al miglioramento della competitività delle aziende agro-pastorali del Mediterraneo. Il presente lavoro consiste nell’applicazione del metodo LCA al fine di: (i) confrontare gli impatti ambientali della produzione di latte ovino proveniente da tre aziende della Sardegna, caratterizzate da sistemi produttivi a differenti livelli di input, e (ii) identificare gli hotspots per migliorare le prestazioni ambientali di ciascuna azienda. Lo studio, eseguito su due unità funzionali (1 kg latte normalizzato e 1 ha SAU) e impiegando tre metodi di valutazione (IPCC, ReCiPe e Blue Virtual Water) ha consentito un’analisi multiprospettica delle performances ambientali delle tre aziende e delle potenzialità applicative dell’LCA nel settore agro-alimentare.

1. Introduzione

Il comparto ovino della Sardegna rappresenta, storicamente, un settore assolutamente strategico nel quadro socio-economico e ambientale regionale. Di fatto, la Sardegna è tra i maggiori produttori di latte ovino in Europa ed il più importante in Italia (68% della produzione nazionale) (ISTAT, 2012). Gran parte della produzione di latte ovino dell’Isola è trasformata in formaggi (il 58% sono a marchio DOP) (Furesi et al., 2013) destinati ai mercati nazionale e internazionale. Ciononostante, l’intero settore lattiero-caseario ovino della Sardegna sta attraversando una grave e prolungata crisi, con il serio rischio di abbandono delle attività produttive nelle aree marginali.

Tuttavia, considerando il carattere essenzialmente estensivo dei sistemi produttivi ed il forte legame con il territorio e l’ambiente delle produzioni ovine del Mediterraneo, nuove opportunità di riscatto e rilancio potrebbero arrivare dalle nuove misure di sostegno promosse dal processo di *greening* della rinnovata Politica Agricola Comunitaria (PAC). I temi prioritari della PAC, dettati dalla Strategia Europa 2020, sono chiari e inequivocabili: ambiente, cambiamento climatico e innovazione (Frescarelli, 2013).

Pertanto, l’analisi delle implicazioni ambientali dei sistemi produttivi agricoli diventa uno strumento importante per lo sviluppo di strategie mirate ad accrescere la competitività delle aziende agro-alimentari, attraverso: (i) la ristrutturazione/modernizzazione delle aziende, con l’introduzione di tecniche e tecnologie a basso impatto; (ii) l’aumento del valore aggiunto dei prodotti di eccellenza, saldando il vincolo tra prodotti tipici, ambiente e territorio; (iii) la promozione della multifunzionalità dei sistemi agricoli, con l’offerta di servizi ambientali, turistici e sociali legati alla valorizzazione del territorio.

L’approccio metodologico universalmente adottato per valutare con completezza e obiettività le implicazioni ambientali dei sistemi di produzione animale si basa sull’applicazione del metodo *Life Cycle Assessment* (LCA) (De Boer, 2003). In questo campo, la maggior parte della letteratura scientifica è focalizzata sui sistemi di allevamento di bovini da latte (Milani et al., 2011), unanimamente riconosciuti tra i principali responsabili dell’effetto serra

e dei fenomeni di acidificazione ed eutrofizzazione (Cannas et al., 2004; FAO, 2010). Ad oggi, pochi studi riguardano la valutazione ambientale del ciclo di vita del latte di pecora (es.: Michael, 2011).

Muovendo da tali premesse, il presente lavoro consiste nella realizzazione di uno studio LCA finalizzato a: (i) confrontare gli impatti ambientali della produzione di latte ovino proveniente da tre aziende della Sardegna, caratterizzate da sistemi produttivi a differenti livelli di input, e (ii) identificare gli hotspots per migliorare le prestazioni ambientali di ciascuna azienda.

2. Materiali e metodi

2.1. Aziende analizzate

I dati sono stati raccolti in tre aziende ubicate nella provincia di Sassari, in un'area compresa nel triangolo tra Alghero, Porto Torres e Osilo, in cui si concentra un significativo numero di aziende lattiero-casearie ovine. Tali aziende, pur ricadendo in una zona agroclimatica, altimetrica ed orografica omogenea, adottano sistemi produttivi facilmente riconducibili alle principali tipologie produttive diffuse in Sardegna. Le tre aziende differiscono, sostanzialmente, per i) carico animale (numero capi ha⁻¹), ii) superficie delle aree di pascolo (ha) e iii) consumo annuale di alimenti concentrati (t anno⁻¹) (Tabella 1).

Abbiamo definito l'azienda a bassi input – LI (*low input*) quella con il carico animale più basso (1.0 capi ha⁻¹), la più ampia area di pascolo (95 ha) e il più basso consumo di concentrati (1 t anno⁻¹). Viceversa, l'azienda a input elevati – HI (*high input*) è caratterizzata dal più alto indice di carico animale (5,5 capi ha⁻¹), dall'area di pascolo più piccola (12 ha) e da un consumo annuo di concentrati di circa 200 t. L'azienda MI (*mid input*) presenta caratteristiche intermedie rispetto alle precedenti.

	LI	MI	HI
Superficie Agricola Utilizzabile - SAU (ha)	125	70	67
Capi in produzione (numero)	120	320	370
Carico animale (capi ha ⁻¹)	1.0	4.6	5.5
Latte prodotto (kg anno ⁻¹)	25.000	79.655	110.000
Produzione per capo (kg capo ⁻¹)	208	249	297
Superficie pascolo naturale (ha)	95	52	12
Superficie seminativi (ha)	30*	18	55
Consumo concentrati (t) **	1	121	204
Fertilizzazione azotata (kg N ha ⁻¹)	0	21	45
Fertilizzazione fosforica (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	0	72	32
Irrigazione	no	si	no
Sistema di mungitura	Manuale	Meccanica	Meccanica

Tabella 1: Principali caratteristiche dei sistemi produttivi adottati dalle aziende a bassi (LI), medi (MI) ed elevati (HI) input. Dati riferiti all'anno 2011

* Solo il 10% della produzione (granella e fieno) è destinata all'alimentazione del gregge; il resto viene venduto.

** LI produce il 100% dei concentrati in azienda; MI acquista il 100% dei concentrati; HI produce il 24% dei concentrati in azienda.

Le tre aziende adottano differenti strategie di mercato: LI e HI conferiscono il latte alle industrie casearie per la produzione di "Pecorino Romano DOP", mentre MI trasforma in azienda il proprio latte in "Pecorino di Osilo", un formaggio riconosciuto dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali come "Prodotto Tradizionale". Inoltre, MI adotta la tecnica della de-stagionalizzazione dei parti per ottenere una produzione di latte relativamente costante durante tutto l'anno.

2.2. Metodologia LCA

Lo studio LCA è stato realizzato in conformità alle norme ISO 14040-14044 (2006a, b). L'analisi è stata condotta utilizzando due diverse unità funzionali (FU): 1 kg di latte normalizzato rispetto al contenuto di grasso e proteine (FPCM), e 1 ha di SAU. L'utilizzo di due UF permette un'analisi più completa e obiettiva degli impatti ambientali di aziende con diversa tipologia di gestione (Basset-Mens e Van der Werf, 2005). La prima UF (1 kg FPCM) consente di verificare e valutare anche i risultati produttivi ed economici dell'azienda; la seconda (1 ha SAU) permette di considerare il differente grado di sfruttamento del suolo e delle risorse naturali ad esse connesse. Poiché le tre aziende producono, oltre al latte, anche carne e lana, nell'LCA con FU 1 kg FPCM si è effettuata l'allocazione degli impatti in base al valore economico dei prodotti (allocazione economica). Invece, nel caso di co-prodotti provenienti da colture realizzate dalle aziende in esame e destinate all'alimentazione degli animali (ad esempio, granella di orzo e stoppie), si è effettuata un'allocazione di tipo fisico (in base alla massa). Il ciclo di vita è stato valutato "from cradle to gate", includendo nei confini del sistema tutti gli input e gli output che costituiscono il diagramma di flusso della produzione del latte di pecora (Figura 1).

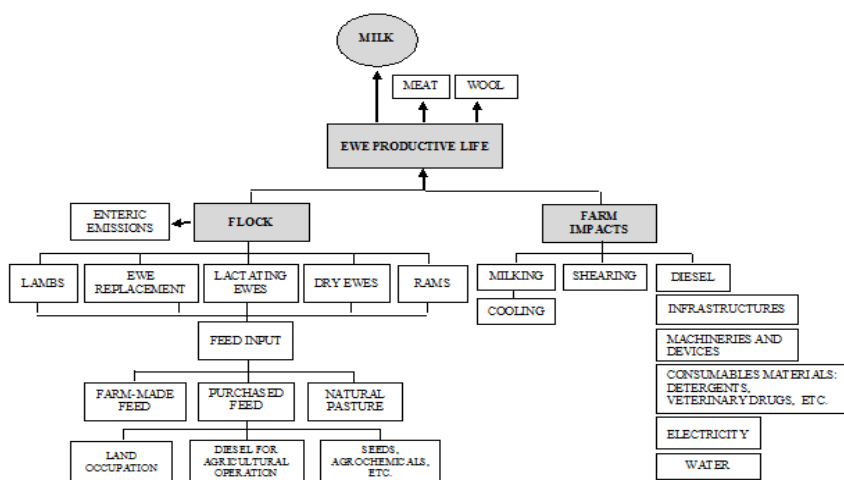


Figura 1: Ciclo di vita del latte di pecora

Il sistema è stato suddiviso in due sottoinsiemi: a) Gregge azienda, e b) Impatti aziendali. Nel primo sottoinsieme sono stati inseriti tutti i processi relativi all'allevamento del gregge, suddiviso a seconda del sesso, dell'età e della fase produttiva di ciascun animale. Tali processi sono: l'uso del suolo agricolo e gli input colturali (aratura, semina, irrigazione, fertilizzazione ecc.) per la produzione dei diversi foraggi; il consumo di erba da pascolo e di alimenti concentrati; la tosatura e la mungitura. Il secondo sottoinsieme di processi riguarda le infrastrutture (sala di mungitura, fienili ecc.), i macchinari e gli attrezzi agricoli (trattrici, aratri, impianto di mungitura, refrigeratori ecc.), il consumo di acqua e di energia elettrica, i materiali di consumo (detersivi, farmaci veterinari, ricambi ecc.).

Oltre il 90% dei dati dell'inventario sono di tipo primario (dati aziendali riferiti all'anno 2011, come produzioni animali, produzioni e consumi di foraggi, consumi di carburante ecc.) e sono stati raccolti attraverso 12 visite *in situ* e interviste strutturate con un apposito questionario. I dati rimanenti (es.: emissioni enteriche di metano, emissioni legati all'uso di fertilizzanti e pesticidi ecc.) sono stati raccolti dalla letteratura scientifica e da specifiche banche dati LCA (principalmente, Ecoinvent v 2.2 della Swiss Centre for Life Cycle Inventories).

Al fine di avere uno spettro di valutazione ampio e completo delle prestazioni ambientali delle aziende analizzate, sono stati utilizzati tre metodi di valutazione: 1) IPCC (2006), per il calcolo del Carbon Footprint, espresso in kg di CO₂-equivalenti, con 100 anni di orizzonte temporale; 2) ReCiPe (Goedkoop et al., 2009), che fornisce una valutazione della prestazione ambientale, considerando 18 diverse categorie di impatto, calcolate e armonizzate con un unico eco-indicatore (Ecopoint, Pt). In questo articolo vengono riportati i soli risultati relativi al metodo ReCiPe endpoint; 3) Virtual Water (Hoekstra et al., 2011), attraverso l'uso dell'indicatore Blue Virtual Water, che rappresenta la quantità d'acqua derivante da falde superficiali e sotterranee, espressa in l-equivalenti, consumata durante l'intero ciclo di vita di un prodotto.

La realizzazione dello studio LCA ha comportato le seguenti assunzioni e semplificazioni: l'analisi ha compreso solo le quantità di alimenti (foraggi coltivati, erba spontanea e concentrati) effettivamente consumati dal gregge, dopo aver eseguito un controllo incrociato tra produzione foraggera stimata e/o misurata ed esigenze nutrizionali stimate in base a sesso, età, peso, fase fisiologica e livello di produzione di ciascun animale. Per quanto riguarda le emissioni dirette di CH₄ e N₂O da parte degli animali si è fatto rispettivamente riferimento all'Inventario nazionale delle emissioni dell'ISPRA (2011) e ai dati dell'IPCC (2006). Le emissioni legate alle deiezioni degli animali al pascolo state escluse dai confini del sistema. Sono state considerate le emissioni derivanti dall'uso dei fertilizzanti, mentre per i pesticidi, utilizzati in quantità esigua dalla sola azienda HI, si sono valutate le emissioni legate alla produzione del prodotto ricorrendo al database Ecoinvent 2.2. Gli impatti dell'irrigazione sono stati stimati attraverso Ecoinvent v 2.2. I calcoli LCA sono stati effettuati utilizzando il software LCA SimaPro 7.3.3 (PRé Consultants, 2011) che contiene varie banche dati LCA. È stata, inoltre, effettuata un'analisi Monte Carlo per quantificare gli effetti dell'incertezza dei dati sui risultati finali.

3. Risultati e discussione

I risultati finali dell'LCA, attribuiscono al sistema produttivo adottato da LI la migliore performance ambientale tra le tre aziende (Tabella 2). In particolare, si evidenzia la marcata differenza nel consumo di acqua (virtuale) per la produzione di 1 kg di FPCM che in LI è, rispettivamente, 3 e 10 volte inferiore rispetto alle quantità consumate da HI e MI. Ciò, essenzialmente, a causa dell'opzione di LI per la mungitura manuale (che non richiede il lavaggio degli impianti) e la coltivazione senza ricorso all'irrigazione. L'analisi condotta utilizzando 1 ha di SAU come UF ha confermato, per tutti i metodi di valutazione, che LI, grazie alla vasta superficie dedicata al pascolo naturale, ha impatti ambientali decisamente più bassi rispetto alle altre due aziende considerate.

Metodo / Azienda	LI	MI	HI
IPCC (kg CO₂ -eq)			
UF: 1 kg di latte normalizzato	2.04	2.27	2.20
UF: 1 ha SAU	474	2,500	4,020
ReCiPe (Pt)			
UF: 1 kg di latte normalizzato	0.309	0.480	0.426
UF: 1 ha SAU	72	530	779
Blue Virtual Water (l -eq)			
UF: 1 kg di latte normalizzato	5.87	56.90	16.10
UF: 1 ha SAU	1,370	62,800	29,400

Tabella 2: Risultati finali dell’LCA dei tre sistemi produttivi analizzati (LI, input bassi; MI, input medi; HI, input elevati) utilizzando i metodi IPCC, ReCiPe e Blue Virtual Water e due unità funzionali (1 kg di FPCM e 1 ha di SAU)

L’analisi di contributo (Tabella 3) ha consentito di identificare i punti di forza e di debolezza di ciascun sistema produttivo, offrendo utili spunti per migliorare le prestazioni ambientali delle aziende analizzate. In generale, l’analisi di contributo effettuata per l’LCA di 1 kg di FPCM ha evidenziato la marcata rilevanza dei seguenti processi: emissioni enteriche di metano, operazioni colturali (aratura e semina), consumi di energia elettrica e produzione di macchinari agricoli.

	IPCC			ReCiPe			Blue Virtual Water		
	LI	MI	HI	LI	MI	HI	LI	MI	HI
Emissioni enteriche di metano	45	46	34	14	10	8	0	0	0
Aratura e semina	27	8	16	21	4	8	34	1	7
Elettricità	13	5	3	8	2	1	16	1	1
Pascoli (naturali e migliorati)	1	4	12	31	40	34	0	0	2
Erbai	1	0	4	18	5	11	1	0	0
Alimenti concentrati	0	21	16	0	30	26	0	2	6
Infrastrutture (sala di mungitura ecc.)	0	2	1	0	0	0	3	1	1
Irrigazione	-	0	0	-	0	0	-	59	0
Trattrice e veicolo Pick-up (produzione)	5	2	2	4	1	1	11	0	1
Trasporti terrestri, marittimi e aerei	0	5	4	0	1	1	0	0	1
Consumo generico acqua	0	0	0	0	0	0	18	32	70
Agrochimici	-	0	3	-	0	2	-	0	1
Altri processi	8	7	5	4	7	8	17	4	11

Tabella 3: Contributo percentuale dei singoli processi all’impatto ambientale di 1 kg di FPCM (aziende a bassi-LI, medi-MI ed elevati-HI input), valutato con i metodi IPCC, ReCiPe e Blue Virtual Water

I risultati dell'analisi Monte Carlo (Tabella 4) variano a seconda dell'unità funzionale e del metodo di valutazione utilizzati. Non sono state riscontrate differenze significative tra le prestazioni ambientali delle tre aziende quando si utilizza 1 kg di FPCM come unità funzionale e i metodi di valutazione IPCC e ReCiPe. Per entrambi i metodi, l'intervallo di incertezza stimato non ha mai superato il 16%. Solo nel caso del metodo Blue Virtual Water si sono riscontrate differenze significative tra i tre casi studio, a causa delle marcate differenze nel consumo di acqua.

Azienda/FU/Metodo	LI - input bassi		MI - input medi		HI - input elevati	
	1 kg FPCM	1 ha SAU	1 kg FPCM	1 ha SAU	1 kg FPCM	1 ha SAU
IPCC (kg CO ₂ -eq)	2.0 (±10%)	474 (±11%)	2.3 (±13%)	2,502 (±13%)	2.2 (±13%)	4,023 (±0%)
ReCiPe (Pt)	0.3 (±13%)	72 (±13%)	0.5 (±16%)	530 (±16%)	0.4 (±15%)	779 (±15%)
Blue Virtual Water (l-eq)	5.9 (±16%)	1,368 (±16%)	56.8 (±14%)	62,766 (±14%)	16.1 (±4%)	29,424 (±5%)

Tabella 4: Risultati del metodo di simulazione Monte Carlo per le tre aziende analizzate (LI, MI e HI), i tre metodi di valutazione utilizzati (IPCC, ReCiPe e Blue Virtual Water) e le due unità funzionali 1 kg di FPCM e 1 ha di SAU. L'intervallo di incertezza per $p \leq 0.05$ ottenuto con il metodo Monte Carlo è indicato tra parentesi

4. Conclusioni

In questo lavoro, il metodo LCA ha consentito di confrontare tre differenti sistemi di produzione di latte ovino e di individuare i punti critici per migliorare le loro prestazioni ambientali. L'adozione di due unità funzionali (1 kg di FPCM e 1 ha di SAU) e di tre metodi di valutazione (IPCC, ReCiPe e Blue Virtual Water) ha offerto un'analisi multiprospettica delle prestazioni ambientali delle aziende considerate, permettendo di valutare e confrontare sia la dimensione economico-produttiva (relazioni tra quantità di latte prodotto, espressa in kg di FPCM, e performance ambientali delle aziende), sia il ruolo ambientale dei differenti sistemi produttivi (implicazioni ambientali legate all'uso del territorio, espresso in ha di SAU). Le prestazioni ambientali dei sistemi agricoli studiati sono risultate simili per la produzione di 1 kg di FPCM - con un valore medio di 2.17 kg CO₂-eq/kg FPCM.

Per contro, sono emerse differenze significative nell'LCA di 1 ha SAU. Analogamente, l'incidenza del contributo di ciascun processo nella valutazione complessiva delle prestazioni ambientali è risultata strettamente dipendente dal metodo di valutazione utilizzato.

In linea generale, questo studio ha evidenziato il contributo rilevante delle emissioni enteriche di metano, delle operazioni colturali, del consumo di energia elettrica e dei macchinari agricoli. Indubbiamente, l'LCA rappresenta un valido approccio sia per migliorare la sostenibilità ambientale delle filiere ovine, sia per valorizzare la multifunzionalità dei sistemi di allevamento estensivi del Mediterraneo. Tuttavia, servono ulteriori indagini per potenziare le applicazioni del metodo LCA al settore agricolo, iniziando dallo sviluppo di un database *site-specific* per il Mediterraneo.

5. Bibliografia

- Basset-Mens, C & van der Werf, HMG 2005, 'Scenario-based environmental assessment of farming systems: the case of pig production in France', *Agr. Ecosyst. Environ.*, vol.105, no. 1-2, pp. 127–144.
- Cannas, A, Tedeschi, LO, Fox, DG, Pell, AN & Van Soest, PJ 2004, 'A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep', *J. Anim. Sci.*, vol. 82, pp. 149-169.
- De Boer, IJM 2003, 'Environmental impact assessment of conventional and organic milk production', *Livest. Prod. Sci.*, vol. 80, pp. 69–77.
- FAO, 2010, 'Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. A Life Cycle Assessment', Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Frescarelli, A 2013, 'The CAP 2014-2020. The contents of reform approved on 20 nov 2013', report presented to Europe Direct Emilia – Agrea, Bologna, Italy, 4 dec 2013.
- Furesi, R, Madau, FA & Pulina, P 2013. 'Technical efficiency in the sheep dairy industry: an application on the Sardinian (Italy) sector', *Agricultural and Food Economics*, 1:4, pp. 1-11.
- Goedkoop, M, Heijungs, R, Huijbregts, MAJ, De Schryver, A, Struijs, J & van Zelm, R 2009, 'ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level', First edition. Report I: Characterisation, NL.
- Hegarty, RS, Goopy, JP, Herd, RM & McCorkell, B 2007, 'Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production', *J. Anim. Sci.*, vol. 85, pp. 1479–1486.
- Hoekstra, AY, Chapagain, AK, Aldaya, MM & Mekonnen MM 2011, 'The water footprint assessment manual: Setting the global standard', Earthscan, London, Washington.
- IPCC 2006, '2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories', vol. 4, Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, France. <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm>>
- ISO 2006a, ISO 14040 International Standard. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework. International Organisation for Standardization, Geneva, Switzerland.
- 2006b, ISO 14044 International Standard. Environmental Management – Life Cycle Assessment – Requirements and Guidelines. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
- ISPRA 2011, 'National Greenhouse Gas Inventory System in Italy. Year 2011', Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Rome.
- ISTAT 2012, Italian National Institute of Statistics, viewed 15 Jan 2014, <http://agri.istat.it/sag_is_pdwout/jsp/NewDownload.jsp?id=8A111A&anid=2012>
- Michael, D 2011, 'Carbon Reduction Benchmarks and Strategies: New animal products', Australian Government, Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication no. 11/063, pp. 77-86.
- Milani, FX, Nutter, D, & Thoma, G 2011, 'Environmental impacts of dairy processing and products: A review', *J. Dairy Sci.*, vol. 94, pp. 4243–4254.
- PRé Consultants, 2011, Software LCA SimaPro 7.3, The Netherlands.