

IMPRONTA AMBIENTALE DEGLI ALLEVAMENTI MONTANI DI VACCHE DA LATTE

Berton M.¹, Bovolenta S.², Corazzin M.², Gallo L.¹, Pinterits S.³, Ramanzin M.¹, Ressi W.³, Spigarelli C.², Zuliani A.² and Sturaro E.¹

¹ DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ANIMALI, ALIMENTI, RISORSE NATURALI E AMBIENTE - Università di Padova

² DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGROALIMENTARI AMBIENTALI E ANIMALI - Università di Udine
³ UMWELTBÜRO - Klagenfurt

Riassunto

L'obiettivo era quello di analizzare l'impronta ambientale (metodo *Life Cycle Assessment*) della produzione di latte in allevamenti bovini delle Alpi orientali. Lo studio (Progetto *TOPValue*, Programma Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020) ha coinvolto 75 aziende (38±25 UBA, 20.9±5.4 kg/vacca/d di latte corretto per il tenore di proteina e grasso), per le quali sono stati raccolti dati circa la gestione degli animali e dei reflui, le produzioni agrarie e gli approvvigionamenti extra-aziendali. Gli indicatori di sostenibilità sono stati i seguenti: impronta del carbonio (CC, kg CO₂-eq), del potenziale eutrofizzante (EP, g PO₄-eq), per 1 kg di latte (1.2±0.2 kg CO₂-eq e 6.0±1.7 g PO₄-eq) e per 1 m² di superficie agraria (0.5±0.2 kg CO₂-eq e 2.7±1.0 g PO₄-eq), e l'efficienza di conversione dell'energia grezza degli alimenti potenzialmente edibili da parte dell'uomo (HeECR, MJ alimenti/MJ latte). Gli indicatori sono stati testati per l'effetto della classe di dimensione aziendale (3 classi) e per l'effetto dell'uso del pascolo per le vacche in produzione (presenza/assenza). L'effetto dimensionale non è risultato significativo per nessun indicatore. Le aziende con vacche in produzione al pascolo presentano valori simili di impatto (CC e EP) per 1 kg di latte, significativamente inferiori (P<0.01) per 1 m² e circa HeECR (-41%), rispetto le aziende con vacche in stalla tutto l'anno. I risultati mostrano come le aziende a gestione più tradizionale (aziende di piccola scala che utilizzano il pascolo) riescano a sfruttare in modo ottimale le risorse foraggere locali senza penalizzazioni circa la loro impronta ambientale.

Abstract

Environmental footprint of mountain dairy farms – *The aim of this study (TOPValue project, Interreg V-A Italy-Austria 2014-2020 Program) was to analyse the environmental footprint (Life Cycle Assessment method) and production efficiency (gross energy and potentially human-edible conversion ratios, ECR and HeECR respectively). Data originated from 75 farms (38±25 LU, 20.9±5.4 kg Fat Protein Corrected Milk - FPCM/cow/day), in the eastern Alps. Herd and manure management, on-farm feedstuffs production, purchased feedstuffs and materials were included into the system boundaries. Impact categories assessed were Climate Change (GWP, kg CO₂-eq), Eutrophication potential (EP, g PO₄-eq) per 1 kg FPCM (1.2±0.2 kg CO₂-eq e 6.0±1.7 g PO₄-eq) and per 1 m² of agricultural area (0.5±0.2 kg CO₂-eq e 2.7±1.0 g PO₄-eq), and the potentially human-edible gross energy conversion ratio (HeECR, MJ feed/MJ milk). We tested the effect of herd size (3 classes) and management strategies (use of pasture and/or summer farms). Herd size did not affect impact categories or HeECR. Farms using pasture and/or summer farms for lactating cows showed similar values of impact (GWP,EP) per 1 kg FPCM, significant lower (P<0.01) for impact per 1 m² and for HeECR (-41%) than farms with confined cows. The results evidenced that the traditional managing options in the mountain dairy farming system (small-scale farms using pasture and summer transhumance) generally do not worsen the environmental footprint indicators but enhance the decoupling of milk production from crop production intended for direct human consumption.*

Introduzione

Il sistema lattiero-caseario alpino è stato da secoli caratterizzato dalla presenza di aziende che allevavano vacche da latte di piccola taglia e che utilizzavano i prati di fondo valle nella stagione fredda e i pascoli a quote crescenti nel periodo estivo. Negli ultimi decenni il settore alpicolturale, sulla spinta di processi di intensificazione e specializzazione, ha visto un forte declino nella numerosità delle aziende agro-zootecniche e della superficie agricola utilizzata (Battaglini et al., 2014).

Contemporaneamente, l'importanza e la consapevolezza del potenziale impatto delle produzioni animali sull'ambiente sono cresciute sia nella comunità scientifica sia nella società. Il metodo maggiormente utilizzato per una analisi in tal senso è la Valutazione del Ciclo di Vita (*Life Cycle Assessment*, LCA; ISO, 2006), che consente di analizzare l'impatto ambientale di un prodotto o di un servizio lungo l'intera filiera produttiva, dall'estrazione delle risorse fino allo smaltimento dei residui (approccio "dalla culla alla tomba").

Sebbene il numero di pubblicazioni scientifiche inerenti l'impronta ambientale della produzione di latte stia crescendo, i sistemi di tipo montano sono stati poco studiati, in particolare in riferimento all'impatto delle scelte gestionali.

Lo scopo del presente lavoro, inserito nel contesto del progetto TOPValue (Programma Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020; Bovolenta et al., 2019), era quello di analizzare l'impronta ambientale del sistema di produzione di latte nelle Alpi Orientali, valutando sinergie e *trade-offs* tra indicatori e testando l'effetto della dimensione aziendale e dell'uso del pascolo sull'impronta ambientale e l'efficienza produttiva.

Materiale e metodi

Lo studio ha coinvolto 75 aziende zootecniche (55 in Italia e 20 in Austria), che conferivano il latte prodotto a 9 caseifici cooperativi. L'unità di riferimento per l'analisi LCA è stata l'azienda (modello "dalla culla al cancello aziendale"), considerando 1 anno di operatività.

L'impatto complessivo è stato riportato su due diverse unità funzionali: 1 kg di latte corretto per il tenore di proteina (3.3%) e grasso (4%) (FPCM, Gerber et al., 2010), e 1 m² di superficie agraria utilizzata. La tipologia di impatti considerati rientrano nelle categorie di Cambiamento Climatico (CC, kg CO₂-eq) e Potenziale di Eutrofizzazione (PE, g PO₄-eq). L'allocazione dell'impatto tra i coprodotti aziendali (latte e vitelli venduti) è stata basata sul metodo biofisico proposto da IDF (2015).

Ad ogni azienda è stato somministrato un questionario per la raccolta dati che richiedeva, tra l'altro, dimensione aziendale (mandria e superfici), produttività in latte e qualità dello stesso (controlli funzionali ufficiali), strutture aziendali, gestione della mandria (uso di razioni *unifeed* o tradizionali, uso del pascolo in azienda di fondovalle, utilizzo delle malghe nel periodo estivo e relativi periodi), gestione dei reflui, produzione di alimenti intra-aziendali, acquisti di alimenti extra-aziendali, risorse energetiche e materiali da lettiera. Le razioni durante il periodo in stalla e le integrazioni durante il periodo al pascolo sono state raccolte durante l'intervista aziendale. L'ingestione è stata calcolata sulla base della stima dei fabbisogni (IPCC, 2006) e dell'apporto di energia netta per kg di razione (razioni *unifeed*); circa i sistemi tradizionali e il periodo al pascolo, l'ingestione di foraggio e di erba, rispettivamente, è stata stimata sulla quota di fabbisogno non coperta dall'integrazione, sulla base dei valori unitari di energia netta di fieno ed erba da letteratura.

Il bilancio dell'azoto e del fosforo è stato calcolato seguendo Ketelaars and Van der Meer (1999). Le emissioni di gas serra sono state stimate sulla base del quadro proposto dall'IPCC (2006). Il metano enterico è stato stimato tramite l'equazione proposta da Ramin et al. (2013), mentre le equazioni per le emissioni derivanti dalla gestione dei reflui (CH₄ e N₂O) sono state derivate da IPCC (2006). La volatilizzazione dell'ammoniaca è stata stimata tramite fattori di emissioni proposti dall'ISPRA (2011).

Le emissioni da input extra-aziendali (fertilizzanti, alimenti, risorse energetiche e materiali da lettiera) sono state calcolate usando fattori di emissioni derivate dal database Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2015). Il tasso di conversione dell'energia lorda potenzialmente edibile da parte dell'uomo (HeECR) è stata calcolata come rapporto tra energia potenzialmente edibile presente nella razione degli animali ed energia lorda del latte. I fattori di edibilità degli alimenti sono stati derivati da Wilkinson (2011). Sinergie e *trade-offs* sono stati analizzati tramite un'analisi delle componenti principali (ACP). Le categorie di impatto e HeECR sono stati analizzati con un modello lineare (GLM, SAS 2013) testando l'effetto della dimensione della mandria (tre classi, sulla base del 25° e 75° quartile), della presenza del periodo al pascolo per le vacche in lattazione (in fondovalle o in malga) e dell'interazione tra questi due fattori. Le differenze tra le medie (*LSmeans*) sono state corrette usando il metodo di Bonferroni.

Risultati e discussione

La tabella 1 riporta le caratteristiche aziendali del campione analizzato. La superficie aziendale media è di 33 ha, gestita quasi totalmente a prato-pascolo (95%), utilizzata per l'allevamento di una mandria di 38 UBA in

media (28 vacche da latte). Le variabili dimensionali mostrano una elevata variabilità: gli intervalli di valori osservati sono infatti ampi, tra 5 e 107 ha di superficie e tra 5 e 123 UBA. La produttività media osservata, per vacca/anno, è risultata pari a 6400 kg FPCM, con un consumo di concentrati pari a circa 800 kg per vacca/anno. La ampia variabilità osservata nel consumo di concentrati si riflette nel valore di autosufficienza alimentare delle aziende, che in media è stato osservato pari al 70% della razione, con valori dal 25% al 100%. L'alto valore di autosufficienza alimentare è indicativo di un forte legame con il territorio circostante, che viene attivamente gestito da parte degli allevatori, un'azione che dà luogo ad effetti positivi a livello paesaggistico e di fruibilità del territorio.

Tabella 1 - Caratteristiche delle aziende (N=75)

Variabile	Media	CV (%)
Superficie agraria aziendale, ha	33	69
Area a coltivo, % superficie aziendale	5	202
Vacche da latte (UBA)	28	66
Vacche in produzione	23	65
Manze, LU	10	74
Produzione latte, kg FPCM ¹ / vacca / anno	6400	26
Concentrati, kg DM / vacca / anno	788	117
Autosufficienza alimentare, %	70	30
Fertilizzazione N (organica), kg N/UBA/anno	74	24
Fertilizzazione N (minerale), kg N/UBA/anno	4	268

L'emissione media di gas ad effetto serra è stata di 1.2 ± 0.2 kg CO₂-eq per 1 kg FPCM, mentre il valore medio di PE ottenuto è stato di 6.0 ± 1.7 g PO₄-eq. D'altra parte, la gestione di 1 m² di superficie agraria da parte del sistema lattiero delle Alpi Orientali è legata all'emissione di 0.5 ± 0.2 kg CO₂-eq e di 2.7 ± 1.0 g PO₄-eq (dati non in tabella).

I valori ottenuti sono in linea con quelli osservati da Salvador et al. (2016) in uno studio condotto in Trentino, mentre risultano inferiori, per quanto riguarda CC, a quelli ottenuti da Guerci et al. (2014), probabilmente a causa del minore uso di concentrati per kg di latte prodotto da noi osservato. Il minore uso di mangimi osservato in questo lavoro può essere ascritto a una importante quota di razione coperta da insilati aziendali (di erba e, in minore parte, di mais).

In figura 1 sono riportati i risultati della ACP. Rispetto alle variabili gestionali/strutturali dell'azienda, su cui l'allevatore può agire in tempi rapidi e senza importanti investimenti, la presenza di un periodo al pascolo per le vacche in produzione e la dimensione della mandria sembrano essere in

relazione con le categorie di impatto e l'efficienza produttiva (basata sulla porzione edibile della razione animale).

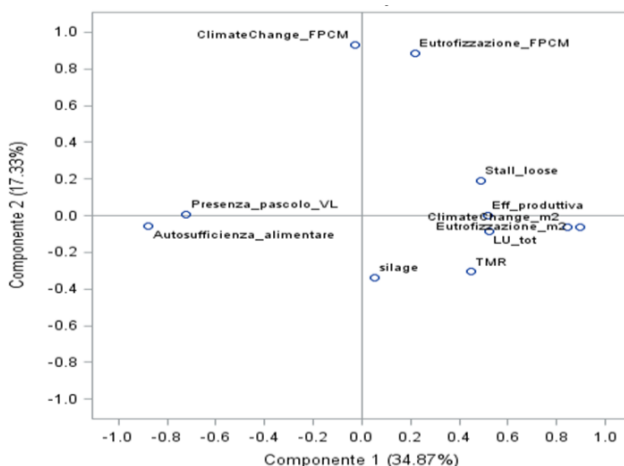


Figura 1 - Analisi delle componenti principali tra caratteristiche aziendali, categorie di impatto e efficienza produttiva

Su tali basi, la Tabella 2 riporta i risultati della analisi della varianza circa l'effetto della dimensione della mandria e della presenza del periodo al pascolo delle vacche in produzione sui valori di impatto e di efficienza. Si può osservare l'impatto per kg di latte non venga significativamente influenzato da nessun fattore (né la dimensione né la presenza del periodo al pascolo), mentre i valori di impatto per m² di superficie e l'efficienza produttiva sono significativamente alterati dal fattore di presenza del periodo al pascolo. In particolare, nelle aziende che presentano almeno per un periodo le vacche in produzione al pascolo si osservano valori inferiori di impatto e un minore consumo di risorse potenzialmente edibili da parte dell'uomo per MJ di latte.

Da questi risultati si evidenzia come le aziende che hanno mantenuto una gestione legata alla presenza del pascolo presentano un impatto non peggiorativo per unità di latte, e hanno una gestione che dà luogo a una minore pressione sul territorio utilizzato per la produzione di latte, probabilmente dovuta a un minore carico aziendale (UBA/ha). Un minore carico aziendale determina una maggiore disponibilità di superficie produttiva per UBA, che può spiegare la maggiore autosufficienza alimentare presentata dalle aziende con vacche in produzione al pascolo.

Tenuto conto del fatto che il contesto montano è costituito in buona parte da territori con bassa o nulla vocazione alle colture arative, la maggiore autosufficienza è soprattutto legata a foraggi aziendali non edibili da parte dell'uomo. Questo contribuisce a disaccoppiare la produzione di latte dall'uso di alimenti potenzialmente edibili in via diretta da parte dell'uomo, rendendo i sistemi produttivi basati sul prato-pascolo efficienti dal punto di vista del bilancio alimentare per l'uomo (Wilkinson 2011; Etri et al., 2015). In particolare, valori di HeECR inferiori a 1, come osservati in questo studio, indicano un contributo positivo al bilancio alimentare per l'uomo, fornendo più energia potenzialmente edibile di quanta il sistema produttivo ne consumi.

Tabella 2 - Risultati dell' analisi statistica (F e P value, LSmeans)

Variabile	Per 1 kg di latte corretto per grasso e proteina		Per 1 m ² di superficie agraria utilizzata		HeECR (MJ/MJ)	Produzione di latte (kg FPCM / vacca/anno)	
	GWP	EP	GWP	EP			
	(kg CO ₂ -eq)	(g PO ₄ -eq)	(kg CO ₂ -eq)	(g PO ₄ -eq)			
R ²	0.19	0.15	0.46	0.42	0.61	0.28	
RMSE	0.18	1.77	0.14	0.81	0.24	1500	
UBA	Piccola	1.14	5.61	0.47	2.30	0.42	5707 ^b
	Media	1.10	6.00	0.55	2.92	0.46	6680 ^{ab}
	Grande	1.12	6.56	0.50	2.87	0.59	7221 ^a
Periodo al pascolo	Assente	1.11	5.89	0.59 ^b	3.06 ^b	0.59 ^b	7063 ^a
	Presente	1.13	6.22	0.43 ^a	2.33 ^a	0.39 ^a	6010 ^b

Nella considerazione complessiva della sostenibilità dei sistemi produttivi, è necessario tenere in considerazione ulteriori aspetti oltre all'impronta ambientale e all'efficienza produttiva relativa alla produzione di energia potenzialmente edibile da parte dell'uomo, come ad esempio l'aspetto economico (Lebacqz et al., 2013).

Il latte è un fondamentale *output* produttivo dei sistemi di vacche da latte, da cui deriva una buona parte dei ricavi monetari per gli allevatori del settore. I risultati ottenuti in questo studio dimostrano come le aziende con vacche in produzione al pascolo per un determinato periodo dell'anno ottengano valori significativamente inferiori in termini di produttività di latte per vacca, determinando un possibile *trade-off* tra sostenibilità economica

ed efficienza nella creazione netta (produzione > consumo) di energia potenzialmente edibile da parte dell'uomo.

Conclusioni

Lo studio ha consentito di analizzare l'impronta ambientale e l'efficienza produttiva, in termini di energia lorda potenzialmente edibile da parte dell'uomo, degli allevamenti da latte delle Alpi Orientali, e di testare l'effetto della dimensione della mandria e della presenza del pascolo su tali indicatori.

I risultati evidenziano che le aziende da latte delle Alpi orientali sono caratterizzate da una forte variabilità in termini di dimensioni e di modalità gestionali. Inoltre, il sistema tradizionale di allevamento montano basato sull'uso dei pascoli garantisce efficienza (produzione alimenti da risorse «non competitive») e può offrire importanti esternalità positive (servizi ecosistemici). D'altra parte, l'effetto negativo osservato sulla produttività di latte per vacca dell'uso del pascolo per le vacche in produzione evidenzia come le strategie di mitigazione dell'impronta ambientale devono tenere in considerazione anche gli altri pilastri della sostenibilità, ovvero quello economico e quello sociale-territoriale.

Ringraziamenti

La ricerca è stata finanziata con fondi UE Interreg V-A Italia-Austria 2014-2020, Progetto *TOPValue* (ITAT2009).

Bibliografia

- Battaglini L., Bovolenta S., Gusmeroli F., Salvador S., Sturaro E., 2014. *Environmental sustainability of Alpine livestock farms*. Italian Journal of Animal Science, 13: 431-443.
- Bovolenta S., Krištof P., Ressi W., Sturaro E., Trentin G., Venerus S., 2019. I servizi ecosistemici e l'indicazione "PDM" a sostegno delle filiere lattiero-casearie di montagna: il progetto TopValue. In: S. Bovolenta e E. Sturaro (a cura di) I servizi ecosistemici: opportunità di crescita per l'allevamento in montagna? Quaderni SoZooAlp (SoZooAlp, Trento), 10, 61-72.
- ISO, 2006. *Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines. ISO 14044*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Ecoinvent Centre, 2015. *Ecoinvent data v3.1 - Final report Ecoinvent no 15*. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland.
- Gerber P., Vellinga T., Opio C., Henderson B., Steinfeld H., 2010. *Greenhouse gas emissions from the dairy sector, a Life Cycle Assessment*. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- Guerci M., Bava L., Zucali M., Tamburini A. Sandrucci A., 2014. *Effect of summer grazing on carbon footprint of milk in Italian Alps: a sensitivity approach*. Journal of Cleaner Production, 73: 236-244.

- Ertl P., Klocker H., Hörtenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. *The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms*. *Agricultural System*, 137: 119-125.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006. *Guidelines for national greenhouse gas inventories - Volume 4: Agriculture, Forestry and Other land Use*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Switzerland, Geneva.
- ISPRA, 2011. *Emissioni nazionali in atmosfera dal 1990 al 2009 – rapporto 104/2011*. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale, Rome, Italy.
- Ketelaars J.J.M.H., Van der Meer H.G., 1999. *Establishment of Criteria for the Assessment of the Nitrogen Content of Animal Manures. Report 14. Final report to ERM*. Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.
- Lebacqz T., Baret P.V., Stilmant D., 2013. *Sustainability indicators for livestock farming. A review*. *Agronomy for sustainable development*, 33(2): 311-327.
- Ramin M., Huhtanen P., 2013. *Development of equations for predicting methane emissions from ruminants*. *Journal of Dairy Science*, 96: 2476-2493.
- Salvador S., Corazzin M., Piasentier E., Bovolenta S., 2016. *Environmental assessment of small-scale dairy farms with multifunctionality in mountain areas*. *Journal of Cleaner Production*, 124: 94-102.
- SAS, 2013. SAS 9.4. SAS Institute Inc. New York, Cary, United States of America.
- Wilkinson J. M., 2011. *Re-defining efficiency of feed use by livestock*. *Animal*, 5: 1014-1022.