

Innovazione**Cicli di vita**

Jacopo Bacenetti
Alessandra Fusi
Marco Fiala

Applicazioni in agricoltura
della metodologia per la valutazione
del ciclo di vita.

Lo sviluppo economico e l'aumento di consumi a questo associato possono provocare effetti negativi sull'ambiente: riduzione della disponibilità di risorse naturali, perdita di biodiversità, produzione di rifiuti e riscaldamento globale causato principalmente dall'impiego di combustibili fossili.

Il concetto di sviluppo sostenibile, introdotto al fine di rompere il binomio crescita economica-degrado ambientale, trova adeguata espressione nel Rapporto di Brundtland della Commissione mondiale dell'ambiente e dello sviluppo, che lo definisce come lo sviluppo capace di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri.

In questo contesto si inserisce la necessità di elaborare strumenti di valutazione della prestazione ambientale di prodotti e processi produttivi; le principali metodologie a oggi disponibili sono:

- *Life cycle assessment (LCA)*, che valuta le interazioni esistenti tra ambiente e prodotto, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto in esame;
- *analisi energetica*, che permette di determinare la quantità di radiazione solare necessaria per ottenere un prodotto o un flusso di energia di un dato processo;
- *Embodied energy analysis*, che consente di convertire tutti gli input utilizzati nella produzione di un prodotto in quantità di petrolio equivalente;
- *Carbon footprint*, che quantifica le emissioni di gas serra associate al ciclo di vita di un prodotto; a livello internazionale sono state definite alcune linee guida per definirne i metodi di calcolo (PAS 2050, GHG Protocol, Bilan Carbone);
- *Water footprint*, che quantifica il volume di acqua potabile impiegata (e inquinata) per produrre un bene;

- *Ecological footprint*, che misura la superficie biologicamente produttiva di mare e di terra necessaria per rigenerare le risorse consumate da una certa attività e per assorbire i rifiuti corrispondenti.

Le ultime tre metodologie citate costituiscono sottinsiemi di uno studio completo di LCA; queste, infatti, esaminano gli effetti del ciclo di vita di un prodotto in relazione a un singolo parametro ambientale (rispettivamente le emissioni di CO₂, il consumo di acqua e di superficie).

La metodologia LCA ha progressivamente assunto un ruolo di primo piano. È definita come "il procedimento oggettivo di valutazione dei carichi energetici e ambientali relativi a un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale" (Society of environmental toxicology and chemistry, Setac). A livello internazionale è disciplinata dalle norme della serie UNI EN ISO 14040 che suddividono lo studio di valutazione del ciclo di vita di un prodotto in quattro fasi:

- Fase 1: definizione degli scopi e degli obiettivi dello studio, determinazione dei confini del sistema oggetto di valutazione, dell'unità funzionale (unità di misura di riferimento) e dei criteri di inclusione ed esclusione di input;
- Fase 2: analisi di inventario (*Life cycle inventory*, LCI), ossia determinazione del diagramma di flusso del processo e raccolta dei dati;
- Fase 3: analisi e quantificazione delle conseguenze ambientali provocate dal processo (*Life cycle impact assessment*, LCIA) (differenti metodi sono disponibili

a questo scopo, per esempio *Eco-points method*, *Environmental priority system*, *Eco-indicator 99*);

- Fase 4: interpretazione dei risultati ed eventuale adozione di misure migliorative con riferimento al processo analizzato.

Agricoltura e conseguenze ambientali

Il settore primario, in modo particolare a seguito dell'intensivizzazione delle tecniche produttive, è spesso considerato responsabile di un considerevole effetto negativo sull'ambientale. Per esempio, a livello globale, secondo la Fao, il settore zootecnico è responsabile di una significativa quota dell'emissione di gas climalteranti rappresentando circa il 14,5% delle emissioni antropiche di Ghg. All'interno di questo settore, la produzione di latte e di carne bovina rappresentano, rispettivamente il 20 e il 41% mentre una quota minore è da imputare agli allevamenti suinicoli (9%) e avicoli (8%). Nel 2005, l'agricoltura europea ha prodotto circa il 10% delle emissioni di gas serra (450 milioni di tonnellate di CO₂eq). Per quanto riguarda invece le emissioni di ammoniaca e di protossido di azoto il suo ruolo dell'attività agricola è predominante [1, 2].

In questo contesto, l'applicazione di metodologie in grado di valutare oggettivamente gli effetti ambientali delle produzioni alimentari individuando i punti della filiera che ne sono maggiormente responsabili rappresenta il primo passo per la mitigazione degli effetti negativi associati al processo produttivo stesso [3].

Al fine di valutare con maggiore completezza e con le necessarie competenze gli effetti ambientali dei processi agricoli, presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano si è recentemente costituito un gruppo di lavoro specificatamente rivolto alla valutazione LCA.

In questo contributo è riportato un esempio di applicazione della metodologia LCA al settore agricolo. Altri esempi più dettagliati saranno riportati nei numeri successivi, al fine di evidenziare l'applicabilità del LCA sia a singole operazioni colturali che compongono il ciclo produttivo sia all'intera filiera. In entrambi i casi, l'LCA permette di individuare, tra le soluzioni confrontate, quella con i minori effetti negativi sull'ambiente [4]. Di seguito l'attenzione è focalizzata sull'operazione di aratura.

Lavorazione del terreno

La lavorazione primaria del terreno è una delle operazioni colturali più dispendiose in termini di potenza trattoristica richiesta e, quindi, di consumo di carburanti [5, 6]. Pertanto, di norma, è caratterizzata da effetti ambientali considerevoli, rappresentando una quota importante dell'intera fase di campo [7]. Vengono qui, di seguito confrontate 3 diverse ipotesi di aratura; nel dettaglio sono:

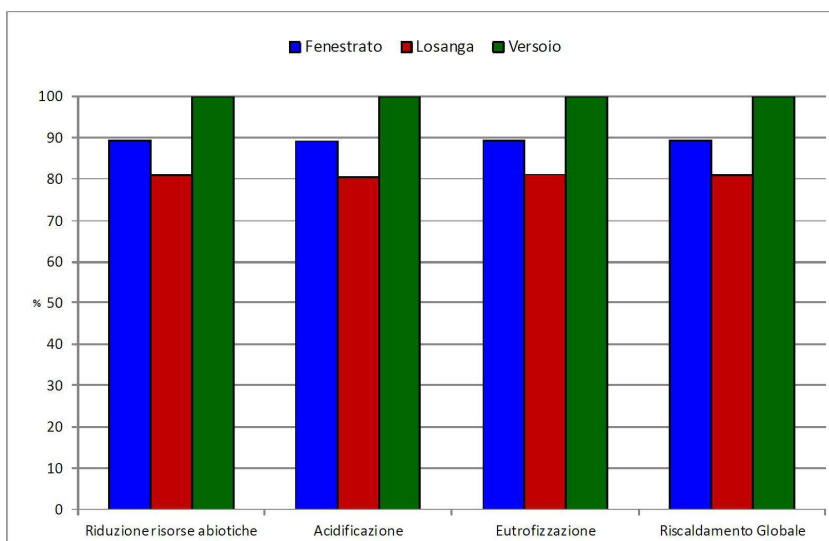
- aratura con aratro trivomere a versoio, l'accoppiamento tra macchina operatrice e trattrice è ottimale ossia avviene considerando la potenza richiesta dalla macchina operatrice. La trattrice, dimensionata sulla base dell'effettiva forza di trazione necessaria per l'aratura, è zavorrata per ottenere il peso aderente necessario;
- aratura eseguita con aratro a tre corpi lavoranti fenestrati;
- aratura con aratro a tre corpi lavoranti a losanga.

In tutti i casi sono stati considerati i seguenti parametri operativi: i) 35 cm di profondità di lavoro, ii) suolo di medio impasto, iii) velocità di aratura di 6 km/h, iv) coefficiente di riserva della potenza pari al 20%, v) distanza tra il centro aziendale e l'appezzamento lavorato 1,5 km e vi) una capacità operativa di lavoro di 0,58 ha/h. Informazioni di maggiore dettaglio sono riportate in tabella.

Nell'immagine sono riportati i risultati della valutazione degli effetti ambientali per le 3 ipotesi poste a confronto.

Parametri tecniche	Unità di misura	Ipotesi		
		A	B	C
Tipologia di aratro	-	Versoio	Fenestrato	Losanga
Resistenza alla lavorazione	N/(cm·m)	650	580	520
Massa aratro	kg	950	900	950
Potenza assorbita	kW	40	35	32
Potenza nominale trattrice	kW	85	75	70
Massa trattrice	kg	4800	4300	3850
Zavorra	kg	1000	900	800
Consumo di gasolio	kg/ha	26,74	23,80	21,39

È possibile osservare come l'effetto ambientale associato all'aratura varia notevolmente in funzione della scelta della tipologia di aratro. Nonostante le condizioni pedologiche e operative siano identiche, la scelta di soluzioni tecniche in grado di ridurre la forza di trazione richiesta dall'aratro può consentire la diminuzione del carico ambientale dell'11-12% nel caso dell'aratro fenestrato e di quasi il 20% nel caso dell'aratro a losanga.



Conclusioni

L'applicazione della metodologia LCA è in grado di valutare oggettivamente gli effetti ambientali di un processo produttivo attraverso la quantificazione numerica delle conseguenze che questo ha sull'ambiente. Il suo impiego anche al settore agroalimentare può permettere di individuare le soluzioni che, a parità di prodotto finale, consentono di mitigare gli effetti sull'ambiente. Nel caso oggetto di studio l'analisi condotta, relativamente alla lavorazione principale del terreno, ha evidenziato come la scelta di soluzioni tecnologiche diverse per l'esecuzione dell'aratura possa influenzare considerevolmente l'effetto ambientale di quest'operazione. Pertanto, ai fini dell'ottenimento di studi di LCA affidabili, soprattutto per un contesto agricolo come quello italiano, caratterizzato da una notevole varietà di colture attuate in areali contraddistinti da condizioni pedoclimatiche altamente variabili, risulta fondamentale ricorrere il più possibile a dati sito-specifici per la costruzione dell'inventario.

Riferimenti bibliografici

[1] Brentrup F., Küsters J., Lammel J., Kuhlmann H., 2000. Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. *The international journal of life cycle assessment*, 5, 349-357.

[2] Bacenetti J., Fusi A., Guidetti R., Fiala M., 2013. Life Cycle Assessment of maize cultivation for biogas production. X Conference of Italian society of

agricultural engineering, *Horizons in agricultural, forestry and biosystems engineering*. Viterbo.

[3] Guinée J. B., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., Koning A., 2002. Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. *I: LCA in perspective. IIa: guide IIb: operational annex. III: scientific background*. Kluwer academic publishers. Dordrecht, 692.

[4] Fiala M., Bacenetti J., 2012. Economic, energetic and environmental impact in short rotation coppice harvesting operations. *Biomass and bioenergy*, 42, 107-113.

[5] Nemecek T., Kägi T., Blaser S., 2007. Life cycle inventories of agricultural production systems. *Ecoinvent report version 2.0*, 15.

[6] Bacenetti J., Fusi A., Negri M., Guidetti R., Fiala M., 2014. Environmental assessment of two different crop systems in terms of biomethane potential production. *Science of the total environment*, 466-467 e 1066-1077.

[7] Mazzetto F., Lazzari M., 2005. *Prontuario di Meccanica agraria e meccanizzazione*. Reda. Edizioni per l'agricoltura.



Jacopo Bacinetti è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano.

Alessandra Fusi dottoranda presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano.

Marco Fiala è professore associato presso il Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano.

www.intersezioni.eu

