UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore
BioDNA
Centro di ricerca sulla Biodiversità e sul DNA Antico

Valutazione della Sostenibilità di Processi di Economia Circolare nella Filiera Agro-Alimentare

La transizione verso un'economia circolare nel settore agro-alimentare richiede non solo lo sviluppo di processi innovativi di valorizzazione dei sottoprodotti, ma anche strumenti di valutazione precoce (ex-ante) e di quantificazione spaziale e di massa dei flussi di biomassa residua. L'integrazione tra metodologie di LCA, analisi dei flussi di materia (MFA) e strumenti di supporto decisionale multi-criterio consente di superare le barriere legate alla scarsità di dati nelle prime fasi di sviluppo tecnologico (basso TRL), identificando preventivamente gli hotspot ambientali, economici e sociali.

"Valorizzazione degli scarti e analisi di sostenibilità per una filiera agro-alimentare circolare"

Laboratorio	BioDNA
Area di specializzazione	Agroalimentare
Referenti	Lucrezia Lamastra
Keyword	Life Cycle Assessment (LCA), Economia circolare, Hermetia illucens (BSFL)/bioraffineria , Valorizzazione scarti

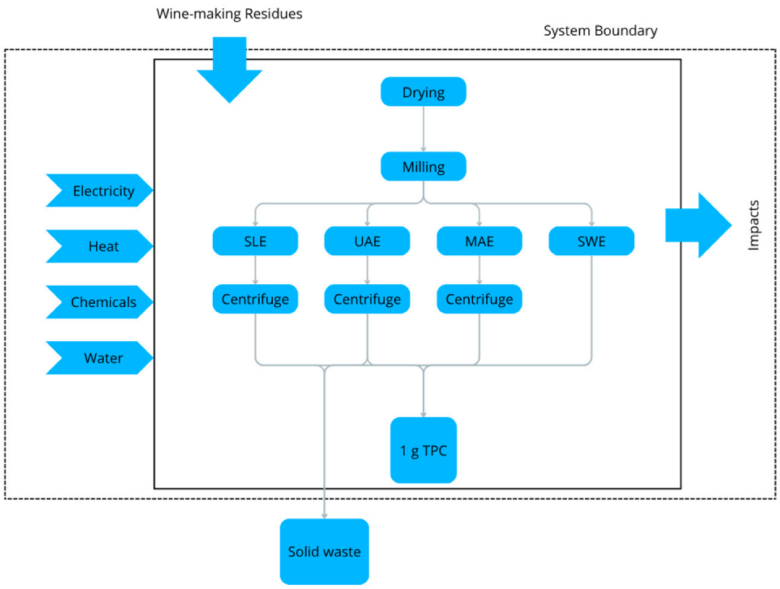


Fig. 1: Valutazione impatti tramite LCA quattro processi di estrazione (Solid liquid Extr–SLE, Ultrasound Assisted Extr–UAE, Microwave Assisted Extr–MAE, Subcritical Water Extr–SWE) di polifenoli da residui

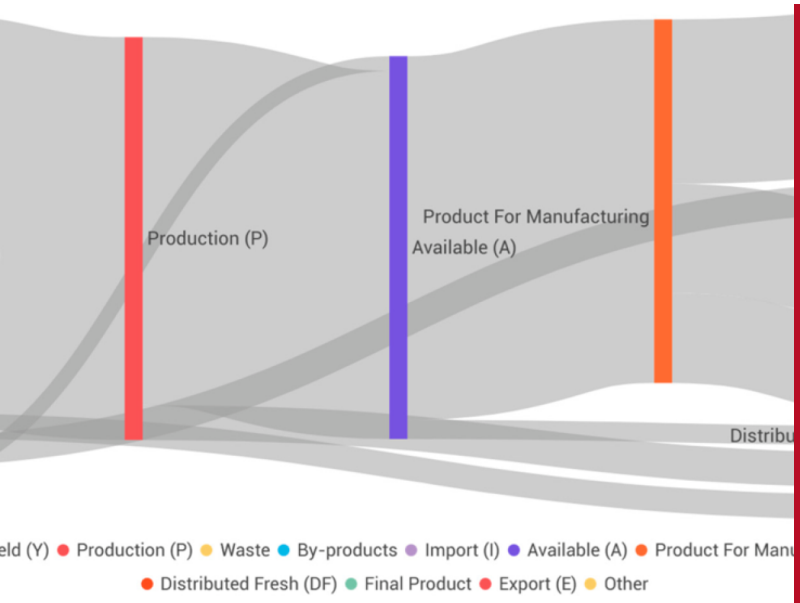


Fig. 2: Diagramma Sankey dei flussi di biomassa dell'uva lungo la filiera italiana.

Descrizione

Il prodotto fa riferimento a un framework integrato di analisi e consulenza tecnologica rivolto alle aziende della filiera agro-alimentare e ai consorzi. Esso unisce la metodologia **LCA** e strumenti di screening multi-criterio per la valutazione d'impatto ambientale di processi di economia circolare (es. valorizzazione di scarti e sottoprodotti in bioraffineria).
Ciò consente di monitorare l'intera catena di fornitura: dalla quantificazione dei flussi di scarto (Material Flow Analysis-**MFA**) e la caratterizzazione fisico-chimica delle biomasse (es. vinacce, sansa, scarti di pomodoro) fino alla verifica dell'identità varietale e della conformità delle materie prime lungo i processi di trasformazione industriale. L'approccio permette di identificare i punti critici (*hotspot*) ambientali ed economici.
Tool di Valutazione Multi-Criterio per lo Screening Precoce; uno strumento strutturato basato su indicatori ambientali, economici e sociali suddivisi in tre aree chiave del processo di valorizzazione: Residuo, Prodotto Finale e Processo. Lo strumento utilizza punteggi ponderati e un fattore di completezza per gestire l'incertezza informativa tipica dei bassi TRL.
Valutazione d'Impatto Ambientale (LCA): modellazione cradle-to-gate (standard ISO 14040/44 e EF 3.0/PEF) per quantificare i benefici ambientali, l'impronta di carbonio e il consumo di suolo di strategie circolari complesse (es. bioconversione con insetti, estrazione di composti bioattivi, produzione di biopolimeri).

Aspetti innovativi

Integrazione delle filiere agro-alimentari: valorizzazione di scarti agro-alimentari ad alto valore tramite estrazione, conversione in biochar o come substrato per larve di mosca nera soldato.
Approccio di conversione: Valutazione integrata dell'intero ciclo della bioraffineria insect-based, accoppiando la produzione di farina proteica da larve sgrassate (sostituto di soia e farina di pesce), biodiesel da lipidi larvali e frass o biochar (come ammendante agricolo).
Identificazione e Risoluzione degli Hotspot: Evidenziazione del ruolo critico dei materiali e dei consumi energetici, orientando l'ecodesign verso soluzioni a maggiore efficienza energetica e spaziale.

Applicazioni

Screening e Prioritizzazione R&D: Supporto per selezionare le vie di valorizzazione dei sottoprodotti con elevato potenziale di sostenibilità prima di investire in sperimentazioni pilota o LCA dettagliate.
Conformità Normativa e di Mercato: Valutazione preventiva dei vincoli normativi e dei requisiti di immettere sul mercato materiali secondari conformi agli standard di sicurezza.
Pianificazione Territoriale e Circolare: Ottimizzazione della logistica e della localizzazione di impianti di recupero di biomassa su scala regionale, riducendo costi di trasporto e l'impatto ambientale complessivo.

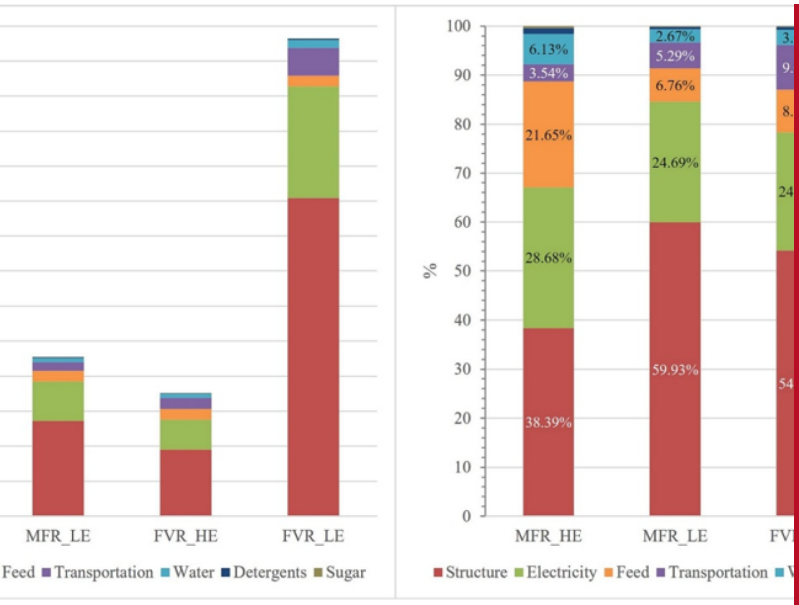


Fig. 3: Contributi all'allevamento di larve di mosca con substrato misti (MFR_HE e MFR_LE) o vegetali (FVR_HE e FVR_LE) come score singolo (a sinistra) o % di contributo (destra) per kg di larve secche.

Partner coinvolti	Centro di Ricerca BioDNA – Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza) Aziende agro-alimentari partner, consorzi di tutela e operatori della GDO
Tempi di realizzazione	3 - 6 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 5 - tecnologia validata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	L'approccio combinato di MFA, tool multi-criterio e LCA consente di trasformare i dati empirici di laboratorio in indicatori strategici per la bioeconomia circolare. Questo framework permette di identificare con precisione scientifica quali flussi di scarto valorizzare e con quali tecnologie, coniugando la sostenibilità ambientale con la fattibilità industriale e normativa.

Esempio di applicazione

Bioconversione di Scarti Agro-alimentari con Mosca Nera Soldato (*Hermetia illucens*) in Emilia-Romagna

Un esempio di applicazione della metodologia riguarda la valutazione *cradle-to-gate* mediante LCA dell'integrazione di impianti di bioconversione tramite larve di mosca nera soldato (*Hermetia illucens*) nel sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna.

Un esempio di applicazione della metodologia riguarda la valutazione *cradle-to-gate* mediante **LCA** dell'integrazione di impianti di bioconversione tramite larve di mosca nera soldato (*Hermetia illucens*) nel sistema agro-alimentare dell'Emilia-Romagna. L'impianto pilota modellato nel territorio emiliano-romagnolo ha previsto la valorizzazione di scarti e sottoprodotti locali. Lo studio ha riguardato la conversione in massa larvale sia di residui di frutta e verdura, che residui misti. Successivamente, la biomassa ottenuta (insieme ai residui di allevamento) è stata convertita, tramite estrazione in *n*-esano in:

1. Farine proteiche destinate alla nutrizione animale (in sostituzione di farina di soia o di pesce);
2. Biodiesel ottenuto per transesterificazione acido-catalizzata della frazione lipidica estratta per la produzione energetica;
3. Frass ottenuto come residuo solido di allevamento impiegato come ammendante agricolo in sostituzione di concimi azotati.

L'analisi LCA mostra come le larve nutrite su substrati misti impattino meno rispetto a quelle nutrite su diete esclusivamente plant-based e che l'allevamento e il consumo energetico sono i fattori determinanti che contribuiscono al 65 – 90%.

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore

BioDNA

Centro di ricerca sulla Biodiversità e sul DNA Antico

BioDNA

Centro di ricerca sulla Biodiversità e sul DNA antico



Il Centro di Ricerca sulla Biodiversità e sul DNA antico - BioDNA, si occupa dello studio della diversità genetica delle specie vegetali, animali e dei microorganismi e si suddivide in tre Aree di interesse che offrono i seguenti servizi: Biodiversità: Caratterizzazione genetica, stima della biodiversità e ricostruzione della storia evoluzionistica di popolazioni naturali e domestiche di specie animali e vegetali; Analisi del DNA di campioni antichi; Analisi genetiche e bioinformatiche per l'identificazione e la caratterizzazione di geni specifici. Tracciabilità: Rilevamento della presenza di OGM; Analisi del genoma, del proteoma e del metaboloma di prodotti di origine vegetale e animale; Accertamenti molecolari per funghi, batteri, virus, viroidi, fitoplasmi e nematodi agenti causali di malattia su colture vegetali; Studio di protocolli per la quantificazione molecolare del livello di inoculo di specifici patogeni presente in diversi substrati e matrici vegetali ed alimentari; Identificazione morfologica e/o molecolare di organismi animali infestanti in derrate o altri materiali; Filth-test; Verifica della vulnerabilità delle confezioni di prodotti alimentari da parte di insetti. Sicurezza alimentare, qualità dei prodotti e benessere animale: Ricerca e conta dei microrganismi; Colture e conservazione dei microrganismi; Tassonomia microbica con tecniche molecolari; Indicatori fisiologici di benessere (sangue, latte, ecc.); Valutazione del benessere in allevamento (SDIB).

Sito web	http://centridiricerca.unicatt.it/biodna
Direttore	Matteo Busconi
Data pubblicazione	29/10/2026