**Report tecnico - VALUTAZIONE DI SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DEL BIOPACKAGING**

# Introduzione e normative tecniche di riferimento

Il presente studio realizzato nell’ambito del Progetto RICREA è stato condotto basandosi sulle indicazioni contenute nei testi delle normative tecniche internazionali vigenti in materia di valutazione del ciclo di vita (LCA – Life Cycle Assessment) e in aggiunta sulle regole esistenti per specifiche categorie di prodotto (PCR – Product Category Rules). In particolare, i riferimenti normativi per lo sviluppo di analisi LCA sono i due standard riconosciuti su scala internazionale ISO 14040 e ISO 14044. Per quanto riguarda la scelta specifica di categorie di impatto e metodi di calcolo ci si è basati sulle regole di categoria di prodotto presenti sul mercato e prodotte nell’ambito della normativa di riferimento per le etichettature ambientali (ISO 14025). Il report seguente riporta quindi gli elementi suggeriti dalle norme sopra citate ma è stato redatto in modo da renderlo comprensibile anche al pubblico non esperto di LCA .

# Obiettivo

Obiettivo principale dello studio è quello di effettuare una valutazione di sostenibilità ambientale mediante LCA dell’impatto della produzione dell’imballaggio innovativo considerato nel Progetto in modo da verificare che gli impatti ad esso associato siano effettivamente contenuti e migliorativi rispetto alle comuni tipologie di imballaggio presenti sul mercato. Tale analisi mira a quantificare il contributo in categorie di impatto considerate in vari metodi di valutazione di impatto ambientale e individuate nelle PCR consultate. Le categorie considerate sono: riscaldamento globale (global warming potential - GWP); acidificazione (acidification potential - AP); eutrofizzazione (eutrophication potential - EP); formazione di ozono fotochimico potenziale (photochemical oxygen creation potential - POFP); consumo di risorse energetiche fossili (abiotic resource depletion potential - fossil fuels); consumo di materiali (abiotic resource depletion potential - resources); assottigliamento dello strato di ozono (ozone layer depletion – ODP); tossicità per l’uomo (human toxicity – HT); tossicità per gli ambienti acquatici (freshwater aquatic ecotoxicity e marine aquatic ecotoxicity – FAE e MAE); ecotossicità per gli ambienti terrestri (terrestrial ecotoxicity – TE). Tali contributi vengono quantificati attraverso la valutazione delle sostanze che sono emesse direttamente o indirettamente durante il ciclo di vita dei prodotti. Esempi delle sostanze considerate sono le emissioni di gas climalteranti, i gas acidificanti, le sostanze che in acqua causano riduzione di ossigeno e gas che al livello del suolo contribuiscono alla creazione di ozono. In accordo con gli standard sopracitati, nella definizione dell’obiettivo, vengono specificate le seguenti assunzioni generali:

• La presente analisi è relativa al singolo imballaggio innovativo costituito da paglia e bioplastica (unità funzionale). La ragione principale per condurre questo studio è di fornire informazioni utili al produttore per valutare iniziative tese alla riduzione dell’impatto calcolato e aumentare così la sostenibilità ambientale delle proprie produzioni. I risultati possono costituire una possibile base di lavoro per eventuali certificazioni.

• Il confine di sistema va “dalla culla al cancello dell’azienda”.

# Attività svolta e metodo utilizzato

Nel primo anno di progetto è stata verificata la struttura del sito produttivo (azienda capofila) mediante una visita dedicata. Questo ha permesso di definire le funzioni del sistema, il prodotto atteso, gli input e gli output dei vari processi necessari. Sulla base della verifica sono stati individuati i confini di sistema dell’analisi LCA che rappresentano tutti i processi inclusi nell’analisi e che in questo caso considerano tutto il sistema che va dalle materie prime utilizzate (paglia e bioplastica) al prodotto in uscita dall’azienda (packaging innovativo) escludendo quindi le fasi di distribuzione e uso ma includendo lo smaltimento in quanto rilevante per questo tipo di prodotti e punto di forza del biopackaging innovativo. Successivamente, è iniziata la fase di reperimento dei dati di inventario che è stata basata sulle sperimentazioni in atto sui primi prototipi e sulla base delle informazioni comunicate dall’azienda capofila. Sono state quindi svolte le prime valutazioni di impatto e interpretazione dei risultati. Nel primo anno è stata anche analizzata la bibliografia per identificare le filiere da utilizzare come confronto per poter valutare poi la sostenibilità ambientale del packaging innovativo comparandolo dove possibile con i risultati presenti in letteratura per packaging già diffusi. Da tale analisi è stata verificata anche la corrispondenza delle unità funzionali utilizzate nello studio con quelle presenti in letteratura. Sono state valutate anche le categorie di impatto riportate in letteratura rispetto a quelle scelte per lo studio. Nel secondo anno di progetto è proseguita l’attività di reperimento dei dati di inventario, generalmente la più onerosa in termini di impegno, basata in questo caso anche sulle sperimentazioni in atto sul compostaggio e sull’evoluzione del packaging innovativo ed è stata eseguita una ulteriore valutazione di impatto e interpretazione dei risultati. Nel terzo anno la tabella di inventario è stata completata sulla base quindi degli ultimi prototipi di packaging innovativo. Si è proceduto poi alla conversione finale della tabella di inventario in impatti ambientali mediante l’utilizzo del software SimaPro versione 9 e relativi database aggiornati all’ultima versione (Ecoinvent, Agrifootprint, EU & DK Input Output DB, Agribalyse, Industry DATA, USLCI). I database LCA servono in pratica per poter valutare le emissioni indirette legate a processi non in capo all’azienda come, ad esempio, la produzione di energia elettrica, e a definire gli impatti delle filiere di riferimento per avere un confronto, nel caso specifico, con i packaging convenzionali.

Nel dettaglio come unità funzionale è stata scelta, come detto, la singola unità di packaging innovativo, con le caratteristiche presenti all’uscita del “cancello” dell’azienda. L’analisi è stata condotta includendo nei confini di sistema la raccolta della paglia e il successivo trasporto presso l’impianto di produzione del bio-imballaggio. Di conseguenza sono stati considerati i consumi di combustibili. Per definire uno scenario medio di approvvigionamento della paglia si sono tenute in considerazione diverse varietà di grano e diverse tipologie di terreno, tipiche dell’areale preso in considerazione nel progetto, nonché una distanza di trasporto media. L’altra fase inclusa è quella di lavorazione dove viene effettuata una riduzione della pezzatura della paglia l formato voluto mediante l’impiego di mulini appositi. Per valutare i consumi energetici è stata considerata anche l’efficienza di processo tenendo in considerazione anche lo scarto derivante da questa operazione. L’ulteriore fase di lavorazione prevede un riscaldamento e una pressatura in stampi specifici. In questa fase grande rilevanza hanno i consumi energetici e i quantitativi di paglia e bioplastica impiegata. E’ stato incluso nel calcolo anche il trasporto della bioplastica al sito di lavorazione e, da dati secondari, l’impatto per la produzione della bioplastica. Tutte queste informazioni sono state utilizzate ed incluse nell’inventario sempre sulla base delle informazioni ricevute dall’azienda capofila.

Biopolimero

energia



Biopackaging

Macinazione e pressatura

trasporto

trasporto

Paglia

***Figura 1 - Schema del processo produttivo***

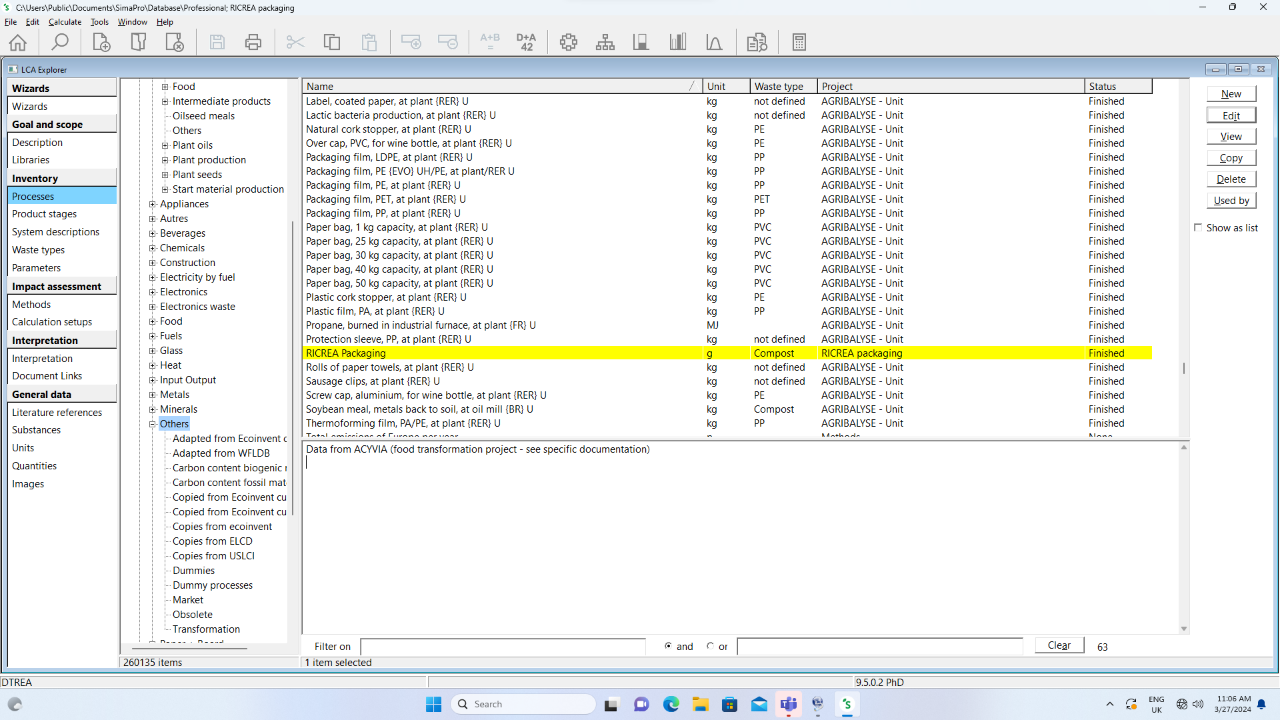
Non essendo presenti coprodotti originati nella produzione del packaging innovativo non è stato di conseguenza necessario ricorrere ad allocazioni di impatto. Le voci di inventario considerate nell’analisi sono riportate nella tabella sottostante e corrispondono a tutti i materiali e flussi di energia inclusi nei modelli LCA (creati nel software SimaPro). In particolare, le varie voci sono state suddivise per chiarezza in input energetici, input di materiali, prodotti in uscita dal cancello, rifiuti o residui come riportato in Tabella 1. I dati primari relativi alle varie voci sono stati forniti dall’azienda durante la visita, le email e gli incontri svolti nell’ambito del Progetto.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Consumi energetici*** | |  |  |  |
| Gasolio per raccolta paglia | | |  |  |
| Gasolio per trasporto paglia in impianto | | | |  |
| Energia elettrica per macinazione paglia | | | |  |
| Energia elettrica per riscaldamento paglia | | | |  |
| Energia elettrica per pressatura paglia/biopolimero | | | | |
| Gasolio per trasporto biopolimero | | | |  |
| ***Consumi di materiali*** | | |  |  |
| Quantità di biopolimero | | |  |  |
| ***Output*** |  |  |  |  |
| Biopackaging innovativo | | |  |  |

***Tabella 1 – Voci di inventario considerate nello studio***

La tabella di inventario ottenuta è stata quindi convertita in impatti utilizzando il metodo LCIA CML\_IA baseline, uno dei più utilizzati in LCA e che consente poi effettuare comparazioni con altri studi presenti in letteratura scientifica basati sullo stesso metodo o su metodi simili. Come riportato per esteso nell’Obiettivo le categorie di impatto considerate nel CML\_IA sono: GWP, AP, EP, POFP, ADP fossil fuels, ADP materials, ODP, HT, FAE, MAE, TE.

Per effettuare tale valutazione i dati di inventario sono stati utilizzati come input del software SimaPro (Figura 2) in dotazione presso il Laboratorio LiSEA (Laboratorio di Sostenibilità Energetico Ambientale) del Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Ambientali. In pratica sono stati creati i processi presenti nel sistema oggetto di studio e sono stati inseriti i dati forniti dall’azienda capofila riferendoli al prodotto in uscita dal sistema. Il software SimaPro, oltre ai database LCA precedentemente citati, contiene i fattori di caratterizzazione che consentono di convertire le sostanze relative alle voci di inventario in impatti.



***Figura 2 – Schermata SimaPro riferita al Progetto***

# Risultati

I risultati di impatto ambientale per il biopackaging innovativo sono riportati di seguito in tabella 2 e nelle figure da 3 a 6 sono riportati in dettaglio i risultati dell’analisi di contribuzione dei principali impatti ambientali. Si ricorda per chiarezza che il metodo LCIA utilizzato è il CML\_IA baseline, ampiamente utilizzato a scala europea e si utilizza come unità funzionale 1 singolo sistema di imballaggio.

***Tabella 2 – Risultato dell’analisi LCA del sistema in esame***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Biopackaging RICREA** |  |  |  |  |  |  |
| **Impact category** | **Unit** | **Totale** | **Raccolta paglia e trasporti** | **Produzione bioplastica** | **Processi** | **Compost** |
| Abiotic depletion | kg Sb eq | 2,75E-06 | 7,60E-08 | 2,23E-06 | 9,85E-07 | -5,39E-07 |
| Abiotic depletion (fossil fuels) | MJ | 6,47E+00 | 1,42E+00 | 4,19E+00 | 1,33E+00 | -4,73E-01 |
| Global warming (GWP100a) | kg CO2 eq | 2,76E-01 | 2,56E-02 | 1,78E-01 | 1,00E-01 | -2,72E-02 |
| Ozone layer depletion (ODP) | kg CFC-11 eq | 6,20E-08 | 1,85E-08 | 3,35E-08 | 1,36E-08 | -3,55E-09 |
| Human toxicity | kg 1,4-DB eq | 4,22E-02 | 3,23E-03 | 3,13E-02 | 1,08E-02 | -3,15E-03 |
| Fresh water aquatic ecotox. | kg 1,4-DB eq | 3,14E-02 | 2,50E-03 | 2,43E-02 | 6,98E-03 | -2,43E-03 |
| Marine aquatic ecotoxicity | kg 1,4-DB eq | 1,46E+02 | 7,70E+00 | 1,10E+02 | 4,44E+01 | -1,57E+01 |
| Terrestrial ecotoxicity | kg 1,4-DB eq | 5,48E-04 | 9,19E-05 | 3,87E-04 | 1,19E-04 | -4,90E-05 |
| Photochemical oxidation | kg C2H4 eq | 7,13E-05 | 7,47E-06 | 5,04E-05 | 1,93E-05 | -5,94E-06 |
| Acidification | kg SO2 eq | 1,76E-03 | 1,81E-04 | 1,31E-03 | 4,30E-04 | -1,61E-04 |
| Eutrophication | kg PO4--- eq | 5,03E-04 | 2,68E-05 | 3,87E-04 | 1,29E-04 | -3,92E-05 |

***Figura 3 – Analisi di contribuzione d’impatto del biopackaging in termini di GWP***

***Figura 4 – Analisi di contribuzione d’impatto del biopackaging in termini di ADP materials***

***Figura 5 – Analisi di contribuzione d’impatto del biopackaging in termini di ADP fossil fuels***

***Figura 6 – Analisi di contribuzione d’impatto del biopackaging in termini di HT***

Per quanto riguarda l’analisi di contribuzione delle principali categorie di impatto dalle figure risulta evidente, come atteso, la rilevanza della percentuale di biopolimero legata principalmente al processo di produzione dello stesso (64% per GWP, 81% per ADP materials, 65% per ADP fossil fuels e 74% per HT). Meno rilevanti seppur significativi sono i processi necessari alla produzione del biopackaging e ciò è principalmente dovuto al consumo di energia elettrica necessario. La raccolta della paglia e il trasporto di paglia e biopolimero incidono in modo meno rilevante. Il compost prodotto dallo smaltimento del biopackaging consente di risparmiare degli impatti grazie all’apporto seppur limitato di nutrienti nel terreno e quindi alla sostituzione di una piccola percentuale di fertilizzanti di sintesi (azoto e fosforo).

Per meglio comprendere i risultati di impatto ottenuti si è operato un confronto con un sistema di imballaggio già ampiamente consolidato e impiegato per gli stessi prodotti agroalimentari. Il sistema scelto per il confronto è un imballaggio di polistirene espanso di peso (200 g PS) e dimensioni tali da essere impiegato in sostituzione del biopackaging RICREA. Sono stati valutati due scenari alternativi di impiego dell’imballaggio di polistirene considerando: 1) smaltimento standard che si verifica in Italia incentrato principalmente in incenerimento e discarica e 2) riciclo del 90% della plastica e 10% smaltimento standard. Gli scenari sono stati modellizzati utilizzando processi presenti nel database Ecoinvent. Il risultato del confronto è riportato nella seguente tabella 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Impact category** | **Unit** | **Biopackaging RICREA** | **Packaging polistirene con smaltimento IT** | **Packaging polistirene con 90% riciclo** |
| Abiotic depletion | kg Sb eq | 2,75E-06 | 1,49E-07 | -1,39E-05 |
| Abiotic depletion (fossil fuels) | MJ | 6,47E+00 | 1,61E+01 | 4,95E+00 |
| Global warming (GWP100a) | kg CO2 eq | 2,76E-01 | 1,01E+00 | 4,37E-01 |
| Ozone layer depletion (ODP) | kg CFC-11 eq | 6,20E-08 | 1,52E-08 | -3,28E-07 |
| Human toxicity | kg 1,4-DB eq | 4,22E-02 | 1,04E-01 | 8,75E-02 |
| Fresh water aquatic ecotox. | kg 1,4-DB eq | 3,14E-02 | 2,13E-01 | 7,35E-02 |
| Marine aquatic ecotoxicity | kg 1,4-DB eq | 1,46E+02 | 2,46E+02 | 2,74E+02 |
| Terrestrial ecotoxicity | kg 1,4-DB eq | 5,48E-04 | 9,00E-04 | 3,46E-03 |
| Photochemical oxidation | kg C2H4 eq | 7,13E-05 | 1,41E-04 | 7,74E-05 |
| Acidification | kg SO2 eq | 1,76E-03 | 2,31E-03 | 1,35E-03 |
| Eutrophication | kg PO4--- eq | 5,03E-04 | 9,10E-04 | 1,76E-04 |

Dal confronto con lo scenario di smaltimento italiano emerge chiaramente come il biopackaging RICREA consenta di ottenere dei risparmi di impatto consistenti in quasi tutte le categorie di impatto considerate e in particolare su GWP (-73%), ADP fossil fuels (-60%), HT (-59%), FAE (-85%). Tali riduzioni si riducono anche significativamente se si considera uno scenario ottimistico di smaltimento della plastica (90% riciclo). L’analisi non prende comunque in considerazione tutte le problematiche relative alla possibile formazione di nanoplastiche perché tale impatto non è coperto attualmente dalla metodica LCA.

# Conclusioni

Sulla base dei risultati della valutazione di sostenibilità ambientale è possibile confermare che il biopackaging prodotto nell’ambito del progetto RICREA consente di ottenere una serie di risparmi di impatto in diverse delle categorie di impatto valutate se confrontato con analoghi imballaggi a base di plastica. In particolare, va sottolineato il risparmio in termini di emissioni di gas ad effetto serra e di risorse energetiche fossili che sono oggi giorno considerate due dei principali aspetti da considerare. Anche la potenziale riduzione della produzione di nanoplastiche è un aspetto positivo che va valutato. Il biopackaging inoltre va collocato in ottica di economia circolare con una serie di benefici anche socio-economici che esulano da quelli ambientali e che vanno comunque considerati.