

Life Cycle Assessment di
**CONFRONTO FRA DUE MODALITÀ DI CONSERVAZIONE E
TRASPORTO DI RUSCUS**
PROGETTO PIF - PSR 2014-2020



PROGETTO PIF "Logistica e conservazione Eco-
sostenibile per il Floravivaismo Toscano".
Bando Misura 16. 2 "LECOSFLO"
CUP Artea 861811

TIPO DOCUMENTO:	REPORT TECNICO LCA
SIGLA/IDENTIFICATIVO:	RT-275
DATA EMISSIONE:	20/07/2022
PAGINE:	27
REVISIONE:	00

COMMITTENTE:



Flora Toscana
Via di Montecarlo, 81
51017 Pescia (PI)

AUTORE:



LCA-lab srl, spin-off ENEA · Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
c/o ENEA, Via Martiri di Monte Sole, 4 - 40129 Bologna · Sede legale: Via San Donato, 137/2 - 40127 Bologna
P.IVA e CF. 02743831204 · www.lca-lab.com · info@lca-lab.com · lca-lab@pec.it

QUESTO RAPPORTO TECNICO È STATO PREPARATO DA LCA-lab srl CON RAGIONEVOLE COMPETENZA, CURA E DILIGENZA ENTRO I TERMINI DEL CONTRATTO CON IL CLIENTE, CHE CONTIENE LE NOSTRE CONDIZIONI DI RISERVATEZZA DELLE INFORMAZIONI E DEI DATI. LCA-lab srl NON È RESPONSABILE NEI CONFRONTI DEL CLIENTE, O DI ALTRI, PER QUANTO RIGUARDA TUTTE LE QUESTIONI AL DI FUORI DEL CAMPO DI APPLICAZIONE PATTUITO.

IL METODO DI LAVORO, LE IDEE E LE PROPOSTE, CONTENUTI NEL PRESENTE RAPPORTO RESTANO COPYRIGHT INTELLETTUALE DI LCA-lab srl E NON POSSONO ESSERE UTILIZZATI SENZA PREVIO CONSENSO DELLA STESSA. IN PARTICOLARE, L'USO DEL METODO DI LAVORO, DELLE IDEE E DELLE PROPOSTE CONTENUTE NEL PRESENTE DOCUMENTO NON POSSONO ESSERE UTILIZZATI PER MODIFICARE, MIGLIORARE O CAMBIARE LE SPECIFICHE DEL CLIENTE IN MERITO AL PROGETTO A CUI TALI PROPOSTE SI RIFERISCONO, SENZA AUTORIZZAZIONE.

LCA-lab srl NON È RESPONSABILE NEL CASO DI INTERPRETAZIONI O DISTORSIONI DI DATI O DICHIARAZIONI DA PARTE DI TERZI ESTRAPOLATE DAL PRESENTE DOCUMENTO.

SOMMARIO

1 - INTRODUZIONE.....	5
2 - LCA ED LCC: CENNI METODOLOGICI.....	5
2.1 - LIFE CYCLE ASSESSMENT.....	5
3 - IL SISTEMA OGGETTO DI STUDIO	10
4 - LIFE CYCLE ASSESSMENT DI CONSERVAZIONE E SPEDIZIONE RUSCUS.....	11
4.1 - OBIETTIVO DELLO STUDIO.....	11
4.2 - CAMPO DI APPLICAZIONE.....	11
4.2.1 - La Funzione	11
4.2.2 - L'Unità Dichiarata	11
4.2.3 - Il sistema studiato	11
4.2.4 - Confini del sistema.....	11
4.2.5 - Categorie e qualità dei di dati.....	13
4.2.6- Tipi di impatto e metodologia LCIA.....	14
4.3-ANALISI DI INVENTARIO	14
4.3.1- Sistema tradizionale.....	16
4.3.2- Sistema innovativo	18
4.4-ANALISI DEGLI IMPATTI.....	21
4.4.1- Impatti della coltivazione	24
BIBLIOGRAFIA.....	27

1 - INTRODUZIONE

Scopo dello studio è l'analisi LCA di due modalità di conservazione e trasporto della specie vegetale Ruscus: una di tipo tradizionale mediante spedizione in aereo e un'altra sperimentale mediante spedizione via nave, previo trattamento per aumentarne la conservazione dato che il viaggio risulta più lungo. L'obiettivo di questo confronto è verificare che la sperimentazione mediante trasporto su nave sia preferibile da un punto di vista ambientale, poichè riduce molte delle emissioni e dei consumi di risorse del trasporto in aereo.

Il presente documento costituisce il rapporto tecnico LCA del Ruscus per le due modalità di spedizione.

Lo studio LCA è condotto in accordo ai seguenti standard e requisiti:

- UNI EN ISO 14040:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.

2 - LCA ED LCC: CENNI METODOLOGICI

2.1 - LIFE CYCLE ASSESSMENT

L'Analisi del ciclo di vita dei processi produttivi, conosciuta a livello internazionale come LCA (Life Cycle Assessment), può essere considerata come l'evoluzione della tecnica d'analisi energetica, la REPA (*Resource and Environmental Profile Analysis*), i cui primi esempi d'applicazione risalgono agli anni 1960-1970, quando alcune grandi industrie hanno cominciato a rivolgere un interesse particolare ai temi del risparmio delle risorse energetiche e materiali e del contenimento delle emissioni nell'ambiente.

Il Life Cycle Assessment fornisce una "qualifica ambientale" del prodotto o processo, che può essere utilizzata in varie forme e come strumento di comunicazione indirizzato ai diversi *stakeholders*.

La *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC), durante il congresso di Vermont in Canada del 1993 ha così definito il Life Cycle Assessment:

'E' un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad 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 e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale”.

Importanti aspetti da sottolineare in questa definizione sono:

- l'oggettività del procedimento per cui risulta essenziale che vengano seguiti precisi passaggi (fasi) e che la valutazione debba derivare dall'analisi di dati scientificamente verificabili e confrontabili;
- l'oggetto della valutazione sono i carichi energetici ed ambientali imputabili allo stato in essere di un processo o un'attività che portano alla produzione di un prodotto in senso lato o di un servizio;
- viene preso in considerazione l'intero ciclo di vita del processo o attività, senza tralasciare nessuna fase direttamente imputabile all'oggetto (unità funzionale) dello studio. Per ciclo di vita si intendono gli stadi consecutivi e collegati del sistema produttivo, dall'acquisizione della materia prima, al ciclo produttivo, all'uso e allo smaltimento finale.

Il *Life Cycle Assessment* è applicato seguendo le norme UNI EN ISO 14040: 2006 e UNI EN ISO 14044:2018 che ne definiscono le fasi dell'analisi:

- 1) *Goal Definition and Scoping*
- 2) *Life Cycle Inventory Analysis - LCI -*
- 3) *Life Cycle Impact Assessment - LCIA -*
- 4) *Life Cycle Interpretation and Improvement.*

Definizione degli obiettivi e dei confini del sistema

Vengono definite le finalità dello studio, il campo di applicazione, le unità funzionali, i confini del sistema, il fabbisogno di dati, le assunzioni e i limiti. Nella fase di definizione dello studio, perché sia caratterizzata da rapidità e adeguatezza, vengono valutati progressivamente:

- gli obiettivi del LCA (definizione del problema da analizzare, ossia se si vogliono confrontare due prodotti o migliorarne alcuni già esistenti o progettarne di nuovi);
- il livello di dettaglio (grado di accuratezza dell'analisi);
- l'oggetto dello studio (specificare il tipo di prodotto, la quantità, quali sono i limiti temporali per la produzione, quali sono le funzioni rilevanti. In alcuni casi si dovranno prendere in considerazione i materiali degli imballaggi ed i comportamenti del consumatore).

L'obiettivo di una LCA deve stabilire senza ambiguità quali siano l'applicazione prevista, le motivazioni che inducono a realizzare lo studio e il tipo di pubblico a cui è destinato, cioè a quali persone si intendono comunicare i risultati dello studio.

Il campo di applicazione di uno studio di LCA deve specificare chiaramente le funzioni del sistema allo studio. Il campo di applicazione dovrebbe essere sufficientemente ben definito, al fine di assicurare che l'ampiezza, la profondità e il dettaglio dello studio siano compatibili con l'obiettivo stabilito e sufficienti per conseguirlo. La LCA è una tecnica iterativa. Di conseguenza può essere necessario modificare il campo di applicazione dello studio, per effetto di informazioni supplementari raccolte nel corso dello studio. [ISO 14040:2006, Par. 5.2.1.1 e 5.2.1.2]

Un'unità funzionale costituisce una misura della prestazione del flusso in uscita funzionale del sistema di prodotto.

Lo scopo principale dell'unità funzionale è di fornire un riferimento a cui legare i flussi in entrata e in uscita. Questo riferimento è necessario per consentire la comparabilità dei risultati della LCA [ISO 14044, Par. 4.2.3.2]. La comparabilità dei risultati della LCA è particolarmente critica quando si valutano sistemi differenti, perché ci si deve assicurare che le comparazioni siano fatte su una base comune.

Un sistema può avere un gran numero di funzioni possibili e la funzione scelta per lo studio dipende dall'obiettivo e dal campo di applicazione. La corrispondente unità funzionale deve essere definita e misurabile. [ISO 14040:2006, Par. 5.2.2].

I confini del sistema determinano le unità di processo che devono essere incluse nell'LCA. Numerosi fattori determinano i confini del sistema, fra i quali le applicazioni previste dello studio, le ipotesi assunte, i criteri di esclusione, le costrizioni prodotte dai dati e dai costi, il pubblico destinatario. I criteri utilizzati nella definizione dei confini del sistema impongono il grado di confidenza per assicurare che i risultati dello studio non siano stati compromessi e l'obiettivo di un dato studio sia raggiunto. (ISO 14040:2006, Par. 5.2.3). Qualunque decisione di eliminare fasi del ciclo di vita, processi o flussi in ingresso/uscita deve essere chiaramente indicata e giustificata. [ISO 14044, Par. 4.2.3.3].

Analisi di Inventario – LCI -

Consiste nell'individuazione e quantificazione dei flussi in ingresso e in uscita dal sistema oggetto di analisi lungo tutta la sua vita. Verranno, quindi, identificati e quantificati i consumi di risorse (materie prime, acqua, prodotti riciclati), di energia (termica ed elettrica) e le emissioni in aria, acqua e suolo, arrivando così a strutturare un vero e proprio bilancio ambientale.

Questa fase è costituita da quattro parti fondamentali:

1. lo schema del diagramma di flusso (*Process flow-chart*); rappresentazione grafica e qualitativa di tutte le fasi rilevanti dei processi coinvolti nel ciclo di vita del sistema analizzato. È composto da sequenze di processi (*boxes*) collegati da flussi di materiali (frecche). La sua caratteristica fondamentale è quella di dividere un sistema in vari sottosistemi ed esplicitare azioni di interconnessione; la produzione principale, la produzione secondaria o co-prodotto, la produzione di materiali ausiliari, la produzione di energia e la possibilità di recuperarla sottoforma di calore o di elettricità, il consumo di energia dovuto ai vari processi, i mezzi di trasporto utilizzati per il trasporto del prodotto e del co-prodotto, il trattamento dei rifiuti. Il flow-chart permette, inoltre, di visualizzare e poi raccogliere i dati di input e di output per ogni fase del processo.
2. La raccolta dei dati (*Data collection*).
3. La definizione delle condizioni al contorno (*System boundaries*); definizione dei punti di confine tra il sistema studiato e l'ambiente.
4. L'elaborazione dei dati (*Processing data*).

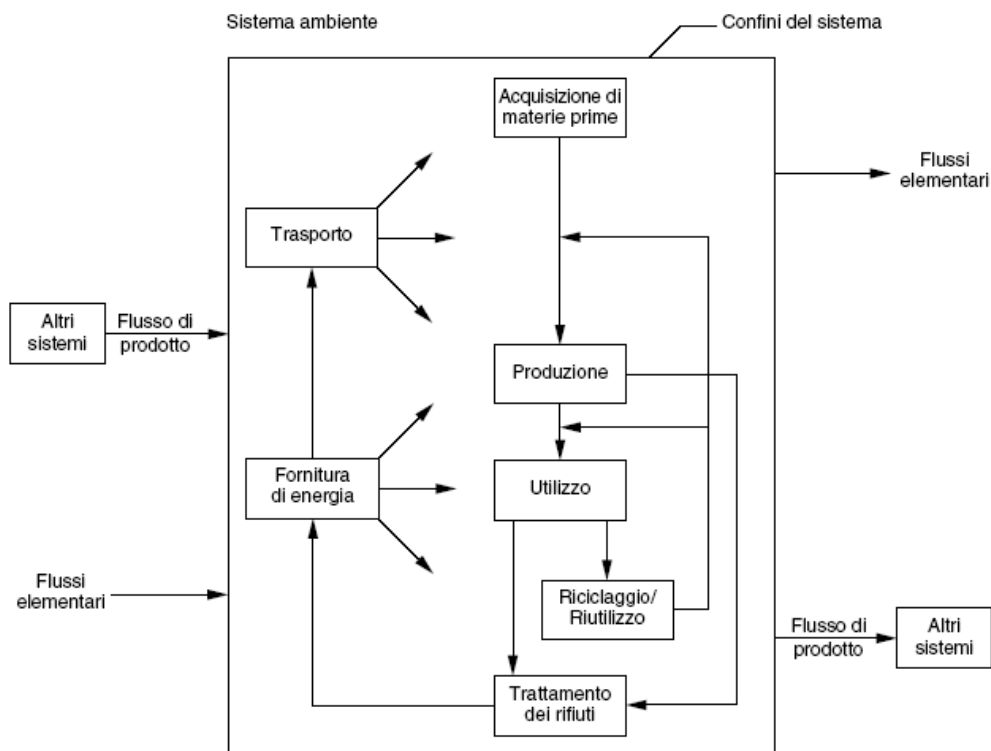


Fig. 1 - "Sistema di prodotti" per la LCI [ISO 14040]

Analisi degli impatti -LCIA-

La fase di LCIA è lo studio dell'impatto ambientale provocato da un processo produttivo o da una attività, effettuato mediante l'ausilio di alcuni indicatori aggregati di uso internazionale che consentono di quantificare gli impatti e confrontare le eventuali alternative di processo o di prodotto e di software di calcolo. In questa fase si passa dal dato numerico calcolato nella fase precedente al giudizio di pericolosità.

L'Analisi degli Impatti è suddivisa in quattro fasi:

1. classificazione (fase qualitativa, nella quale i dati dell'inventario vengono suddivisi in gruppi di temi o categorie di impatti ambientali, queste sono riconducibili a tre grandi aree di protezione generale: esaurimento delle risorse, salute umana, conservazione dell'ambiente);
2. caratterizzazione, in cui si quantificano e aggregano gli impatti per individuare il danno relativo alla sostanza emessa o alla risorsa usata;
3. la normalizzazione, che divide i valori ottenuti nella fase precedente per l'impatto della vita media di un anno del cittadino medio europeo (o della popolazione mondiale) nella stessa categoria, allo scopo di rendere confrontabili le categorie che hanno diverse unità di misura;
4. la valutazione, che attribuisce un valore in termini d'importanza a ciascun impatto e che può essere effettuata seguendo diverse prospettive culturali.

Le prime due fasi sono obbligatorie, mentre le altre sono facoltative. In questo studio è stata effettuata solo la fase di caratterizzazione.

Interpretazione dei risultati e valutazione dei miglioramenti

E' la fase finalizzata ad interpretare i risultati dell'analisi identificando le criticità ambientali e mettendo in evidenza le potenzialità di miglioramento sia tecniche che gestionali del ciclo di vita del prodotto oggetto di studio. Generalmente possono essere in questa fase effettuate delle analisi di sensibilità per valutare e confrontare, ad esempio, scenari alternativi.

3 - IL SISTEMA OGGETTO DI STUDIO

Il sistema oggetto dello studio è la **produzione, conservazione e spedizione del Ruscus** di Flora Toscana, i sistemi studiati sono due: uno di tipo tradizionale perchè è quello che è sempre stato utilizzato, e uno definito innovativo che vuole sperimentare una nuova modalità di spedizione. Il sistema tradizionale utilizza la spedizione del Ruscus tramite aereo mentre quello innovativo prevede la spedizione tramite nave, dato che il viaggio in nave impiega un tempo maggiore il Ruscus deve essere sottoposto a una particolare conservazione e confezionato sottovuoto.

Entrambi i sistemi prevedono una serie di fasi che sono quelle riportate nello schema in Fig. 2, alcune fasi sono identiche nei due sistemi (ad esempio il tiraggio 1 e il trasporto a Flora Toscana) mentre altre presentano delle differenze e quindi avranno degli input diversi, tali differenze saranno esplicitate nelle analisi di inventario.



Fig. 2 - Fasi di processo del Ruscus di Flora Toscana.

4 - LIFE CYCLE ASSESSMENT DI CONSERVAZIONE E SPEDIZIONE RUSCUS

4.1 - OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è di calcolare gli impatti ambientali legati ai due sistemi di conservazione e spedizione del Ruscus (tradizionale e innovativo) per confrontarne i valori e verificare se quello innovativo ha una criticità ambientale minore.

4.2 - CAMPO DI APPLICAZIONE

4.2.1 - La Funzione

La funzione del prodotto è di tipo ornamentale.

4.2.2 - L'Unità Dichiarata

L'unità dichiarata (UD) è 1 kg di Ruscus spedito.

4.2.3 - Il sistema studiato

Il sistema studiato è la produzione, conservazione e spedizione del Ruscus.

4.2.4 - Confini del sistema

I confini del sistema ricalcano le fasi già evidenziate in Fig. 2 e vanno dalla raccolta del Ruscus fino alla spedizione presso il cliente localizzato a Miami (Florida). I confini del sistema comprendono per i due sistemi input diversi (Fig. 3 e 4).

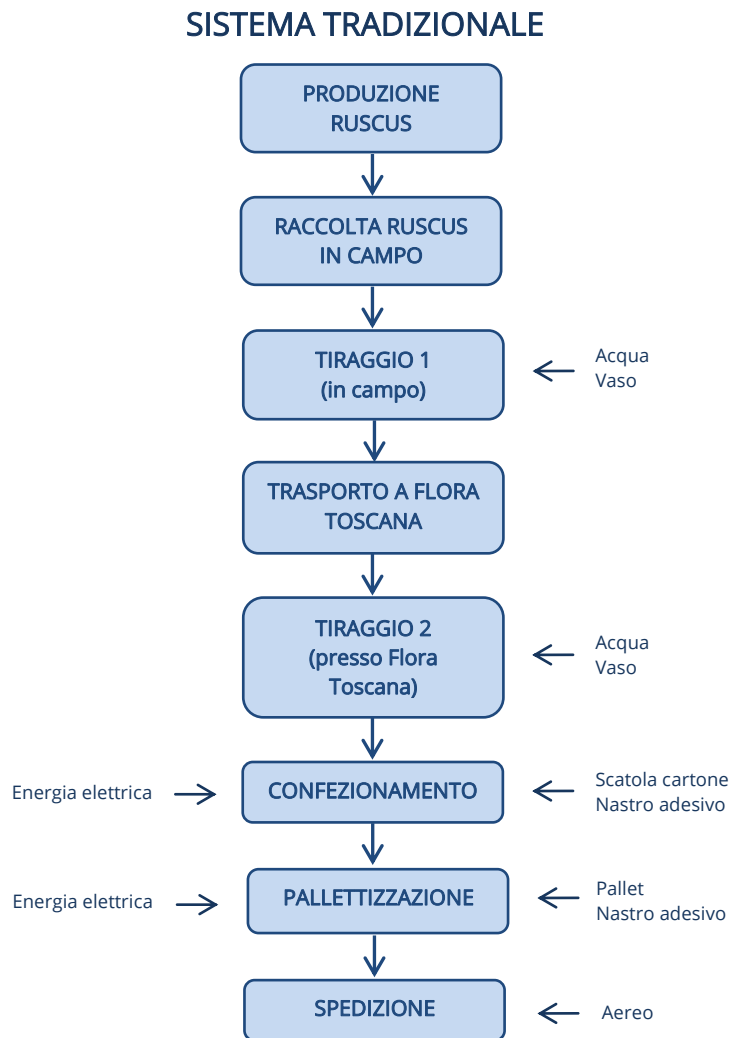


Fig. 3 - Confini del sistema per sistema tradizionale Ruscus di Flora Toscana.

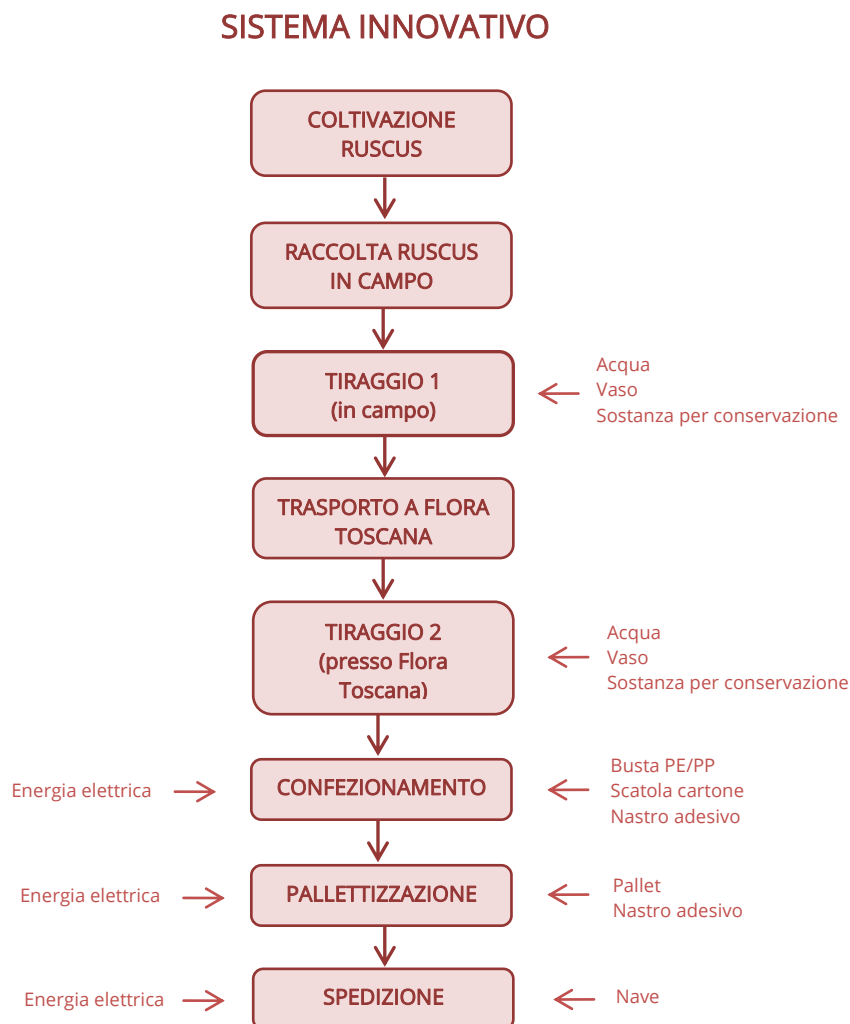


Fig. 4 - Confini del sistema per sistema innovativo Ruscus di Flora Toscana.

4.2.5 - Categorie e qualità dei di dati

Tutti i dati utilizzati per lo studio sono specifici e forniti da Flora Toscana che, oltre all'esperienza annuale sulla spedizione in aereo, ha monitorato i dati sui trattamenti per i tiraggi in acqua del sistema innovativo ed effettuato una simulazione di conservazione per la spedizione su nave. Il riferimento temporale per la raccolta dati è l'anno 2021:

I dati di banca dati utilizzati per l'LCA appartengono alla banca dati Ecoinvent (v.3.8, november 2021) che verrà indicata, nel documento come EC.

4.2.6- Tipi di impatto e metodologia LCIA

I potenziali impatti considerati per l'analisi LCIA (Life Cycle Impact Analysis) sono i seguenti:

- Global Warming Potential (Riscaldamento Globale)
- Ozone Layer Depletion (Assottigliamento fascia di ozono)
- Photochemical Oxidation (Ossidazione fotochimica)
- Acidification (Acidificazione)
- Eutrophication (Eutrofizzazione)
- Abiotic Depletion Elements (Esaurimento risorse minerali)
- Abiotic Depletion Fossil Fuels (Esaurimento risorse fossili)
- Water scarcity (impronta scarsità idrica)
- Risorse energetiche primarie non rinnovabili
- Risorse energetiche primarie rinnovabili.

Nella fase di Analisi degli impatti -LCIA- sono stati utilizzati, per gli impatti precedentemente indicati, i fattori di caratterizzazione del CML-IA baseline version 4.7 August 2016 e di AWARE. Ogni impatto ha una propria unità specifica di riferimento (Tab. 2).

POTENZIALE IMPATTO	ACRONIMO	u.d.m.
Global warming potential	GWP	kg CO _{2eq}
Photochemical Oxidation	PO	kg C ₂ H _{4eq}
Acidification	AC	kg SO _{2eq}
Eutrophication	EU	kg PO _{4--eq}
Abiotic Depletion Elements	ADM	Kg Sb _{eq}
Abiotic Depletion Fossil Fuels	ADFF	MJ
Water scarcity	WS	m ³ eq

Tab. 1 - Unità di misura e acronimi dei potenziali impatti considerati per lo studio LCA.

4.3-ANALISI DI INVENTARIO

L'inventario descrive i due sistemi di conservazione e spedizione del Ruscus che si differenziano in particolare per la modalità di spedizione, tradizionalmente il Ruscus viene spedito in aereo, con il sistema innovativo studiato e promosso dal progetto Lecosflo, la modalità di spedizione è quella della nave previa conservazione in frigorifero presso il porto di riferimento prima di essere imbarcata.

La fase di produzione e coltivazione del Ruscus, comune ai due sistemi, viene descritta di seguito.

COLTIVAZIONE RUSCUS	
SUPERFICIE COLTIVATA	1 ha
Numero piante	25000
Q.tà raccolta (annulmente) - a partire dall'anno 3	5 q.li
Durata impianto	25 anni
OPERAZIONI IMPIANTO	
INPUT	Descrizione
Aratura	Utilizzo aratro da 60, profondità 40 cm. Uso di trattore ultima generazione 70cv diesel
Concimazione di fondo	Manuale. Concimi utilizzati: <ul style="list-style-type: none"> - concime organico=3,5 q.li - stallatico=2,5 q.li - cornughia=2 q.li - Nitrophoska special (12.12.17)=2 q.li
Fresatura	Utilizzo di fresa attaccata trattore ultima generazione 70cv diesel
Assolcatura	Realizzazione di solchi per piantumazione, con profondità 25 cm, con uso motocoltivatore 14 cv diesel
Messa a dimora delle piante	Manuale
Ripasso assolcatura	Ricopritura piante con motozappa da 10 cv miscela 5%
Anaffaiatura iniziale	Acqua utilizzata=2 litri a pianta
Realizzazione struttura portante rete ombreggiante	<ul style="list-style-type: none"> - Uso di 110 pali in ferro zincato altezza 300 cm 2 mm spessore diametro 5 cm - Uso di 110 tubolari in ferro zincato lunghi 300 cm 1,5 mm spessore dimensioni 3x3 cm
OPERAZIONI SUCCESSIVE	
ANNO 1	
Eliminazione infestanti	Utilizzo motozappa: N° 4 passaggi all'anno con motozappa da 10 cv miscela 5%
ANNO 2	
Concimazione localizzata	Utilizzo concime inorganico: Inorganico (20:10:10)=2,5 q.li
ANNO 3	
Raccolta prodotto	Manuale
TUTTI GLI ANNI (25)	
Trattamenti	Uso di trattore ultima generazione 70cv diesel con cisterna da 400 l pompa da 50 ATM Trattamenti effettuati: <ul style="list-style-type: none"> - Biobaxter= 200 gr+100 litri acqua (2 trattamenti) - Signum= 100 gr+100 litri acqua (2 trattamenti) - Epic= 80 gr+100 litri acqua (1 trattamento) - Duolife= 500 gr+2 litri olio (3 trattamenti)

Tab. 2 - Fase di coltivazione del Ruscus raccolto (uguale per entrambi i sistemi tradizionale e innovativo).

Nelle tabelle successive vengono indicati i dati a disposizione per i due sistemi e viene descritto l'inventario che contiene questi dati.

4.3.1- Sistema tradizionale

Dopo essere stato raccolto in campo il Ruscus viene sottoposto ad un primo tiraggio in acqua ad opera dei singoli produttori che poi trasportano il Ruscus presso Flora Toscana, qui il prodotto viene sottoposto nuovamente a tiraggio acqua in vaso per poi essere confezionato prima della spedizione. La spedizione avviene tramite aereo e prevede che il Ruscus venga confezionato in scatole di cartone poste su pallet, i pallet vengono poi caricati su camion refrigerato e scaricati presso l'aeroporto, qui vengono posizionati in cella frigo a 4°C e poi messi in stiva, l'aereo non è refrigerato.

SISTEMA TRADIZIONALE			
TIRAGGIO 1 (presso produttori in campo)			
INPUT	q.tà	udm	Note
Acqua per tiraggio	72	kg	
Vaso per tiraggio	30	kg	
Capienza vaso (ruscus contenuto)	20	kg	
TRASPORTO RUSCUS A FLORA TOSCANA (in vaso)			
Peso trasportato (vaso+ruscus+acqua)	122	kg	
Distanza media da fornitori (ipotesi)	100	km	
Modalità di trasporto	-	-	Furgone diesel
TIRAGGIO 2 (presso Flora Toscana)			
Acqua per tiraggio	3,75	kg	
Vaso per tiraggio	1,25	kg	
Capienza vaso (ruscus contenuto)	4,5	kg	
CONFEZIONAMENTO			
Peso scatola cartona	1,3	kg	
Peso RUSCUS contenuto nella scatola	6	kg	
Peso nastro adesivo PVC	0,0001875	kg	
Energia elettrica per chiusura scatola	0,00616	kWh	Potenza chiudiscatole=11,1 kW Tempo chiusura=2 sec=0,00055 h
PALLETTIZZAZIONE			
Peso pallet	8,5	kg	
Peso angolari	1,2	kg	
Numero pallet	26	kg	
Numero scatole su 1 pallet	33	kg	
Peso nastro adesivo	0,0033	kg	
Energia elettrica per pallettizzazione (kWh)	0,030747	kWh	Potenza chiudiscatole=11,1 kW Tempo chiusura=10 sec=0,00277 h
SPEDIZIONE			
Peso ruscus trasportato	5148	kg	
Peso totale imballo (palle+angolari+scatole)	1367,6	kg	
Energia elettrica per conservazione in frigo prima dell'imbarco	3	kWh	Consumo giornaliero frigo=1,5 kWh Tempo conservazione=2 giorni
Distanza su strada	353	km	Destinazione aeroporto Milano Malpensa (su camion refrigerato)
Distanza via aereo	7935	km	Destinazione Miami (no cella frigo)

Tab. 3 - Dati sistema tradizionale spedizione Ruscus.

In base a questi dati, sul software, vengono ricostruiti gli inventari di ciascuna fase che poi confluiscono nell'inventario principale. Nelle tabelle di inventario vengono indicati i processi considerati, le quantità relative all'unità di riferimento e i processi di banca dati EC utilizzati.

Tiraggio 1 Ruscus			
Unità di riferimento=20 kg (peso ruscus contenuto in vaso)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Acqua per il tiraggio	72	kg	Tap water {Europe without Switzerland} tap water production, ultrafiltration treatment Cut-off
Polietilene per il vaso	30	kg	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off
Lavorazione del polietilene per il vaso	30,18	kg	Injection moulding {RER} processing Cut-off,
Trasporto Ruscus a vivaio Flora			
Unità di riferimento=20 kg (peso ruscus contenuto in vaso e trasportato)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Trasporto su gomma (distanza 100 km)	12.200	kgkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, U
Tiraggio 2 tradizionale Ruscus			
Unità di riferimento=4,5 kg (peso ruscus contenuto in vaso)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Acqua per il tiraggio	3,75	kg	Tap water {Europe without Switzerland} tap water production, ultrafiltration treatment Cut-off
Polietilene per il vaso	1,25	kg	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off
Lavorazione del polietilene per il vaso	1,258	kg	Injection moulding {RER} processing Cut-off
Confezionamento tradizionale Ruscus			
Unità di riferimento=6 kg (peso ruscus contenuto nella scatola)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Scatola cartone	1,3	kg	Corrugated board box {RER} production Cut-off
Nastro adesivo	0,0001875	kg	Polyvinylchloride, emulsion polymerised {RER} polyvinylchloride production, emulsion polymerisation Cut-off
Energia elettrica per chiusura scatola	0,00616	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off
Pallettizzazione tradizionale Ruscus			
Unità di riferimento=5148 kg (peso ruscus su pallet da spedire)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Pallet	61,18	p	EUR-flat pallet {RER} production Cut-off
Angolari	1,2	kg	Polystyrene, expandable {RER} production

			Cut-off
Nastro adesivo	0,0033	kg	Polyvinylchloride, emulsion polymerised {RER} polyvinylchloride production, emulsion polymerisation Cut-off
Energia elettrica pallettizzazione	0,0616	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off
Spedizione tradizionale Ruscus			
Unità di riferimento=5148 kg (peso ruscus su pallet da spedire)			
Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Trasporto su gomma (distanza 353 km)	2.300.007	kgkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off
Trasporto su aereo (distanza 7935 km)	51.701.286	kgkm	Transport, freight, aircraft with reefer, cooling {GLO} processing Cut-off
Energia elettrica per conservazione al porto	3	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off

Tab. 4 - Inventario sistema tradizionale spedizione Ruscus.

4.3.2- Sistema innovativo

Nel sistema innovativo, che utilizza come mezzo di trasporto la nave, avvengono le stesse operazioni del tradizionale con alcune differenze che riguardano:

- il sistema di tiraggio presso il vivaio, poichè oltre all'acqua viene effettuato un trattamento per migliorarne la conservazione visto che il tempo di spedizione risulta più lungo;
- il confezionamento che non utilizza scatole ma buste che poi vengono messe sottovuoto
- la tipologia di trasporto via nave, previa conservazione tre giorni in frigorifero presso il porto dove viene imbarcato.

SISTEMA INNOVATIVO			
TIRAGGIO 1 (presso produttori in campo)			
INPUT	q.tà	udm	Note
Acqua per tiraggio	72	kg	
Vaso per tiraggio	30	kg	
Capienza vaso (ruscus contenuto)	20	kg	
TRASPORTO RUSCUS A FLORA TOSCANA (in vaso)			
Peso trasportato (vaso+ruscus+acqua)	122	kg	
Distanza media da fornitori (ipotesi)	100	km	
Modalità di trasporto	-	-	Furgone diesel
TIRAGGIO 2 (presso Flora Toscana)			
Acqua per tiraggio	3,75	kg	
TDZ	0,00002	kg	
Vaso per tiraggio	1,25	kg	

Capienza vaso (ruscus contenuto)	4,5	kg	
CONFEZIONAMENTO (metà in busta PE e metà in busta PP)			
Peso busta PE	0,036	kg	
Peso busta PP	0,2	kg	
Energia elettrica per sottovuoto buste	0,006875	kWh	Potenza sottovuoto=0,55 kW Tempo chiusura=45 sec=0,0125 h
Peso scatola cartone	1,3	kg	
Peso RUSCUS contenuto nella scatola	3	kg	
Peso nastro adesivo PVC	0,0001875	kg	
Energia elettrica per chiusura scatola	0,0001875	kWh	Potenza chiudiscatole=11,1 kW Tempo chiusura=2 sec=0,00055 h
PALLETTIZZAZIONE			
Peso pallet	8,5	kg	
Peso angolari	1,2	kg	
Numero pallet	26	kg	
Numero scatole su 1 pallet	33	kg	
Numero buste in 1 scatola	4	kg	
Peso nastro adesivo	0,0033	kg	
Energia elettrica per pallettizzazione (kWh)	0,030747	kWh	Potenza chiudiscatole=11,1 kW Tempo chiusura=10 sec=0,00277 h
SPEDIZIONE			
Peso ruscus trasportato	2574	kg	
Peso totale imballo (palle+angolari+scatole)	1601	kg	
Energia elettrica per conservazione in frigo prima dell'imbarco	4,5	kWh	Consumo giornaliero frigo=1,5 kWh Tempo conservazione=3 giorni
Distanza su strada	189	km	Destinazione porto Genova (su camion refrigerato)
Distanza via aereo	7963	km	Destinazione Miami (no cella frigo)

Tab. 5 - Dati sistema tradizionale spedizione Ruscus.

In base a questi dati, sul software, vengono ricostruiti gli inventari di ciascuna fase che poi confluiscono nell'inventario principale. Nelle tabelle di inventario vengono indicati i processi considerati, le quantità relative all'unità di riferimento e i processi di banca dati EC utilizzati.

Tiraggio 1Ruscus

Unità di riferimento=20 kg (peso ruscus contenuto in vaso)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Acqua per il tiraggio	72	kg	Tap water {Europe without Switzerland} tap water production, ultrafiltration treatment Cut-off
Polietilene per il vaso	30	kg	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off
Lavorazione del polietilene per il vaso	30,18	kg	Injection moulding {RER} processing Cut-off,

Trasporto Ruscus a vivaio Flora

Unità di riferimento=20 kg (peso ruscus contenuto in vaso e trasportato)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Trasporto su gomma (distanza 100 km)	12.200	kgkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, U

Tiraggio 2 innovativo Ruscus

Unità di riferimento=4,5 kg (peso ruscus contenuto in vaso)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Acqua per il tiraggio	3,75	kg	Tap water {Europe without Switzerland} tap water production, ultrafiltration treatment Cut-off
Polietilene per il vaso	1,25	kg	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off
Lavorazione del polietilene per il vaso	1,258	kg	Injection moulding {RER} processing Cut-off
Sostanza TDZ	0,00002	kg	Pesticide, unspecified {RER} production Cut-off

Confezionamento innovativo Ruscus

Unità di riferimento=3 kg (peso ruscus contenuto nella scatola)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Scatola cartone		kg	Corrugated board box {RER} production Cut-off
Polietilene	0,036	kg	Polyethylene, low density, granulate {RER} production Cut-off
Polipropilene	0,1	kg	Polypropylene, granulate {RER} production Cut-off
Nastro adesivo	0,0001875	kg	Polyvinylchloride, emulsion polymerised {RER} polyvinylchloride production, emulsion polymerisation Cut-off
Energia elettrica per sottovuoto	0,006875	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off
Energia elettrica per chiusura scatola	0,0001875	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off

Pallettizzazione tradizionale Ruscus

Unità di riferimento=5148 kg (peso ruscus su pallet da spedire)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Pallet	61,18	p	EUR-flat pallet {RER} production Cut-off
Angolari	1,2	kg	Polystyrene, expandable {RER} production Cut-off
Nastro adesivo	0,0033	kg	Polyvinylchloride, emulsion polymerised {RER} polyvinylchloride production, emulsion polymerisation Cut-off
Energia elettrica	0,0616	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off

Spedizione tradizionale Ruscus

Unità di riferimento=2574 kg (peso ruscus su pallet da spedire)

Processo	q.tà	udm	Rif. banca dati EC
Trasporto su gomma (distanza 189 km)	789.075	kgkm	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton,

			EURO4 {RER} transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off
Trasporto su nave (distanza 7963 km)	33.245.525	kgkm	Transport, freight, aircraft with reefer, cooling {GLO} processing Cut-off
Energia elettrica per conservazione al porto	4,5	kWh	Electricity, low voltage {IT} electricity voltage transformation from medium to low voltage Cut-off

Tab. 6 - Inventario sistema innovativo spedizione Ruscus.

4.4-ANALISI DEGLI IMPATTI

Di seguito si espongono i risultati del calcolo dei potenziali impatti ambientali precedentemente indicati al paragrafo 4.2.6. del confronto fra i due sistemi, senza considerare la coltivazione il cui contributo viene analizzato successivamente (§ 4.4.1).

Tutti gli impatti sono riferiti all'unità funzionale di confronto di 1 kg.

POTENZIALI IMPATTI - Conservazione, confezionamento e spedizione Ruscus

CATEGORIA IMPATTO	udm	RUSCUS TRADIZIONALE	RUSCUS INNOVATIVO
Global warming potential	kg CO _{2eq}	13,041	5,991
Acidification	kg SO _{2eq}	0,054	0,025
Eutrophication	kg PO _{4-eq}	0,013	0,009
Photochemical Oxidation	kg C ₂ H _{4eq}	0,060	0,024
Abiotic Depletion Elements	kg Sb eq	3,33E-05	3,42E-05
Abiotic Depletion Fossil Fuels	MJ	257,21	159,48
Water scarcity	m ³ eq	3,82	3,91

Tab. 7 - Potenziali impatti ambientali dei due sistemi di spedizione del ruscus.

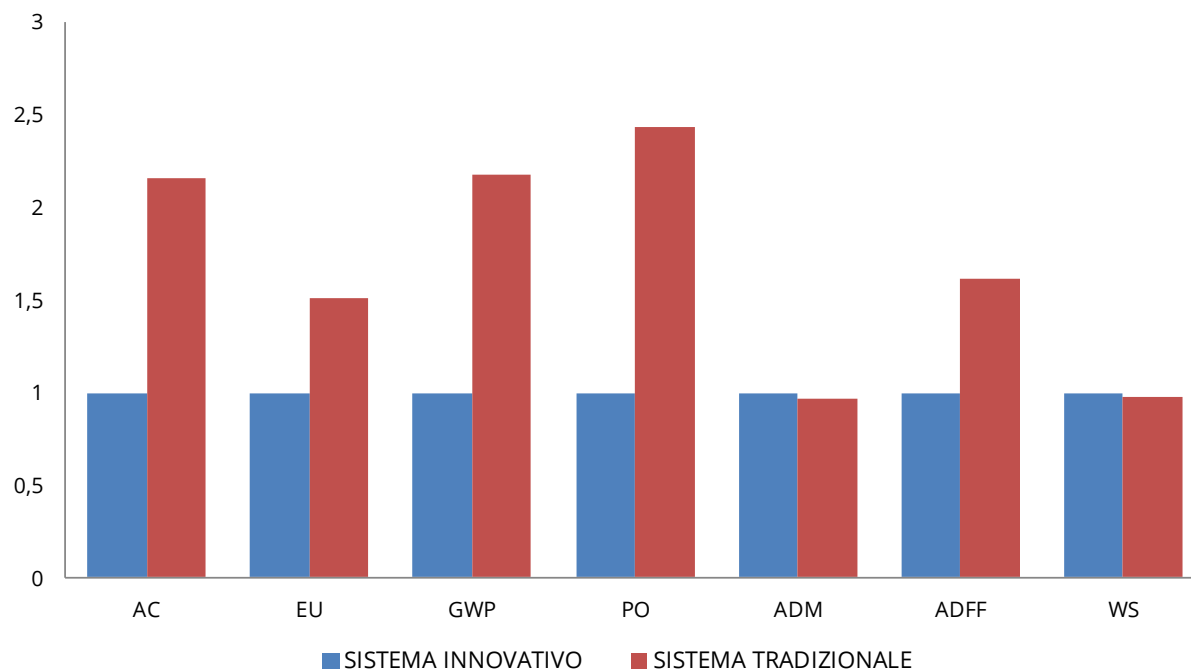


Fig. 5 - Confronto fra i due sistemi di spedizione del ruscus.

I risultati dell'analisi mostrano che il sistema di spedizione definito innovativo che utilizza la nave risulta meno impattante su tutti gli indicatori selezionati, fatta eccezione per il consumo di risorse minerali e l'impatto sull'acqua, dove il sistema innovativo risulta avere un impatto leggermente maggiore.

Per una valutazione più approfondita analizziamo le fasi che presentano differenze nei due sistemi (Fig. 6), ovvero:

1. Tiraggio 2
2. Confezionamento
3. Spedizione.

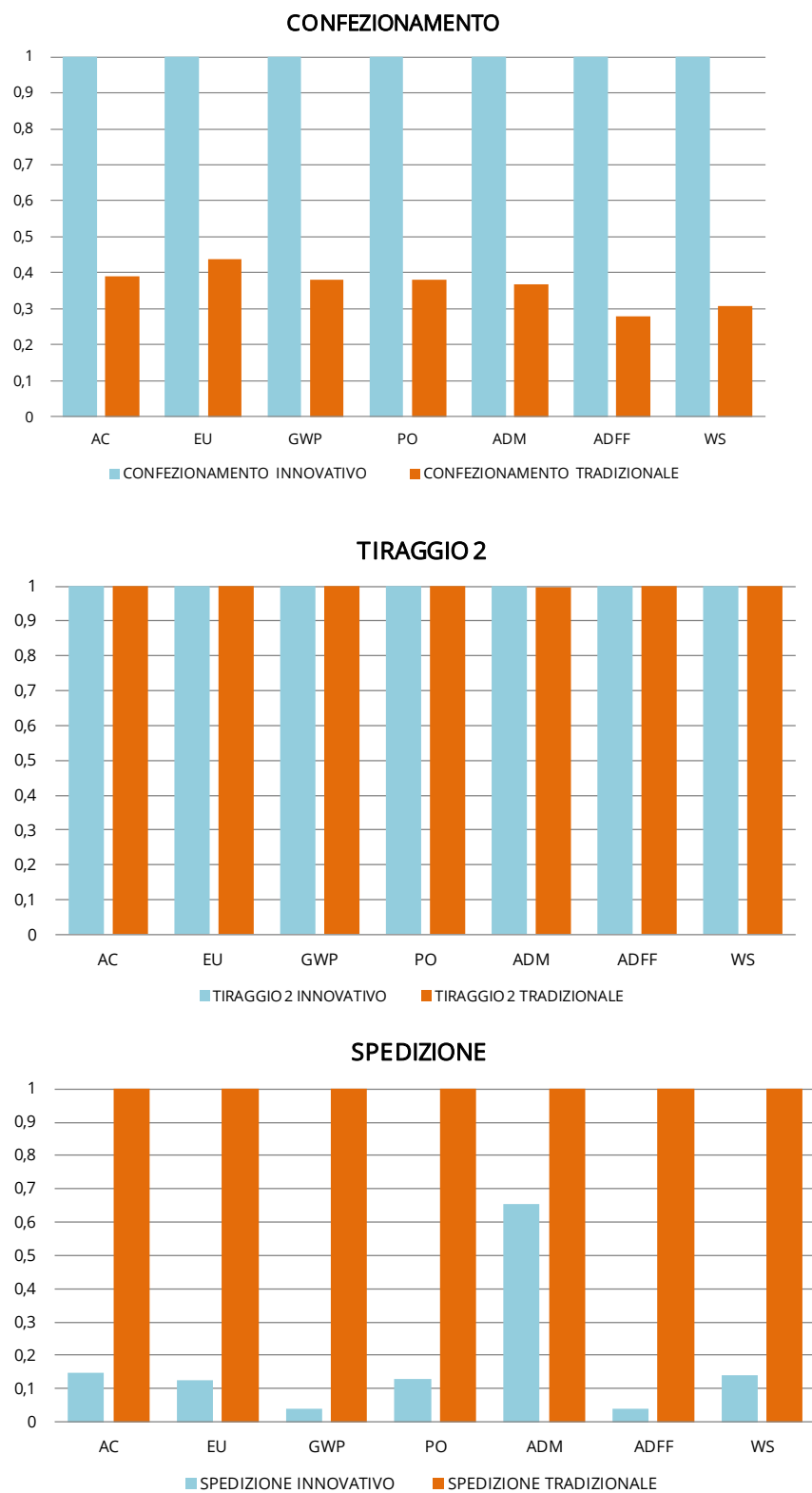


Fig. 6 - Confronto fra le fasi che differiscono fra i due sistemi di spedizione.

Dalla lettura dei risultati emerge che la fase di tiraggio presso il vivaio è pressochè uguale e che la sostanza di conservazione inserita in acqua non incide in maniera significativa sull'impatto, per quanto riguarda il confezionamento il sistema innovativo ha un impatto maggiore poichè oltre alla scatola si utilizzano delle buste in plastica da mettere sottovuoto, le differenze maggiori, però risultano nella fase di spedizione dove il trasporto in aereo è decisamente peggiore dal punto di vista degli impatti ambientali e considerando che nella fase di sistema di conservazione, confezionamento e trasporto del ruscus la spedizione è quella che incide con percentuali maggiori sugli impatti dei vari indicatori dal bilancio complessivo del confronto emerge un vantaggio nell'utilizzo del sistema nave per la spedizione del ruscus.

4.4.1- Impatti della coltivazione

La fase di coltivazione del Ruscus rimane uguale indipendentemente dalla tipologia di conservazione e spedizione, il contributo di questa fase sul ciclo di vita completo dei due sistemi viene illustrato nei grafici successivi (Fig. 7 e 8).

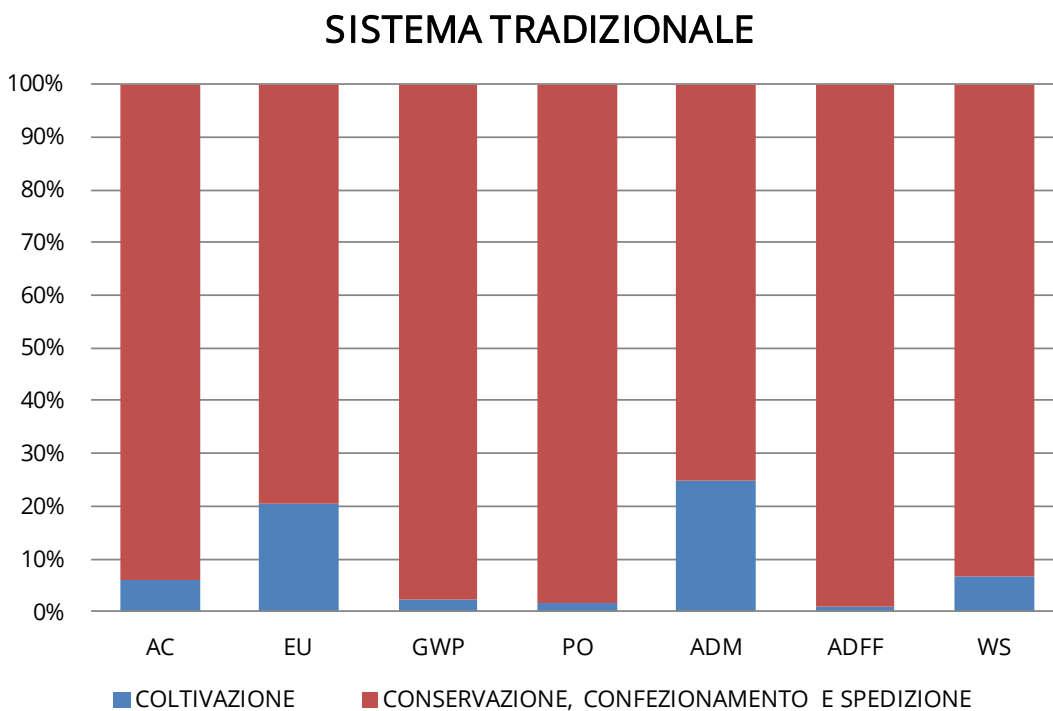


Fig. 7 - Contributo della coltivazione sul ciclo di vita della produzione e spedizione del Ruscus - sistema tradizionale.

SISTEMA INNOVATIVO

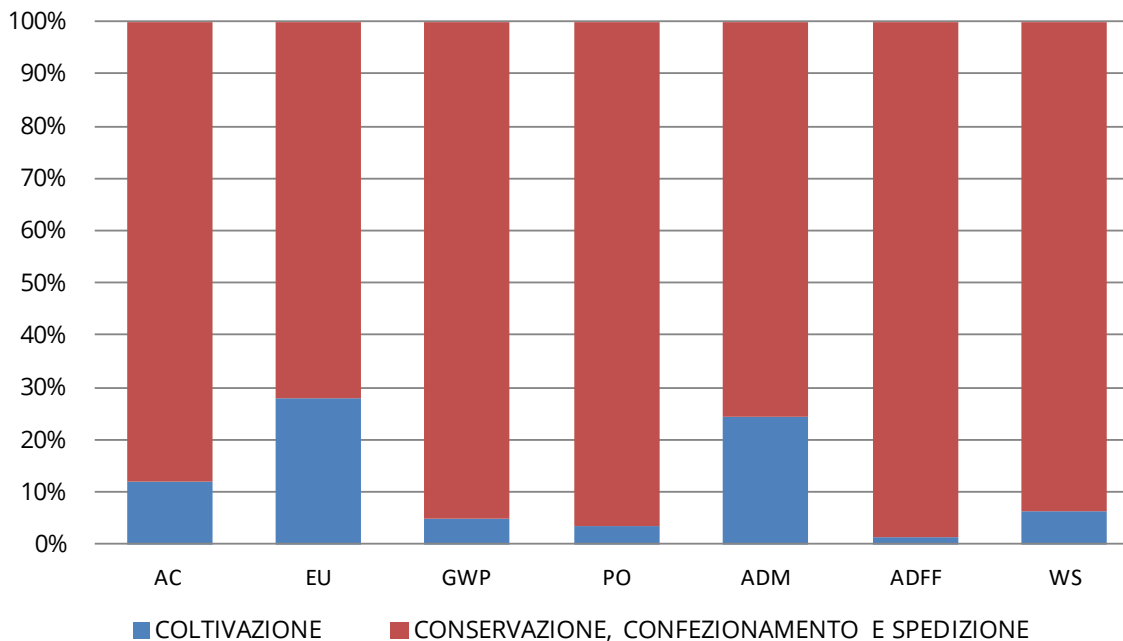


Fig. 8 - Contributo della coltivazione sul ciclo di vita della produzione e spedizione del Ruscus - sistema innovativo.

Per approfondire verifichiamo, comunque, quali sono le cause dei potenziali impatti per la coltivazione del Ruscus, i valori di impatto sono riferiti a 1 kg di Ruscus raccolto annualmente.

POTENZIALI IMPATTI - Coltivazione Ruscus							
CATEGORIA IMPATTO	udm	Rete ombreggiatura	Operazioni Pre-impianto Ruscus	Operazioni Anno 1 Ruscus	Operazioni Anno 2 Ruscus	Trattamenti Ruscus	TOT
Global warming potential	kg CO _{2eq}	0,0193	0,1307	0,0010	0,0590	0,0864	0,2964
Acidification	kg SO _{2eq}	6,28E-05	0,002063	7,94E-06	0,0008	0,0006	0,0035
Eutrophication	kg PO _{4--eq}	3,13E-05	0,001817	1,89E-06	0,0002	0,0012	0,0033
Photochemical Oxidation	kg C ₂ H _{4eq}	0,00010	0,00042	1,07E-05	7,05E-05	0,0003	0,0009
Abiotic Depletion Elements	kg Sb eq	1,54E-08	9,07E-07	1,78E-08	6,28E-07	9,44E-06	1,1E-05

Abiotic Depletion Fossil Fuels	MJ	0,2013	0,7409	0,0127	0,4660	0,7812	2,2020
Water scarcity	m ³ eq	0,0011	0,0115	0,0001	0,0138	0,2422	0,2687

Tab. 8 – Potenziali impatti ambientali della fase di coltivazione del Ruscus (UF=1 kg).

Se proiettiamo gli impatti a tutti i 25 anni i valori di impatto sono quelli indicati nella tabella successiva.

POTENZIALI IMPATTI - Coltivazione Ruscus (25 anni)							
CATEGORIA IMPATTO	udm	Rete ombreggiatura	Operazioni Pre-impianto Ruscus	Operazioni Anno 1 Ruscus	Operazioni Anno 2 Ruscus	Trattamenti Ruscus	TOT
Global warming potential	kg CO ₂ eq	0,72	23,72	0,09	8,68	6,49	39,70
Acidification	kg SO ₂ eq	0,36	20,89	0,02	2,73	13,94	37,94
Eutrophication	kg PO ₄ - _{eq}	221,77	1503,23	11,76	678,62	993,51	3408,88
Photochemical Oxidation	kg C ₂ H ₄ eq	1,18	4,81	0,12	0,81	3,49	10,41
Abiotic Depletion Elements	kg Sb eq	0,0002	0,0104	0,0002	0,0072	0,1085	0,1266
Abiotic Depletion Fossil Fuels	MJ	2314,46	8520,45	145,68	5359,16	8983,74	25323,49
Water scarcity	m ³ eq	12,21	132,71	1,19	158,33	2785,66	3090,11

Tab. 9 – Potenziali impatti ambientali della fase di coltivazione del Ruscus per tutti i kg raccolti in 25 anni.

In quasi tutti gli indicatori la fase di pre-impianto è quella più impattante poichè è quella preparatoria del terreno per la messa a dimora delle piante e che presuppone maggiori lavorazioni e utilizzo di fertilizzanti, a seguire incidono i trattamenti effettuati ogni anno e le operazioni del secondo anno dove è necessaria un'ulteriore fertilizzazione, la rete per l'ombreggiatura, invece, non ha un peso eccessivo poichè l'utilizzo dei materiali viene ammortizzato nei 25 anni.

In entrambi i sistemi, comunque, la fase di coltivazione non ha un peso preponderante e pertanto, intervenire sulle fasi a valle della filiera, e in particolare sulla spedizione, risulta essere una direzione efficace per la riduzione degli impatti del ciclo di vita del Ruscus.

BIBLIOGRAFIA

- UNI EN ISO 14040:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2021, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- CML-IA baseline version 4.7 August 2016.
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 2006, Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application".