



Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Dipartimento di Economia, Ingegneria, Società e Impresa

Corso di Dottorato di Ricerca in

Economia, Management e Metodi Quantitativi - XXXVII ciclo

Valorizzazione degli scarti del settore olivicolo-oleario: un nuovo modello di business circolare

ECON/10

Tesi di dottorato di:

Dott.ssa Mariagrazia Provenzano

Coordinatore del corso

Prof. Giulio Guarini

Tutore

Prof. Alessandro Ruggieri

A.A. 2023/24 (A.Y. 2023/24)

Sommario

Introduzione	3
Capitolo 1. Analisi del contesto di riferimento	6
1.1 La filiera olivicola olearia	9
1.2 Le politiche di riferimento sugli scarti agroalimentari.....	14
Capitolo 2. L'Economia Circolare nel settore olivicolo-oleario	21
2.1 Definizione economia circolare	21
2.2 Politiche dell'economia circolare.....	23
2.3 Modelli di business circolari	27
Capitolo 3. Valorizzazione dei sottoprodotti: l'analisi della letteratura	30
3.1 Studi precedenti sulla valorizzazione degli scarti nel settore olivicolo-oleario - Gap e domande di ricerca.....	30
3.2 Metodologia	38
3.3 Analisi descrittiva del campione	42
3.4 Material Evaluation.....	46
3.5 Identificazione di nuove filiere produttive.....	54
Conclusioni	69
Bibliografia	72

Introduzione

L'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) stima che la produzione agricola destinata al consumo alimentare dovrà aumentare del 70% entro il 2050 per soddisfare la crescente domanda, suggerendo un incremento medio annuo di circa l'1,2% (Alexandratos & Bruinsma, 2012). Tuttavia, la disponibilità limitata di risorse naturali spinge verso un aumento del consumo di energia e all'uso di materiali come i pesticidi chimici per massimizzare i raccolti (Ghatrehssamani et al., 2016). Sebbene i sistemi agroalimentari abbiano aumentato le rese e la produzione, c'è stato un concomitante aumento della produzione di rifiuti organici, con conseguenti impatti negativi sull'ambiente, sulla società e sull'economia (Mohan et al., 2016). La gestione dei rifiuti non è solo una questione ambientale, ma anche un problema di utilizzo delle risorse (Tsui & Wong, 2019). Il settore agroalimentare rappresenta storicamente uno dei principali produttori di rifiuti, coinvolgendo anche le fasi di lavorazione e trasformazione industriale delle materie prime (Charatsari et al., 2022; Girotto et al., 2015). In questo scenario, fattori come l'intensificazione delle attività, l'uso inefficiente delle risorse e la meccanizzazione contribuiscono significativamente alle emissioni di gas serra, aggravando il cambiamento climatico globale (Scherhaufer et al., 2018). L'accumulo di rifiuti non comporta solo una perdita economica per i produttori, ma limita anche la possibilità di recuperare il capitale investito, impedendo di valorizzarlo attraverso la trasformazione in nuove materie prime e profitto (Chiaraluce et al., 2023).

Pertanto, risulta fondamentale ottimizzare la gestione delle risorse attraverso strategie di recupero dei rifiuti (Tsui & Wong, 2019). Grazie alla diversificazione delle filiere produttive e alle loro peculiarità, il settore agroalimentare si distingue per la capacità di trasformare i rifiuti in una risorsa di valore, promuovendo il loro utilizzo in modo sostenibile ed efficiente (Rosenberg, 2021). Ad esempio, i rifiuti alimentari possono essere utilizzati nei processi di compostaggio industriale (Girotto et al., 2015) o trasformati in ingredienti funzionali per migliorare le proprietà nutrizionali degli alimenti trasformati (Mirani & Goli, 2021). Inoltre, la conversione dei rifiuti in biocarburanti e, più in generale, il recupero di bioprodotto dai flussi di rifiuti ha un grande potenziale per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità energetica e delle risorse. Questo cambio di prospettiva, che trasforma i rifiuti in una risorsa, vede nell'economia circolare un'alternativa cruciale all'economia lineare, definita da sovrapproduzione e rifiuti. Un fattore chiave che distingue i due modelli economici è la capacità dei sistemi circolari di garantire che i prodotti mantengano il loro valore aggiunto trasformando ogni prodotto di scarto in una risorsa (Abbate et al., 2024). Il trattamento dei rifiuti non si limita quindi ad una mera attività di smaltimento ma diventa un'opportunità di recupero e valorizzazione, riducendo la pressione sulle

risorse naturali. L'economia circolare ha l'obiettivo di ridurre i rifiuti trasformandoli in nuove risorse preziose, promuovendo il riutilizzo e l'up-cycling all'interno dei sistemi biologici ed economici.

L'industria olivicola-olearia è una delle filiere agroalimentari più studiate in termini di sostenibilità ambientale grazie al suo ruolo significativo nella produzione economica e nel commercio internazionale. Secondo la FAO, le colture di semi oleosi, insieme a radici e tuberi, producono la più alta percentuale di rifiuti (FAO, 2019). Tra le colture oleaginose, l'olio d'oliva rappresenta una delle industrie alimentari più critiche, soprattutto nei paesi mediterranei (El Gnaoui et al., 2020; Salomone et al., 2010). Nel 2023, il Consiglio oleicolo internazionale ha riferito che la produzione mondiale di olio d'oliva aveva raggiunto i 3 milioni di tonnellate (The International Olive Oil Council, 2023). L'Unione Europea è il primo produttore, consumatore ed esportatore mondiale di olio d'oliva (European Commission, 2023), eppure alcuni paesi del Medio Oriente (Turchia, Siria e Giordania) e del Nord Africa (Tunisia, Marocco) hanno guadagnato posizioni come produttori di olive negli ultimi decenni (Hernández, 2018).

La filiera dell'olio d'oliva genera residui sia durante la fase di coltivazione, come legno, rami e foglie, sia nella fase di trasformazione, con sottoprodotti quali sansa di oliva, acque reflue dei frantoi e noccioli di oliva (Falcone et al., 2022). Pertanto, è necessario adottare strategie per migliorare la sostenibilità della filiera olivicola e massimizzare le risorse disponibili (Chen & Zhang, 2015). L'adozione dell'economia circolare, in questo senso, mira a ottimizzare l'uso delle risorse attraverso il recupero e il riutilizzo (Cozma et al., 2020; Gebremikael et al., 2020). Inoltre, la gestione di questi sottoprodotti in un'ottica di economia circolare potrebbe ridurre i costi di smaltimento e offrire nuove opportunità di sviluppo economico (Chkareuli et al., 2024). Queste includono la fornitura di materiali a basso costo per le nuove imprese attraverso il riciclaggio, la creazione di reddito e opportunità di lavoro e la protezione dell'ambiente riducendo gli effetti negativi dei rifiuti.

Il progetto di ricerca ha come obiettivo quello di definire nuove filiere produttive sostenibili, a partire dagli scarti della filiera olivicola-olearia, e costruire un modello di business circolare che, partendo da una coltivazione sostenibile degli ulivi, consenta di generare nuove opportunità economiche attraverso il riutilizzo e l'integrazione dei sottoprodotti all'interno della stessa filiera olivicola-olearia. Alla luce di queste evidenze, il presente lavoro è articolato in tre capitoli. I primi due capitoli teorici descrivono il contesto di riferimento e identificano le connessioni tra il settore olivicolo-oleario e l'economia circolare. Il terzo capitolo mostra la metodologia, descrive i risultati e presenta il modello concettuale di filiere produttive sostenibili. Infine, sono riportate le conclusioni del lavoro.

Nel primo capitolo viene discusso il contesto di riferimento, ossia la filiera olivicola-olearia, andando a descrivere il ruolo che ricopre nell'industria e nell'economia, le fasi che la compongono con i relativi scarti prodotti in ogni fase della filiera e il quadro politico di riferimento in merito agli sprechi

agroalimentari. Nel secondo capitolo vengono identificate le connessioni tra la filiera e l'economia circolare. L'economia circolare nella filiera agri-food trova numerose applicazioni, in questo capitolo vengono identificate le chiavi verso un suo sviluppo concreto.

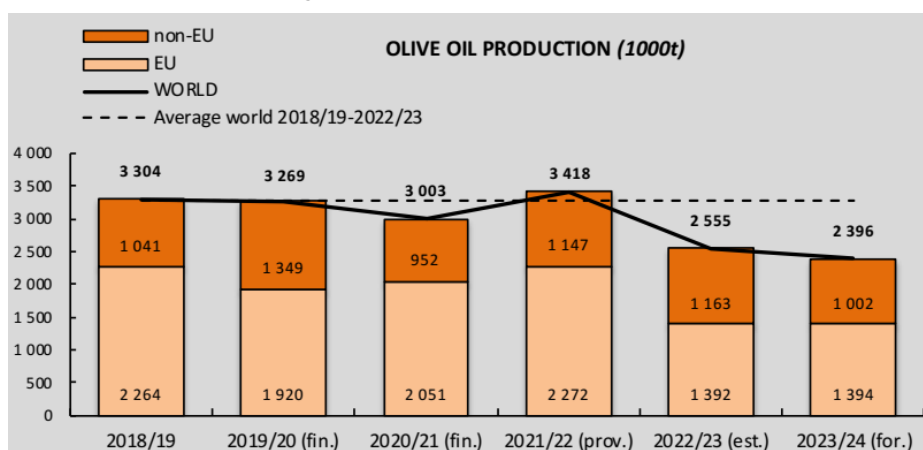
Il terzo capitolo presenta gli studi precedenti condotti in letteratura per individuare il gap e per elaborare le domande di ricerca. L'obiettivo è quello di comprendere lo stato dell'arte sull'applicazione dell'economia circolare nel supportare le aziende del settore olivicolo-oleario nell'affrontare la sfida globale della sostenibilità. Viene di seguito illustrata la metodologia, una revisione sistematica della letteratura, con lo scopo di fornire un framework al fine di posizionare in modo appropriato i risultati. Di conseguenza, vengono presentati e discussi i risultati ottenuti. La revisione sistematica della letteratura ha evidenziato la capacità di fornire una panoramica degli studi che esaminano il ruolo dell'economia circolare nel supportare le aziende del settore olivicolo-oleario nella trasformazione dei rifiuti in risorse utili e l'identificazione sia dei sottoprodotti generati che dei settori merceologici coinvolti. La ricerca permette l'adozione di strategie sostenibili a livello istituzionale e industriale. In particolare, lo studio si propone come uno strumento pratico per supportare le imprese del settore olivicolo-oleario nelle decisioni strategiche e operative legate alla gestione degli scarti della filiera. Attraverso un'analisi approfondita, vengono individuati i settori e le applicazioni in cui i residui possono essere riutilizzati in modo efficace, contribuendo non solo alla riduzione degli sprechi ma anche alla creazione di valore.

Dal punto di vista gestionale, il lavoro offre alle imprese linee guida e strumenti utili per trasformare i sottoprodotti in risorse economiche, favorendo la nascita di nuovi flussi di reddito. Inoltre, questa prospettiva favorisce lo sviluppo di una visione integrata, in cui l'intero ciclo produttivo dell'olio d'oliva viene ripensato in chiave circolare. Le imprese del settore possono così contribuire attivamente alla mitigazione degli impatti ambientali, adottando un modello economico più resiliente e responsabile, capace di generare benefici sia per l'ecosistema che per il tessuto economico.

Capitolo 1. Analisi del contesto di riferimento

Il settore olivicolo-oleario affronta da diversi anni una crisi, dovuta sia ad una produttività altalenante, che ad una generale tendenza di produzione decrescente (European Commission, 2023). La figura 1 mostra l'andamento della produzione (in migliaia di t) dal 2018 al 2024 nel mondo, distinguendo la produzione dei Paesi europei ed extra europei. Un primo aspetto osservabile è che i Paesi europei producono da soli più olio del resto del mondo, difatti l'Europa ha prodotto 1,37 milioni di tonnellate di olio, di cui 700.000 solo della Spagna. Questa differenza di produzione è stata molto marcata fino al 2021, mentre i raccolti del 2022 e del 2023 evidenziano un forte calo produttivo in Europa, a fronte di una produzione relativamente stabile nel resto dei Paesi del mondo.

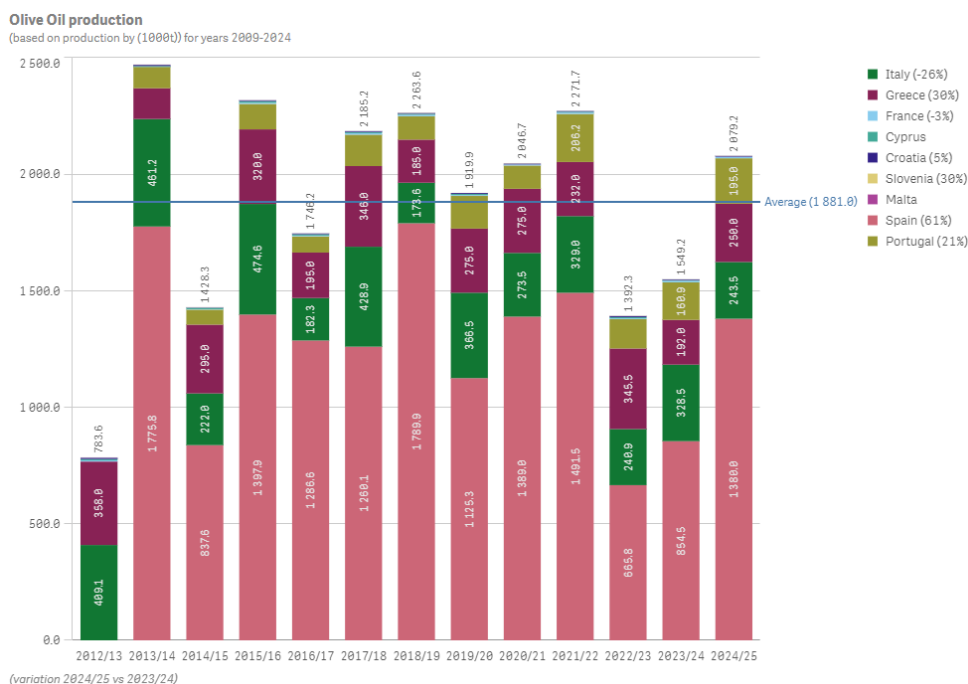
Figura 1. Produzione olio d'oliva.



Fonte: agridata.ec.europa.eu

A livello europeo, la produzione si è mostrata ugualmente altalenante, con un drastico calo della produzione negli ultimi due anni (Figura 2).

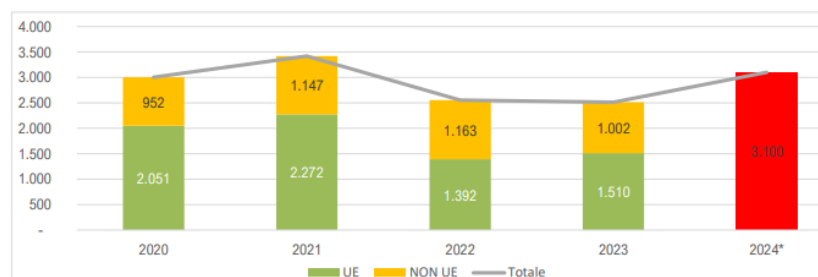
Figura 2. Produzione olio d'oliva a livello europeo.



Fonte: agridata.ec.europa.eu

Al contrario, le prime stime produttive sulla campagna 2024/25 indicano un aumento dei volumi rispetto ai 2,4 milioni di tonnellate di quella precedente (ISMEA) (Figura 3).

Figura 3. La produzione mondiale di olio di oliva (migliaia di tonnellate).



Fonte: elaborazioni Ismea su dati COI e Commissione Ue; *Stime Ismea su fonti diverse

Per quasi tutti i principali competitor, la campagna 2024/25 sembra essere più abbondante della precedente a partire dalla Turchia che potrebbe arrivare a 340 mila tonnellate. Molto positive le aspettative anche per Tunisia e Grecia mentre per il Portogallo è stimata una sostanziale stabilità. Situazione diversa per l'Italia, unico dei grandi paesi produttori ad avere raccolti inferiori rispetto a quelli della campagna precedente (ISMEA)(Figura 4).

Figura 4. I principali Paesi produttori di olio di oliva (migliaia di tonnellate).

	2023/2024	2024/2025*	VAR%	
Spagna	853	1.350	58,3%	↑
Turchia	210	340	61,9%	↑
Tunisia	200	315	57,5%	↑
Grecia	155	250	61,3%	↑
Italia	328	224	-32,0%	↓
Portogallo	158	160	1,3%	↑
MONDO	2.512	3.100	+23%	↑

Fonte: elaborazioni Ismea su dati COI e Commissione Ue; * Stime Ismea su fonti diverse

Per quanto riguarda il consumo, la domanda globale di olio d'oliva per il 2023/2024 è stata stimata in circa 2,69 milioni di tonnellate, in calo rispetto ai 2,83 milioni di tonnellate del 2022/2023. Questo decremento è attribuibile principalmente all'aumento dei prezzi, che ha influenzato negativamente il consumo in diversi mercati (The International Olive Oil Council, 2023). In Europa, i principali consumatori di olio d'oliva sono la Grecia, con un consumo pro capite di circa 24 litri all'anno, seguita da Spagna e Italia, con consumi rispettivamente di 15 e 13 litri pro capite (*North American Olive Oil Association*, n.d.). Negli Stati Uniti, il consumo pro-capite è di circa 1 litro all'anno, evidenziando un potenziale di crescita in questo mercato (*North American Olive Oil Association*, n.d.).

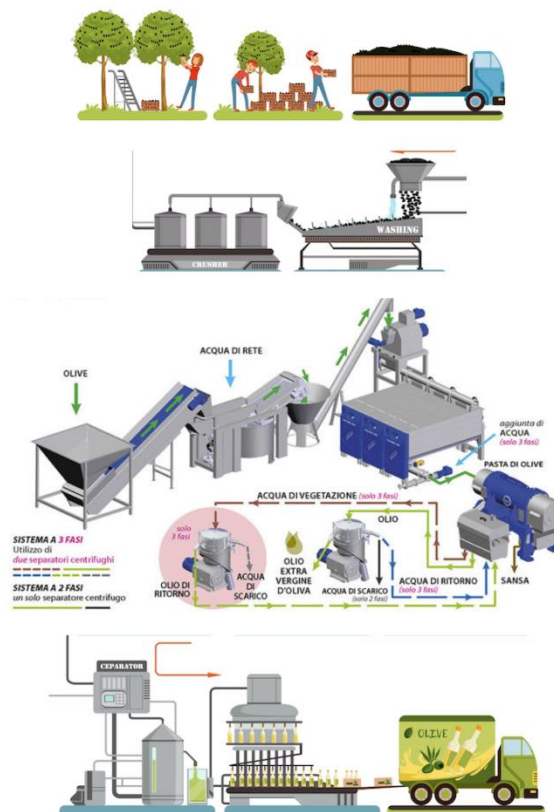
La struttura dell'industria olivicola mondiale è molto complessa e variegata e ciò è dovuto a numerosi fattori, quali:

- i principali Paesi produttori sono quelli dell'area mediterranea, comprendenti sia Paesi dell'Unione Europea che extra, ma negli ultimi anni si è assistito all'arrivo sul mercato di nuovi Paesi produttori come l'Argentina (The International Olive Oil Council, 2023).
- variano notevolmente in dimensioni, da molto piccole a molto grandi. La produzione è molto frammentata, con aziende molto piccole, soprattutto in Spagna, Italia, Grecia e Portogallo, dove è caratterizzata da numerosi piccoli coltivatori organizzati in cooperative per la lavorazione delle olive e l'ottenimento dell'olio o la vendita diretta delle olive alle aziende di trasformazione (De Gennaro et al., 2012). Le operazioni di lavorazione, invece, sono più concentrate e si assiste anche a una crescente presenza di aziende multinazionali dell'imbottigliamento industriale che stanno progressivamente cambiando le regole della competizione di mercato;
- adottano un'ampia varietà di sistemi produttivi, anche all'interno dello stesso Paese. L'industria olearia si differenzia per il tipo di coltivazione, per il livello di meccanizzazione delle operazioni di raccolta e potatura e per il metodo utilizzato per l'estrazione dell'olio (Salomone et al., 2015).

1.1 La filiera olivicola olearia

Una *supply chain* è una rete di organizzazioni che sono coinvolte, attraverso collegamenti a monte e a valle, nelle diverse fasi e attività che producono valore sotto forma di prodotti e servizi forniti al consumatore finale (Christopher, 2022). Secondo questa definizione, la filiera dell'olio d'oliva può essere descritta come segue (Niaounakis & Halvadakis, 2006), utilizzando le diverse fasi del prodotto oleario: coltivazione, produzione dell'olio d'oliva, filtrazione e imbottigliamento (Salomone 2015) (Figura 5).

Figura 5. Fasi della filiera olivicola – olearia.



Fonte: la figura è stata assemblata con le informazioni su web e Olio Cristofaro

La filiera olivicola non si limita alla produzione di olio ma, sia nell'oliveto che durante la fase di produzione dell'olio d'oliva, vengono generate enormi quantità di rifiuti e sottoprodotti che oggi sono considerati una risorsa economica per il loro ricco contenuto di composti preziosi (Gullon et al., 2020).

1.1.1 Fase di coltivazione

La fase di coltivazione prevede diversi passi, come la gestione del terreno, la potatura, la concimazione, l'irrigazione, il trattamento dei parassiti e la raccolta. Ognuno di questi passi può essere effettuato con modalità diverse a seconda della tipologia di alberi, secolari o nuovi impianti intensivi, per cui per cui lo studio della filiera deve includere il miglioramento genetico e la piantumazione di alberi; dell'impianto di irrigazione utilizzato, a secco o a goccia; delle pratiche colturali, convenzionali, biologiche o integrate, e dai fertilizzanti e trattamenti antiparassitari; dalla gestione del terreno, potatura e raccolta, valutando se sono manuali o meccanizzate.

La coltivazione dell'olivo può essere gestita attraverso diversi approcci, determinando un'ampia variabilità negli impatti ambientali a seconda delle zone di produzione. In termini generali, è possibile distinguere tre principali tipologie di impianti:

1. Piantagioni tradizionali a basso input, caratterizzate da alberi secolari disposti in modo irregolare, spesso su terrazzamenti, con una gestione che richiede ridotti o nulli input chimici

- e un elevato impiego di manodopera. Questa tipologia ha il minore impatto ambientale e contribuisce alla conservazione della biodiversità e al mantenimento del valore paesaggistico.
2. Piantagioni tradizionali intensificate, che condividono alcune caratteristiche delle prime, ma introducono pratiche come l'aumento della densità arborea, la gestione del suolo con fertilizzanti chimici, l'irrigazione, l'uso di pesticidi e la raccolta meccanica.
 3. Piantagioni moderne intensive, contraddistinte da una densità elevata di piccoli alberi e da una gestione fortemente meccanizzata che include ampio uso di sistemi di irrigazione.

Le piantagioni tradizionali a basso input si distinguono per il loro ruolo positivo nell'ecosistema, mentre le altre due tipologie possono generare rilevanti problematiche ambientali, tra cui erosione del suolo, deflusso superficiale, degrado di habitat e paesaggi, nonché il sovrasfruttamento delle risorse idriche limitate (Beaufoy, 2000).

Durante la crescita dell'olivo, è necessario seguire il suo processo di maturazione perché è una questione critica decidere il miglior momento di raccolta nella produzione di olio extravergine di oliva, in quanto la raccolta determina la resa, la qualità e il costo di produzione dell'olio (Nasini & Proietti, 2014).

Anche la fase di raccolta riveste un'importanza cruciale, poiché successivamente si verificano variazioni nel livello di acidità e in altre caratteristiche delle olive. Sebbene la raccolta manuale sia considerata il metodo più efficace, il suo costo elevato rappresenta un limite significativo. In alternativa, la raccolta meccanica, se eseguita con attenzione per preservare l'integrità della buccia del frutto, può garantire risultati soddisfacenti. Dopo la raccolta, le olive vengono inviate ai frantoi e lavorate entro 24 h, al fine di evitare fenomeni fermentativi (Salomone et al., 2015).

Durante la fase di coltivazione e raccolta vengono generati rifiuti quali rami sottili, foglie, rami spessi e legno (Romero-García et al., 2014). Le foglie di olivo sono l'insieme di ramoscelli e foglie accumulati durante i lavori di potatura degli ulivi e di raccolta nell'oliveto, nonché nelle industrie olivicole dopo la pulizia delle olive prima della lavorazione (Abaza et al., 2015).

La sansa fogliare dell'olivo è uno dei principali sottoprodotti dell'olivicoltura in quanto costituisce il 10% dell'intero peso del raccolto di olive, con una resa di circa 7-15 kg per olivo durante la fase di potatura (Loise et al., 2024). Sono noti per le loro proprietà antiossidanti, derivanti da una vasta gamma di composti fenolici e numerosi benefici per la salute associati, tra cui effetti antinfiammatori, ipoglicemizzanti, antipertensivi, e anticolesterolemici (Özcan & Matthäus, 2017).

Le olive vengono conferite al frantoio, solitamente in cassette di plastica, per garantire una maggiore circolazione dell'aria che impedisce l'instaurarsi di fenomeni di fermentazione anaerobica che conducono ad un rapido deterioramento della qualità chimico-fisica ed organolettica dell'olio (Nasini & Proietti, 2014). La lavorazione deve avvenire entro 24-48 ore, in dipendenza dallo stato dei frutti

e della temperatura ambiente. Si passa alla fase di defogliazione e lavaggio, dove un macchinario provvede a separare le olive dalle foglie, dai rametti, dalla terra e dalle pietre che possono essere mescolate ad esse, oltre che a rimuovere i pesticidi, lo sporco e le impurità accumulate durante la raccolta (Salomone et al., 2015).

1.1.2 Fase di produzione

Inizia la fase di molitura (o frangitura), ossia la fase di inizio estrazione dell'olio. Questa fase consiste nella rottura dei frutti che vengono trasformati in una pasta omogenea dalle caratteristiche chimico-fisiche idonee alla successiva fase di gramolazione e, quindi, alla fuoriuscita dell'olio e delle acque di vegetazione. La gramolazione consiste nel lento rimescolamento della pasta ottenuta dalla molitura, per una durata e ad una temperatura che possono essere diverse a seconda della qualità dell'olio che si prevede di ottenere e della pasta in lavorazione.

L'estrazione dell'olio dalle paste gramolate può avvenire essenzialmente in tre modi: il tradizionale discontinuo, il trifasico e il bifasico (Matos et al., 2010). Nel sistema tradizionale, la pasta viene posizionata tra i tappetini di pressatura e viene applicata la pressione per ottenere da un lato una frazione solida (sansa), e dall'altro la miscela di olio e acqua, che viene versata in un serbatoio in cui l'olio e l'acqua si separano (Salomone et al., 2015).

Nel sistema a tre fasi, la prima fase avviene in un decanter in cui ogni fase (solidi insolubili, fase oleosa e fase acquosa) viene separata in base alla propria densità (Baccioni & Peri, 2014). In questa fase, vengono aggiunte alcune quantità di acqua per ottenere, da un lato, un olio chiarificato e dall'altro un olio senza impurità solide e acqua residua (Baccioni & Peri, 2014). Nei sistemi bifase, invece, l'utilizzo di una più efficace tecnologia di centrifugazione consente un minor consumo di acqua totale (solo acqua di lavaggio). Al termine dell'iter, il sistema produce due diverse frazioni, ovvero una fase liquida (olio) e una semisolida (sansa umida). Oggi, il sistema a due fasi è un metodo di estrazione migliorato per l'olio d'oliva (Khdaïr & Abu-Rumman, 2020) e rappresenta l'alternativa attuale ecologica rispetto al tradizionale sistema a tre fasi, consumando meno acqua ed energia e producendo acque reflue di frantoio con un carico inquinante inferiore (Silvestri et al., 2021a).

Le acque reflue sono rifiuti che contengono i tessuti molli del frutto dell'olivo e l'acqua utilizzata nelle varie fasi del processo di estrazione dell'olio (La Scalia et al., 2017). Si caratterizzano per il colore marrone scuro/viola e l'odore intenso. Hanno un alto grado di contaminazione, difficilmente degradabile, leggermente acido, facile da fermentare e con elevata conducibilità elettrica. Contengono alti livelli di composti polifenolici, acidi grassi, proteine e materia organica scarsamente biodegradabile, rendendo il loro trattamento complicato e costoso (Ochando-Pulido & Martínez-Férez, 2017). Inoltre, la loro composizione fisico-chimica è molto variabile, in quanto cambia in funzione dei parametri culturali e climatici, del tipo, della qualità e del grado di maturazione delle

olive trasformate, nonché della fase di estrazione utilizzato per la produzione dell'olio (Lozada et al., 2022). Questa variabilità compositiva determina il carico organico e chimico delle acque reflue, rendendole un potenziale rischio ambientale se non adeguatamente trattate. In particolare, lo scarico non sicuro di queste acque nei sistemi idrici naturali può favorire un rapido incremento della popolazione microbica, causato dall'elevata presenza di composti organici biodegradabili, che, a loro volta, possono alterare gli equilibri ecologici degli ecosistemi acquatici. Questi microrganismi consumano grandi quantità di ossigeno disciolto nell'acqua e quindi riducono la quota disponibile per altri organismi viventi. Ulteriori preoccupazioni sono causate dalle elevate concentrazioni di fosforo nelle acque reflue dei frantoi, poiché se rilasciato nei corsi d'acqua può favorire e accelerare la crescita delle alghe. Inoltre, la presenza di grandi quantità di nutrienti fosforosi nelle acque reflue dei frantoi fornisce un mezzo per la moltiplicazione degli agenti patogeni e l'infezione delle acque. Ciò può avere gravi conseguenze per la vita acquatica locale, così come per gli esseri umani e gli animali che entrano in contatto con l'acqua (Salomone et al., 2015).

Tra i sottoprodotti solidi dell'estrazione dell'olio d'oliva, la sansa di olio d'oliva è il principale rappresentando il 35-40% del peso totale delle olive lavorate nel frantoio (Chanioti & Tzia, 2018). Questo rifiuto organico è formato da noccioli, polpa e bucce di olive frantumate e quantità variabili di acqua a seconda del sistema di estrazione utilizzato per il recupero dell'olio (Chanioti & Tzia, 2018; Romero-García et al., 2014). La composizione di questo residuo può presentare piccole variazioni a seconda della cultivar di olivo, delle condizioni di coltura o della fase di produzione (Romero-García et al., 2014). Il sistema di separazione a due fasi si traduce in una sansa semisolida umida con un contenuto di umidità più elevato (50-70%) rispetto a quello della sansa proveniente da sistemi a tre fasi (40-54%) o da frantoi a presse tradizionali (22-25%) che ne rende difficile la manipolazione e lo stoccaggio (Gullon et al., 2020).

1.1.3 Fase di filtrazione e imbottigliamento

Dopo l'estrazione, l'olio extravergine di oliva è un succo torbido a causa della presenza di particelle solide sospese (dai tessuti vegetali) e micro-goccioline di acqua di vegetazione che possono deteriorare la qualità dell'olio d'oliva (Brkić Bubola et al., 2012). A causa di ciò è necessaria una filtrazione che consiste in una separazione solido-liquido in cui una sospensione torbida passa attraverso un mezzo filtrante, dove vengono trattenute le particelle solide, e si ottiene un liquido più limpido.

L'ultima operazione è la fase di confezionamento. L'olio d'oliva viene spesso venduto sfuso, ai consumatori finali o ad aziende di imbottigliamento nazionali o multinazionali, ma oggi giorno i frantoi imbottigliano direttamente l'olio d'oliva con la propria etichetta. L'olio d'oliva viene

generalmente imbottigliato in contenitori di acciaio inox o in bottiglie di vetro al fine di preservare meglio la stabilità (Gullon et al., 2020; Salomone et al., 2015).

1.2 Le politiche di riferimento sugli scarti agroalimentari

Lo spreco alimentare rappresenta una grave contraddizione nell'attuale sistema agroalimentare globale, caratterizzato da un uso intensivo di risorse naturali. Infatti, mentre circa un terzo della produzione alimentare mondiale, pari a circa 1,3 miliardi di tonnellate per un valore stimato di 990 miliardi di dollari, viene sprecato ogni anno, la stessa produzione alimentare contribuisce significativamente alla pressione sull'ambiente (Migunov et al., 2023). Si stima che il settore rappresenti il 19-29% delle emissioni globali di gas serra (Vermeulen et al., 2012) e utilizzi il 70% delle risorse di acqua dolce disponibili a livello mondiale. Tuttavia, a seconda del protocollo di misurazione adottato, il 30-80% della massa alimentare e del valore nutrizionale viene scartato. Livelli così significativi di spreco non solo acquiscono il degrado delle risorse e contribuiscono ai cambiamenti climatici, ma evidenziano anche le gravi disuguaglianze distributive che alimentano l'insicurezza alimentare globale (Lemaire & Limbourg, 2019). Questo disallineamento sottolinea come il sistema alimentare non solo sprechi una quantità significativa di cibo, ma anche dissipi risorse critiche, aggravando problemi ambientali e sociali. Ridurre lo spreco alimentare diventa dunque una necessità urgente non solo per diminuire l'impatto ambientale complessivo della produzione alimentare, ma anche per affrontare le sfide legate alla giustizia sociale e alla sicurezza alimentare (Kummu et al., 2012).

Lo spreco alimentare non è più un problema isolato legato a specifici punti della filiera agroalimentare, ma una questione sistemica radicata nella struttura e nelle dinamiche più ampie del sistema alimentare globale. In particolare, il problema dello spreco alimentare deriva da interazioni complesse e interconnesse tra i diversi attori della catena di approvvigionamento alimentare. Un esempio evidente è il rapporto tra coltivatori e supermercati. I coltivatori, per rispettare le richieste dei rivenditori, spesso producono quantità superiori alla domanda effettiva per far fronte a eventuali perdite o standard qualitativi rigidi imposti dai supermercati. Questi standard possono includere requisiti estetici per frutta e verdura che portano allo scarto di prodotti perfettamente commestibili ma non conformi ai parametri richiesti. In questo contesto, la sovrapproduzione e lo spreco diventano elementi inevitabili, nonostante gli sforzi di razionalizzazione da parte dei singoli operatori. Lo spreco alimentare è strettamente legato alle strutture economiche e logistiche dei sistemi alimentari moderni, dove le dinamiche di mercato, le politiche di approvvigionamento e la pressione per massimizzare i profitti creano le condizioni per la generazione di surplus e rifiuti agricoli.

Allo stesso tempo, una parte significativa di questo surplus rimane nei campi, trasformandosi in rifiuti. La mancanza di infrastrutture adeguate al recupero, la trasformazione o la distribuzione del surplus impedisce di dare un uso benefico a queste eccedenze. Di conseguenza, l'onere dello spreco alimentare si concentra soprattutto sui coltivatori, che si trovano ad affrontare perdite economiche significative, mentre gli altri attori della filiera, come i rivenditori, sono meno esposti a tali costi.

Il surplus può assumere due diverse finalità: configurarsi come *rifiuto*, richiedendo pertanto un adeguato smaltimento; configurarsi come *sottoprodotto*.

I sottoprodotti rappresentano residui utilizzati come materie prime secondarie per la creazione di un prodotto diverso da quello originario, trovando una nuova destinazione attraverso il loro impiego in un altro processo produttivo, anche in settori differenti rispetto a quello in cui sono stati generati. Secondo le disposizioni regolate dall'articolo 184-bis del D.Lgs. 152/06, la definizione di sottoprodotto deve rispettare le seguenti condizioni:

- Deve derivare da un processo di produzione, costituendone parte integrante, con uno scopo primario diverso dalla creazione di tale sostanza o oggetto;
- È certo che sarà utilizzato durante lo stesso o un successivo processo produttivo o di utilizzo, da parte del produttore o di terzi;
- Può essere impiegato direttamente senza ulteriori trattamenti;

In caso non si rispettino le condizioni sopra citate, il residuo deve essere trattato come rifiuto (Marcolin, 2024).

Questa distinzione non è soltanto teorica, ma rappresenta un elemento chiave per la definizione di strategie coerenti e sostenibili. Per guidare tali processi, è necessario fare riferimento a politiche globali e regionali che stabiliscano obiettivi chiari e linee guida operative. A livello internazionale, documenti fondamentali come l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e le Linee Guida della FAO sulla riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari forniscono un quadro strategico per promuovere un uso efficiente delle risorse e ridurre l'impatto ambientale.

A livello europeo, invece, la strategia Farm to Fork si pone come pilastro del Green Deal, con l'obiettivo di creare un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente. Queste politiche, globali ed europee, costituiscono il punto di partenza per implementare soluzioni integrate e sostenibili che consentano di ridurre lo spreco alimentare e valorizzare le eccedenze agricole.

1.2.1 Politiche globali – Agenda 2030

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, adottata nel 2015 dalle Nazioni Unite, è un potente quadro d'azione universale per porre fine alla povertà estrema, combattere le disuguaglianze, promuovere la pace e la giustizia e proteggere il pianeta (United Nations, 2015). Questa iniziativa

universale mira a promuovere un futuro sostenibile e inclusivo attraverso l'implementazione di 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs) e 169 target specifici. Gli SDGs coprono una vasta gamma di tematiche interconnesse, tra cui la lotta alla povertà, la promozione della salute e dell'educazione, la protezione dell'ambiente e la transizione verso modelli di produzione e consumo sostenibili (United Nations, 2015).

L'Agenda evidenzia l'importanza di coinvolgere non solo i governi, ma anche i cittadini, le imprese, le organizzazioni della società civile e altri attori chiave come partner attivi nella gestione delle sfide globali, complesse e interconnesse. In particolare, incoraggia le aziende a sfruttare l'innovazione per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile e affrontare i problemi più urgenti della società. Inoltre, pone l'accento sul rafforzamento del legame tra scienza e politica, promuovendo l'utilizzo di dati concreti come base per supportare i decisori politici nell'attuazione degli obiettivi e adottare soluzioni informate per le sfide contemporanee. Tra queste, la gestione degli scarti agroalimentari e la riduzione dello spreco alimentare emergono come priorità trasversali, direttamente o indirettamente legate a vari obiettivi dell'Agenda.

Uno degli obiettivi principali legati a questa problematica è l'SDG 12: "Garantire modelli sostenibili di produzione e consumo". Questo obiettivo mira a promuovere l'efficienza nell'uso delle risorse naturali e a ridurre al minimo gli impatti ambientali delle attività umane. In particolare, il target 12.3 è specificamente dedicato alla riduzione dello spreco alimentare: si propone di dimezzare, entro il 2030, lo spreco alimentare pro capite a livello di vendita al dettaglio e consumo, nonché di ridurre significativamente le perdite lungo l'intera filiera produttiva, dalla produzione agricola alla distribuzione (United Nations, 2015).

Il raggiungimento del Goal 12 è fondamentale anche in funzione degli altri obiettivi dell'Agenda 2030. Difatti, questo obiettivo è collegato ad altri obiettivi di Sviluppo Sostenibile, quali sconfiggere la fame nel mondo e migliorare la nutrizione (SDGs 2 e 3), ridurre le pressioni sulle risorse naturali e sull'ambiente (SDG 13) (Giannetti & Livi, 2021).

Secondo l'SDG 2, gli elementi elencati come: "porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile" richiedono, tra gli altri fattori, la riduzione al minimo delle perdite e degli sprechi alimentari per ottenere una produzione agricola efficiente e sostenibile. Allo stesso modo, fattori come l'aumento della disponibilità di cibo o il raggiungimento di sistemi alimentari più resilienti faciliterebbero questo obiettivo. SDG 3, "Garantire una vita sana e promuovere il benessere per tutti a tutte le età", al fine di ridurre le malattie legate all'acqua, all'inquinamento e alle sostanze chimiche pericolose attraverso una gestione intelligente dei rifiuti (González-Sánchez et al., 2023).

L'SDG 13: "Promuovere azioni urgenti per combattere il cambiamento climatico e le sue conseguenze", offre un ulteriore collegamento con il tema degli scarti agroalimentari. La produzione di cibo, infatti, è responsabile di una percentuale significativa delle emissioni globali di gas serra, e lo spreco alimentare aggrava ulteriormente il problema, generando emissioni inutili legate alla produzione, al trasporto e allo smaltimento del cibo non consumato. Ridurre gli sprechi e valorizzare gli scarti agroalimentari può contribuire a mitigare l'impatto climatico del sistema alimentare globale, anche attraverso l'utilizzo di tecnologie più ecologiche e pulite per il trattamento dei rifiuti (González-Sánchez et al., 2023).

Inoltre, il documento Agenda 2030 individua l'obiettivo di ridurre del 50% entro il 2030 gli sprechi alimentari globali pro capite a livello di vendita al dettaglio e da parte dei consumatori e di ridurre le perdite alimentari lungo le catene di produzione e di approvvigionamento, comprese le perdite durante la fase della produzione primaria, del trasporto e dello stoccaggio. Di conseguenza, appare evidente che la problematica degli sprechi alimentari coinvolge tutta la filiera, dalla produzione agricola fino al consumo, e dunque si presenta come un tema estremamente complesso, comportando l'individuazione di differenti sistemi di intervento a seconda della specifica fase produttiva sulla quale si interviene (Costantino, 2018).

L'Agenda 2030 sottolinea inoltre l'importanza di promuovere un'economia circolare, che vede negli scarti non un problema, ma una risorsa. Gli scarti agroalimentari possono essere trasformati in risorsa energetica, come i rifiuti di biomassa e la pirolisi ((Costantino, 2018; González-Sánchez et al., 2023). Tuttavia, l'implementazione di questi obiettivi richiede una stretta collaborazione tra governi, settore privato, organizzazioni non governative e cittadini. Solo un approccio integrato può affrontare le sfide sistemiche che caratterizzano il problema dello spreco alimentare e garantire che gli impegni dell'Agenda 2030 si traducano in risultati concreti e duraturi (FAO, 2019).

1.2.2 Politiche globali – Linee guida FAO

Le linee guida della FAO sulla riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari si collocano all'interno degli obiettivi globali dell'Agenda 2030, contribuendo direttamente al raggiungimento del Goal 12 e, in particolare, del target 12.3.

La FAO sottolinea come le perdite alimentari, che avvengono prevalentemente nelle fasi di produzione, raccolta e trasformazione, siano spesso causate da inefficienze infrastrutturali e gestionali, mentre lo spreco alimentare, più frequente nelle fasi di distribuzione e consumo, sia legato a comportamenti e modelli di consumo (FAO, 2019). Di conseguenza è necessario porre l'accento sulla necessità di adottare un approccio integrato che coinvolga tutti gli attori della filiera, dai produttori ai consumatori, passando per decisori politici e imprese.

In questo contesto, le linee guida offrono un quadro strategico per la formulazione di politiche efficaci volte alla riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari. L'approccio delineato si basa su principi chiave che mirano a supportare i decisori politici nella progettazione e nell'implementazione di interventi strutturali e sostenibili:

1. Approccio basato sui dati e sulle evidenze. È fondamentale raccogliere informazioni dettagliate sulle perdite e sugli sprechi alimentari, identificandone le cause principali lungo le diverse fasi della filiera alimentare. L'analisi dei dati consente di focalizzare gli interventi sulle aree a maggiore impatto e di monitorare l'efficacia delle politiche adottate;
2. Prioritizzazione delle azioni. Le politiche devono essere progettate per affrontare le cause principali delle perdite e degli sprechi in modo strategico, dando priorità agli interventi che producono il maggiore beneficio in termini di sicurezza alimentare, sostenibilità ambientale e impatto economico;
3. Coinvolgimento degli stakeholder. La riduzione delle perdite e degli sprechi richiede la collaborazione tra governi, imprese, società civile e consumatori. Ogni attore della filiera alimentare ha un ruolo specifico da svolgere, e il dialogo tra le parti è essenziale per garantire un approccio integrato;
4. Considerazione del contesto locale. Le politiche devono essere adattate alle caratteristiche specifiche di ciascun Paese o regione, tenendo conto delle condizioni economiche, sociali, culturali e infrastrutturali;
5. Sostenibilità economica ed efficienza delle risorse. Le misure per ridurre perdite e sprechi alimentari devono essere economicamente sostenibili e orientate a migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse naturali, riducendo al contempo l'impatto ambientale;

A integrazione di questi principi guida, il rapporto dellaFAO (2019) presenta interventi implementati a livello globale, evidenziando come diverse regioni abbiano affrontato la sfida delle perdite e degli sprechi alimentari attraverso soluzioni innovative e mirate. L'utilizzo di tecnologie innovative e il miglioramento della gestione post-raccolta, ad esempio, affrontano le perdite alimentari nelle prime fasi della filiera. Allo stesso modo, le campagne di sensibilizzazione verso i consumatori si allineano al principio di coinvolgimento degli stakeholder, promuovendo una responsabilità condivisa lungo tutta la catena alimentare. La combinazione di principi guida e interventi pratici dimostra che è possibile affrontare in modo sistematico il problema delle perdite e degli sprechi alimentari, massimizzando i benefici per l'ambiente, l'economia e la società (FAO, 2019).

1.2.3 Politiche europee – Farm to Fork

L'Unione europea ha da tempo mostrato attenzione al tema della riduzione degli sprechi alimentari (Costantino, 2018). Il Green Deal europeo traccia una nuova strategia di crescita sostenibile e

inclusiva per rilanciare l'economia, migliorare la salute e la qualità della vita delle persone e prendersi cura della natura. All'interno del Green Deal, rientra la strategia Farm to Fork, con l'obiettivo di favorire sistemi alimentari sostenibili e riconosce i legami indissolubili tra persone e società sane e un pianeta sano. I sistemi alimentari rappresentano quasi un terzo delle emissioni globali di gas serra, consumano grandi quantità di risorse naturali, provocano perdite di biodiversità e impatti negativi sulla salute e non consentono equi ritorni economici ai produttori primari (European Commission, n.d.).

La transizione verso un sistema alimentare sostenibile può, quindi, generare significativi vantaggi ambientali, migliorare la salute pubblica e promuovere il benessere sociale, contribuendo al contempo a creare opportunità economiche e a orientare la ripresa post-crisi verso un modello più sostenibile. Assicurare un reddito adeguato e stabile ai produttori primari, spesso ancora penalizzati da guadagni insufficienti, rappresenta un elemento cruciale per il successo della ripresa e per il compimento di questa trasformazione (European Commission, n.d.).

La strategia Farm to Fork si concentra sulla gestione dell'ambiente da parte del settore agricolo dell'Unione Europea, nonché sulla sicurezza alimentare e sui risultati della salute umana attraverso quattro aree di miglioramento. Si tratta di (1) produzione alimentare sostenibile, (2) consumo alimentare sostenibile, (3) lavorazione e distribuzione alimentare sostenibili e (4) prevenzione delle perdite e degli sprechi alimentari. In definitiva, la proposta delle strategie rappresenta un cambiamento fondamentale nell'industria agroalimentare dell'Unione Europea (Beckman et al., 2022).

In questo contesto, la lotta contro le perdite e gli sprechi alimentari è fondamentale per conseguire la sostenibilità. Nel 2022, l'Unione Europea ha generato complessivamente oltre 59 milioni di tonnellate di spreco alimentare, equivalenti a circa 132 kg per abitante. Di questa quantità, le famiglie sono responsabili del 54% dello spreco totale, corrispondente a 72 kg per persona. Il restante 46% si distribuisce lungo la filiera alimentare: produzione primaria: 8% (circa 10 kg per abitante); industria della trasformazione alimentare: 19% (circa 25 kg per abitante); ristorazione e servizi di ristorazione: 11% (circa 15 kg per abitante); distribuzione al dettaglio e all'ingrosso: 8% (circa 11 kg per abitante) Eurostat.

Attraverso la strategia Farm to Fork, l'Unione Europea si impegna a dimezzare lo spreco alimentare pro capite a livello di vendita al dettaglio e dei consumatori. La Commissione integra la prevenzione delle perdite e degli sprechi alimentari in altre politiche dell'Unione Europea, riconoscendo che un uso improprio o un'interpretazione errata delle indicazioni di data, come "da consumarsi entro" e "da consumarsi preferibilmente entro", contribuisce in modo significativo allo spreco alimentare. Per affrontare questa problematica, riesamina le norme europee alla luce delle ricerche sui comportamenti dei consumatori (Direttiva 2008/98/CE, 2024).

Oltre a quantificare i livelli degli sprechi alimentari, analizza le perdite che avvengono nella fase di produzione e valuta strategie per prevenirle. Valutare le azioni preventive, infatti, è fondamentale per comprendere i benefici concreti che possono derivarne. La Commissione Europea sottolinea l'importanza di seguire criteri specifici per garantire la qualità e l'efficacia degli interventi: l'efficacia, che considera il successo o meno di un intervento; l'efficienza, che valuta il rapporto tra le risorse necessarie per attuare un'azione preventiva e i risultati ottenuti; la pertinenza, che misura il legame tra l'obiettivo dell'intervento e le esigenze della società; la coerenza, che verifica la logica dell'intervento rispetto ad altre iniziative; e, infine, il valore aggiunto dell'Unione Europea, che rappresenta la somma degli effetti positivi derivanti dal rispetto degli altri criteri (Nicastro & Carillo, 2021).

L'azione coordinata a livello dell'Unione Europea rafforza gli interventi nazionali, mentre le raccomandazioni della piattaforma dell'Unione Europea sulle perdite e gli sprechi alimentari forniscono una guida chiara agli attori coinvolti. Questo approccio integrato e collaborativo, guidato da criteri rigorosi, rappresenta una via strutturata per affrontare efficacemente la sfida dello spreco alimentare, con l'obiettivo di promuovere un sistema alimentare più sostenibile e resiliente (Direttiva 2008/98/CE, 2024)

Capitolo 2. L'Economia Circolare nel settore olivicolo-oleario

Negli ultimi anni è stata evidenziata l'importanza dell'economia circolare per il settore agroalimentare. Nell'Unione Europea, gli sprechi alimentari domestici costituiscono il 54% del totale mentre il restante 46% deriva dalle diverse fasi della catena di approvvigionamento alimentare: il 19% proviene dalla produzione di alimenti e bevande, l'11% dai ristoranti e dai servizi di ristorazione, l'8% dalla vendita al dettaglio e da altri canali di distribuzione; un ulteriore 8% è attribuibile alla produzione primaria (Eurostat, 2022). I flussi di rifiuti sono prodotti in tutte le parti del sistema o delle catene agroalimentari, principalmente a causa di processi e schemi di gestione sovradimensionati, spazialmente o temporaneamente inadeguati. Tuttavia, i rifiuti e i sottoprodotti agricoli possono essere convertiti in risorse preziose, dando vita a nuovi prodotti a valore aggiunto come fonte energetica, fertilizzante, bioplastiche o biomolecole (Kyriakopoulos et al., 2019).

All'interno del sistema agroalimentare mediterraneo, la produzione di olio d'oliva è un elemento chiave. Con oltre 3 milioni di tonnellate di olio d'oliva prodotte a livello globale all'anno, il settore genera enormi quantità di scarti di olive (legno, rami, foglie) e sottoprodotti (sansa di oliva, acque reflue di frantoio, noccioli di oliva) con un'importante impronta ambientale. Questi residui non solo sono indesiderabili in termini di sostenibilità e impatto ambientale, ma creano anche costi elevati per la gestione e lo smaltimento. Gli approcci all'economia circolare possono contribuire a ridurre la quantità di rifiuti generati all'interno della filiera olivicola, valorizzando i rifiuti e i sottoprodotti e passando a modelli di produzione e consumo più sostenibili ed efficienti (Donner & Radić, 2021a).

In questo capitolo verrà spiegato cosa si intende per economia circolare, fornendone una definizione chiara e approfondita, analizzando le politiche che ne promuovono l'adozione e illustrando un metodo di implementazione basato sui nuovi modelli di business circolari.

2.1 Definizione economia circolare

L'Unione Europea, con il Green Deal e la strategia Farm to Fork, pone l'economia circolare al centro della futura crescita industriale verde, nonché come potenziale soluzione vincente nell'industria agroalimentare (Chiaraluce et al., 2023).

L'economia circolare si basa sui principi delle "3R", ovvero "riduzione", "riutilizzo" e "riciclo". La "riduzione" mira a ridurre la quantità di materiali utilizzati per la produzione e il consumo; il "riutilizzo" è un approccio per processi che mira a prolungare il periodo di consumo e produzione pertinenti; il "riciclaggio" è un approccio utilizzato per la produzione finale, che mira a ridurre la capacità di trattamento finale trasformando nuovamente i rifiuti in risorse. Il principio delle "3R" è il

contenuto centrale dell'economia circolare, secondo il quale vengono organizzate le attività economiche in un processo in cui risorse e prodotti possono essere ragionevolmente riciclate per proteggere l'ambiente, ridurre l'inquinamento e raggiungere uno sviluppo economico e sociale sostenibile (Qiao & Qiao, 2013).

In questo contesto, la Ellen MacArthur Foundation ha proposto quattro principi di economia circolare che puntano all'esaurimento delle risorse e alla valutazione dei materiali nel settore industriale: (1) ottimizzazione degli usi delle risorse e dell'energia durante tutto il ciclo di vita, (2) manutenzione e utilizzo di prodotti e componenti per periodi più lunghi, (3) ciclo sistematico dei materiali il maggior numero possibile di volte attraverso usi a cascata e (4) l'uso di materiali puri per migliorare la qualità dell'uso post-vita. In tal senso, il modello economico conveniente di "prendere, produrre, consumare e smaltire" è inadatto; pertanto, la produzione e il consumo dovrebbero essere valutati attraverso l'uso efficiente delle risorse, i modi di produzione energetica e la riduzione dei rifiuti. Questa direzione scientifica ha un impatto sulla creazione di nuovi prodotti, aumenta la competitività in nuovi mercati e promuove la crescita economica sostenibile e l'occupazione senza causare l'impoverimento ambientale. Difatti, l'economia circolare è correlata alla sostenibilità in quanto l'obiettivo è quello di mantenere il valore delle risorse nell'economia il più a lungo possibile, di ridurre al minimo la produzione di rifiuti e trasformarli in risorse e di reintrodurre queste risorse nei processi produttivi (Kyriakopoulos et al., 2019).

In sintesi, l'economia circolare può essere definita all'interno di un quadro di codifica sviluppato in modo iterativo come un sistema economico che sostituisce il concetto di "fine vita" con la riduzione, il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero dei materiali nei processi di produzione, distribuzione e consumo. Inoltre, l'economia circolare opera a livello micro (prodotti, aziende, consumatori), meso (parchi eco-industriali) e macro (città, regione, nazione e oltre), con l'obiettivo di realizzare uno sviluppo sostenibile, creando così contemporaneamente qualità ambientale, prosperità economica ed equità sociale, a beneficio delle generazioni attuali e future. Tutto questo è reso possibile anche grazie al coinvolgimento di nuovi modelli di business e di consumatori responsabili (Kirchherr et al., 2017).

In questo contesto, è importante distinguere tra economia circolare a ciclo chiuso ed economia circolare a ciclo aperto. L'economia circolare a ciclo chiuso si basa su un sistema in cui le risorse e i materiali utilizzati vengono completamente recuperati, riciclati e reintegrati nel medesimo ciclo produttivo, senza la necessità di apportare nuove risorse vergini. Questo approccio mira a creare un sistema autosufficiente in cui gli scarti diventano input per un nuovo modello produttivo, garantendo una massima efficienza e minimizzando l'impatto ambientale (Geissdoerfer et al., 2017). L'economia circolare a ciclo aperto si riferisce a un sistema in cui i materiali e le risorse, pur essendo riutilizzati o riciclati, non rimangono necessariamente all'interno dello stesso ciclo produttivo o settore

industriale. Gli scarti e i sottoprodotti generati in un settore vengono trasformati e utilizzati in altri settori, contribuendo alla diversificazione economica e alla riduzione complessiva degli sprechi (Ghisellini et al., 2016).

2.2 Politiche dell'economia circolare

2.2.1 Pacchetto economia circolare (2018)

Il principio delle 3R (ridurre, riutilizzare e riciclare) rivela che la gerarchia dei rifiuti elenca diverse opzioni per la gestione dei rifiuti da una prospettiva ambientale, dalla migliore (prevenzione dei rifiuti) alla peggiore (smaltimento) (Kyriakopoulos et al., 2019). In tale contesto, il Pacchetto sull'Economia Circolare 2018 è un'iniziativa strategica dell'Unione Europea che mira a favorire il passaggio da un modello economico lineare, caratterizzato da produzione, consumo e smaltimento, a un modello circolare, in cui materiali e risorse vengono riutilizzati e mantenuti nel ciclo economico il più a lungo possibile. Questo pacchetto rappresenta un elemento fondamentale per l'attuazione dell'Agenda 2030 dell'ONU, in particolare degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile relativi alla produzione e al consumo responsabile (SDG 12), alla lotta al cambiamento climatico (SDG 13) e alla gestione sostenibile delle risorse naturali (SDG 15).

In questo contesto emerge una volontà nel definire un percorso sempre più articolato verso l'uso efficiente delle risorse disponibili e nella produzione e gestione dei rifiuti. Di conseguenza, il Pacchetto include una serie di misure legislative, obiettivi specifici e linee guida per gli Stati membri, articolandosi in quattro ambiti principali:

1. Revisione delle direttive sui rifiuti, in cui sono inserite le misure relative ai 1) rifiuti, all'2) imballaggio, alle 3) discariche e ai 4) rifiuti elettronici. In merito alla prima misura, la direttiva fissa nuovi target per il riciclo dei rifiuti urbani e industriali, aumentando il tasso complessivo al 65% entro il 2035 e riducendo la quota di rifiuti destinati alle discariche al massimo al 10%; la misura sugli imballaggi introduce obiettivi specifici per il riciclo degli imballaggi, come il 55% per le plastiche e il 75% per carta e cartone entro il 2030; la misura relativa al punto 3 limita drasticamente il ricorso alle discariche come metodo di smaltimento, puntando al recupero e al riciclo dei materiali; la misura sui rifiuti elettronici rafforza i requisiti di recupero e riciclo di materiali preziosi e critici, promuovendo il design sostenibile dei prodotti;
2. Promozione della Responsabilità Estesa del Produttore (EPR). Gli Stati membri devono implementare schemi che obbligano i produttori a finanziare la gestione dei rifiuti generati dai loro prodotti. Questo principio mira a incentivare il design ecologico e l'uso di materiali riciclabili o biodegradabili;

3. Misure per il settore agroalimentare e i rifiuti organici. Il Pacchetto riconosce l'importanza del recupero e della valorizzazione dei rifiuti organici, promuovendo il compostaggio, la digestione anaerobica per la produzione di biogas e l'uso di sottoprodotti agricoli come fertilizzanti organici. Si promuove, inoltre, la prevenzione dello spreco alimentare attraverso la sensibilizzazione e l'introduzione di linee guida per la gestione delle eccedenze alimentari;
4. Sviluppo dell'economia circolare nei settori critici. Il Pacchetto identifica settori strategici come plastica, costruzioni, produzione di apparecchi elettronici e agroalimentare, promuovendo pratiche circolari lungo l'intera filiera produttiva. Prevede incentivi per innovazioni tecnologiche che riducano l'impatto ambientale e migliorino l'efficienza nell'uso delle risorse.

Particolare importanza viene data al punto 1, la direttiva quadro sui rifiuti (Direttiva 2008/98/CE). La direttiva introduce una gerarchia che rappresenta una scala di priorità per le azioni di gestione dei rifiuti, ossia prevenzione, preparazione per il riutilizzo, riciclo, recupero di energia e smaltimento (come ultima opzione). La gerarchia si concentra principalmente sulla prevenzione della produzione di rifiuti, promuovendo azioni che riducano al minimo il loro impatto. Gli Stati membri sono chiamati a redigere una relazione sull'evoluzione dei rifiuti, includendo politiche di progettazione ecologica e piani d'azione per modificare i modelli di consumo nazionali. Successivamente, la direttiva incoraggia il riutilizzo e il riciclaggio dei materiali, invitando gli Stati a promuovere reti di riutilizzo e riparazione. Inoltre, sottolinea anche l'importanza del recupero energetico, assicurando che i rifiuti siano trattati in modo da minimizzare l'impatto ambientale attraverso operazioni conformi alle norme. Infine, per quei rifiuti che non possono essere recuperati, prevede uno smaltimento effettuato secondo criteri rigorosi per evitare danni all'ambiente (Senatore & Teofili, 2021).

Questa direttiva, inoltre, conferma il «principio chi inquina paga», in base al quale i costi della gestione dei rifiuti sono sostenuti dal produttore iniziale. Ulteriormente, i produttori o detentori di rifiuti devono trattarli in proprio o consegnarli a un operatore ufficialmente riconosciuto. In entrambi i casi devono essere autorizzati e sono sottoposti a ispezioni periodiche. Di conseguenza, le autorità nazionali competenti devono istituire piani di gestione dei rifiuti e programmi di prevenzione dei rifiuti.

Nell'ambito di un pacchetto di misure sull'economia circolare, la direttiva (UE) 2018/851 modifica la direttiva 2008/98/CE. La nuova direttiva stabilisce i requisiti operativi minimi per i regimi di responsabilità estesa del produttore, i quali possono includere anche la responsabilità organizzativa e la responsabilità di contribuire alla prevenzione dei rifiuti e alla possibilità di riutilizzare e riciclare i prodotti. La direttiva evidenzia anche esempi di incentivi per applicare la gerarchia dei rifiuti, quali ad esempio gli oneri per il conferimento in discarica e l'incenerimento e i sistemi di pagamento in

base al consumo (EUR-Lex, 2024). Ulteriore novità riguarda la classificazione dei sottoprodotti, secondo la quale una sostanza o un oggetto può considerarsi tale solo se: verrà nuovamente utilizzato; può essere utilizzato direttamente senza trattamenti diversi dalla normale pratica; è prodotto come facente parte di un processo di produzione e il suo utilizzo è legale; dunque, rispetta la protezione della salute e dell'ambiente. Inoltre, la direttiva include la cessazione della qualifica di rifiuto nel momento in cui: possono essere utilizzati per fini specifici; sono richiesti da un mercato o una domanda; soddisfano gli standard e le normative; il loro utilizzo non porta a impatti negativi sull'ambiente o la salute umana (Senatore & Teofili, 2021).

A livello europeo, questo intervento normativo, che inserisce importanti novità strettamente connesse al mercato dei rifiuti e in generale all'economia, cambia radicalmente la concezione di mercato legato alla produzione, al reperimento di risorse e alla gestione delle merci e delle filiere in generale (Senatore & Teofili, 2021). Il Pacchetto dell'Economia Circolare 2018 propone, inoltre, una serie di obiettivi trasversali con lo scopo di ridurre la dipendenza dalle risorse naturali finite, migliorando l'efficienza nell'uso delle materie prime; rafforzare la competitività dell'economia europea, creando nuovi mercati per materiali riciclati e favorendo la transizione verso tecnologie verdi; limitare le emissioni di gas serra.

Il Pacchetto ha un impatto significativo sul settore agroalimentare, difatti le misure promuovono la valorizzazione dei sottoprodotti agricoli, come nel caso della sansa e delle acque reflue nel settore olivicolo, riutilizzandoli, ad esempio, come mangimi animali ed energia verde (Strategy, 2018).

2.2.2 Piano d'azione per l'economia circolare (2020)

Il nuovo Piano d'Azione per l'Economia Circolare (2020) rappresenta uno degli elementi chiave del Green Deal europeo. Il Piano d'Azione propone iniziative che coprono l'intero ciclo di vita dei prodotti, concentrandosi sulla progettazione dei beni e promuovendo il consumo responsabile. Nel Piano vengono presentate una serie di iniziative collegate tra loro destinate a istituire un quadro strategico per i prodotti solido e coerente in cui i prodotti, i servizi e i modelli imprenditoriali sostenibili costituiranno la norma e a trasformare i modelli di consumo in modo da evitare innanzitutto la produzione di rifiuti.

Gli obiettivi principali sono:

- Privilegiare la diffusione di prodotti sostenibili come pratica comune dell'Unione Europea;
- Responsabilizzare i consumatori e gli acquirenti pubblici.
- Concentrarsi su settori ad alta intensità di risorse e con un notevole potenziale di economia circolare, come 1) l'elettronica e le tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Il volume di rifiuti elettronici ed elettrici sta crescendo rapidamente nell'Unione Europea, ma attualmente meno del 40% viene riciclato. I legislatori hanno sollecitato l'Unione Europea a

promuovere la longevità dei prodotti incoraggiando il loro riutilizzo e la loro riparabilità; 2) le batterie e i veicoli. I deputati hanno approvato nuove regole sulla produzione e sui materiali utilizzati nelle batterie, che prevedono una bassa impronta di carbonio, nonché l'attenzione agli standard ecologici e il rispetto dei diritti umani; 3) l'imballaggio. Le nuove normative mirano a garantire che tutti gli imballaggi sul mercato dell'Unione Europea siano economicamente riutilizzabili e riciclabili entro il 2030; 4) le materie plastiche, per eliminare gradualmente le microplastiche; 5) l'edilizia. Il settore edilizio rappresenta oltre il 35% dei rifiuti totali nell'Unione Europea. I deputati hanno chiesto un'estensione del ciclo di vita degli edifici, con l'obiettivo di ridurre l'impronta di carbonio dei materiali, requisiti minimi sull'efficienza energetica e delle risorse; 6) l'alimentazione, l'acqua e i nutrienti. I parlamentari sostengono l'obiettivo di ridurre del 50% gli sprechi alimentari entro il 2030, come previsto dalla strategia per la sostenibilità alimentare; 7) i tessuti. L'industria tessile utilizza numerose materie prime e grandi quantità d'acqua, con meno dell'1% del materiale riciclato. La strategia dell'Unione Europea per tessuti circolari garantisce che i prodotti tessili disponibili sul mercato dell'Unione Europea siano resistenti nel tempo, facilmente riciclabili e principalmente costituiti da materiali riciclati e privi di componenti dannose entro il 2030.

- Garantire una riduzione dei rifiuti.
- Rendere l'approccio dell'economia circolare vantaggioso per individui, regioni e città.
- Esercitare un ruolo di leadership a livello globale nell'ambito dell'economia circolare (Marcolin, 2024).

Per realizzare un'economia completamente circolare è fondamentale incorporare i principi di circolarità e sostenibilità in ogni aspetto della catena del valore, partendo dalla fase progettuale e attraversando la produzione fino al consumo.

Il Piano d'Azione per l'Economia Circolare stabilisce un programma orientato al futuro per costruire un'Europa più pulita e competitiva in co-creazione con gli operatori economici, i consumatori, i cittadini e le organizzazioni della società civile. Questo Piano provvede alla razionalizzazione del quadro normativo rendendolo adatto ad un futuro sostenibile, garantendo l'ottimizzazione delle nuove opportunità derivanti dalla transizione e riducendo al minimo gli oneri per le persone e le imprese.

La circolarità è un elemento essenziale di una trasformazione più ampia dell'industria verso la neutralità climatica e la competitività a lungo termine. Di conseguenza, il Piano valuta le opzioni per promuovere ulteriormente la circolarità nei processi industriali, promuovendo il settore dell'economia sostenibile e l'uso delle tecnologie digitali per la tracciabilità. Inoltre, favorisce il ricorso alle tecnologie verdi grazie ad un sistema di verifica accurata che prevede la registrazione del sistema europeo di verifica delle tecnologie ambientali come marchio di certificazione UE.

Oltre che alle imprese, il Piano è orientato ai cittadini e alle autorità pubbliche per supportarli nella separazione dei rifiuti, armonizzando i sistemi di raccolta differenziata. Il Piano si occupa in particolare delle combinazioni più efficaci di modelli di raccolta differenziata, della densità e dell'accessibilità dei vari punti di raccolta, incluso negli spazi pubblici, tenendo conto delle diverse situazioni locali e regionali che vanno dalle regioni urbane a quelle ultraperiferiche. Sono, inoltre, presi in considerazione anche gli aspetti che facilitano il coinvolgimento dei consumatori, come l'armonizzazione dei colori dei contenitori e dei simboli per i principali tipi di rifiuti, le etichette dei prodotti, le campagne di informazione e gli strumenti economici. Il Piano persegue inoltre la standardizzazione e l'utilizzo di sistemi di gestione della qualità per garantire la qualità dei rifiuti raccolti destinati ad essere utilizzati nei prodotti, in particolare come materiali a contatto con gli alimenti.

2.3 Modelli di business circolari

Un aspetto vitale dell'economia circolare è comprendere come viene creato il valore e identificare i fattori abilitanti che consentono la creazione di valore (Lahti et al., 2018). L'economia circolare è guidata da innovazioni che consentono la creazione di valore (Ranta et al., 2020). Queste innovazioni sono alla base di un aumento delle prestazioni ambientali, economiche e sociali delle imprese (Donner & Radić, 2021b).

Le innovazioni rappresentano un prerequisito fondamentale per attuare strategie che favoriscano il passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare, come evidenziato da (Bocken et al., 2016). Queste innovazioni possono essere classificate in quattro aree principali: processo, prodotto, servizio e modello di business (Ranta et al., 2020). Tra queste, i modelli di business giocano un ruolo chiave, poiché generano valore ottimizzando le risorse impiegate, sia per un singolo prodotto che per un servizio. Questo approccio si concretizza, ad esempio, in modelli orientati al riutilizzo e al ricondizionamento (Kissling et al., 2013; Moktadir et al., 2020) e, più in generale, in strategie innovative capaci di integrare criteri di sostenibilità e circolarità all'interno delle imprese (Poponi et al., 2023).

I modelli di business circolari si basano sui principi dell'economia circolare, che fungono da linee guida (Donner, Radić, et al., 2022). Il loro obiettivo è chiudere, rallentare o restringere i cicli di prodotti e materiali. In generale, un modello di business descrive la logica con cui un'impresa opera e crea valore per i propri stakeholder. Tuttavia, i modelli di business circolari mirano a generare valore non solo economico, ma anche ambientale e sociale, adottando strategie per chiudere, rallentare, intensificare, dematerializzare o restringere i cicli delle risorse (Bocken et al., 2016).

In letteratura, i modelli di business circolari vengono definiti in modi diversi. (Bocken et al., 2016) li descrivono come modelli che creano valore dai rifiuti o che privilegiano la fornitura di funzionalità al posto dei prodotti, evitando la creazione di valore lineare. Mentink (2014) li identifica come la logica attraverso cui un'organizzazione crea, fornisce e cattura valore all'interno di cicli materiali chiusi. Anche (Micheaux & Aggeri (2021) sostengono che tali modelli non si concentrano esclusivamente sulla performance economica, ma si prefiggono di chiudere i cicli energetici e materiali, garantendo al contempo una buona salute finanziaria e la redditività a lungo termine dell'impresa (Donner & Radić, 2021a).

In aggiunta, è stata sviluppata una classificazione dei modelli di business più popolari che possono essere attuati sia separatamente che congiuntamente (Deineko et al., 2022):

- Forniture circolari: un modello in cui le risorse limitate vengono rimpiazzate da fonti completamente rinnovabili. Si basa su una ricerca e sviluppo a lungo termine e prevede l'approvvigionamento da fonti rinnovabili, riciclate o biodegradabili che costituiscono la base di un sistema circolare di produzione e consumo.
- Recupero delle risorse: si tratta di un approccio basato sull'implementazione di innovazioni tecnologiche per recuperare e riutilizzare le risorse, eliminando le perdite attraverso la riduzione dei rifiuti e aumentando la redditività della produzione dai flussi inversi. Questo modello si adatta alle imprese che generano grandi quantità di sottoprodotti e a quelle che possono recuperare e riciclare i rifiuti.
- Prolungamento della vita del prodotto: è un modello che permette alle aziende di allungare il ciclo di vita dei loro prodotti attraverso riparazioni, modernizzazioni, ricostruzioni o restauri.

Nell'ambito dell'agroalimentare, il passaggio dall'economia lineare a quella circolare richiede l'adozione di modelli di business innovativi che comprendono concetti come la logistica inversa, una nuova prospettiva sulle dinamiche tra cliente e fornitore e nuove strategie organizzative e di marketing che si intersecano con diverse catene del valore (Marcolin, 2024).

Difatti, i sottoprodotti alimentari, essendo idonei al riutilizzo in svariati settori, assumono un ruolo fondamentale nella costruzione di modelli di business, contribuendo a ridurre gli sprechi e favorendo una gestione sostenibile della filiera alimentare (Marcolin, 2024).

I rifiuti e i sottoprodotti agricoli sono prodotti non alimentari risultanti dalla produzione e dalla trasformazione agricola e comprendono rifiuti animali (letame), scarti della lavorazione alimentare, scarti delle colture e rifiuti pericolosi (pesticidi, insetticidi ed erbicidi) (Donner et al., 2021). Tuttavia, i rifiuti e i sottoprodotti agricoli possono essere trasformati in risorse preziose utilizzando processi di conversione intensificati, che danno origine a nuovi prodotti a valore aggiunto come bioenergia,

biofertilizzanti, biomateriali e biomolecole (Dahiya et al., 2020). Per fare ciò sono necessarie riforme dell'intero sistema economico, compresi i processi di produzione e consumo.

L'obiettivo è di realizzare uno sviluppo sostenibile, che implica la creazione di un ambiente di migliore qualità e di maggiore equità economica e sociale, a vantaggio delle generazioni attuali e future. Per l'appunto, questi nuovi modelli di business generano un valore economico condiviso, che comprende anche i valori ambientali e sociali. Secondo Richardson, (2013) l'attenzione agli aspetti economici è fondamentale per ottenere rendimenti stabili. Savitz, (2013) sottolinea, invece, l'importanza della componente ambientale nel preservare i capitali naturali per il bene dell'umanità. Infine, McKenzie, (2009) evidenzia il ruolo della componente sociale nel favorire lo sviluppo professionale dei dipendenti, nonché il loro benessere e la salute sociale.

Capitolo 3. Valorizzazione dei sottoprodotti: l'analisi della letteratura

3.1 Studi precedenti sulla valorizzazione degli scarti nel settore olivicolo-oleario - Gap e domande di ricerca

I rifiuti e i sottoprodotti provenienti dal settore olivicolo-oleario possono essere convertiti in risorse utili mediante l'impiego di tecnologie innovative di trasformazione. Questi processi consentono di creare prodotti di alto valore, come energia rinnovabile, fertilizzanti organici, materiali sostenibili e molecole biologiche (Dahiya et al., 2018). Per realizzare tali trasformazioni, è fondamentale introdurre cambiamenti significativi nell'intero sistema economico, compresi i metodi di produzione e le abitudini di consumo.

Negli ultimi anni, c'è stata una crescente attenzione da parte della ricerca verso modelli di business circolari che mirano a stimolare la crescita economica riducendo al minimo l'impatto ambientale e sociale negativo (Donner et al., 2021).

Ad oggi (10 giugno, 2024), è possibile trovare 14 revisioni della letteratura che analizzano questo tema. Questa evidenza è stata ottenuta dopo un'attenta scansione del database scientifico Scopus, utilizzando le stringhe di ricerca “olive oil”, “waste” e “circular economy” nel campo “Article title, Abstract, keywords” e selezionando solo il “Tipo di documento”: “Review”. È quindi necessario investigare sulle precedenti revisioni per comprendere le differenze con la presente ricerca.

Dall'analisi della letteratura emerge che gli articoli trattano principalmente tre grandi aree tematiche. In primo luogo, l'economia circolare, espressa attraverso l'ottimizzazione di pratiche di produzione e gestione dei rifiuti per ridurre l'impatto ambientale e migliorare la sostenibilità. In secondo luogo, l'analisi del ciclo di vita. Gli autori hanno valutato l'impatto ambientale delle diverse fasi della filiera dell'olio d'oliva, dalla coltivazione delle olive alla trasformazione e distribuzione del prodotto finale. Infine, la catena del valore della filiera, in cui gli autori hanno analizzato come ogni fase del processo produttivo contribuisca al valore complessivo del prodotto e identifichi opportunità per miglioramenti in termini di efficienza, qualità e sostenibilità.

In merito alla prima tematica, (Stempfle et al., 2021) dimostrano che percorsi circolari riconducibili al quadro emergente della bioeconomia offrono le maggiori opportunità per massimizzare il valore delle risorse disponibili attraverso processi avanzati di recupero. Nel dettaglio, gli autori forniscono una panoramica dei percorsi di conversione dei sottoprodotti. Secondo gli autori, il percorso più citato è il recupero di acque reflue, foglie di olivo o olio alimentare esausto convertito in composti bioattivi applicati nel settore dell'alimentazione funzionale, farmaceutico, cosmetico ed edile. A seguire, gli autori citano la biomassa e l'olio esausto per la produzione di energia. Un ulteriore percorso che gli

autori citano riguarda l'uso degli scarti in campo agricolo come alternativa alla preparazione del terreno, all'irrigazione, alla coltivazione e alimentazione del bestiame. A vantaggio di ciò, (Azbar et al., 2004) sottolineano l'importanza di considerare i rifiuti dell'olio d'oliva come risorse preziose che possono essere riutilizzate in vari prodotti, contribuendo alla minimizzazione dei rifiuti e al recupero energetico. In particolare, i rifiuti provenienti dagli oleifici possono essere bruciati per generare energia e impiegati per produrre mangimi per animali, fertilizzanti, compostaggio e in varie applicazioni biotecnologiche.

Nel dettaglio, (Berbel & Posadillo, 2018) si concentrano su foglie d'ulivo, sansa e nocciolo e sulla conversione di questi scarti in biomassa. Gli autori identificano tre settori di utilizzo della biomassa: biomassa per alimenti, mangimi e bioenergia. (Mallamaci et al., 2021) invece, hanno focalizzato l'attenzione sui metaboliti secondari contenuti nei materiali di scarto derivati dal processo di produzione dell'olio di oliva e sulla loro capacità di ridurre lo stress ossidativo, con l'obiettivo di favorire il passaggio da un'economia lineare a un'economia circolare all'interno dei frantoi. Particolare attenzione è stata posta al potenziale sfruttamento delle acque reflue e delle foglie d'ulivo nell'economia circolare attraverso l'ottenimento di nuovi ingredienti ad alto valore aggiunto per prodotti legati alla salute (nutraceutici, farmaceutici e cosmeceutici). Allo stesso modo, gli estratti di noccioli e semi hanno dimostrato di avere un grande potenziale come nutraceutici e cosmeceutici. Inoltre, oltre allo sfruttamento diretto per scopi umani, tutti questi sottoprodotti potrebbero essere facilmente impiegati nell'alimentazione animale.

Donner et al., (2022); Donner & Radić, (2021a) analizzano iniziative imprenditoriali che valorizzano i sottoprodotti delle olive attraverso approcci di bioeconomia circolare, esaminando dei casi aziendali tramite i componenti del Business Model Canvas. Successivamente, (Donner, Radić, et al., 2022) analizzano le strategie multi-attore e le condizioni socio-economiche multi-livello per favorire la valorizzazione degli scarti dell'olio d'oliva. Vengono discusse le politiche governative, le strategie delle aziende e le percezioni degli agricoltori e dei consumatori per una migliore sostenibilità nel settore olivicolo.

(Enaime et al., 2024) riassumono le principali indagini di ricerca che riportano la valorizzazione delle acque reflue e il loro utilizzo come risorse invece del loro trattamento come rifiuti. Gli autori hanno individuato i driver e le caratteristiche della potenziale implementazione del nuovo concetto di rifiuti in risorse nel settore olivicolo. Gli autori adottano un approccio razionale alla valorizzazione delle acque reflue, contribuendo a una comprensione complessiva delle diverse tecnologie che possono essere utilizzate per la valorizzazione delle acque reflue all'interno del concetto di rifiuto in risorse.

Al contrario, sempre in ottica di valutazione della circolarità del settore, (Kounani et al., 2024) esaminano e analizzano gli strumenti e gli indicatori forniti dalla letteratura al fine di strutturare uno

strumento specifico per l'industria olearia o proporre quelli che potrebbero essere utilizzati dai proprietari di frantoi per valutare il loro livello di circolarità. Per valutare i processi di un frantoio, gli indicatori sono stati suddivisi nelle seguenti categorie: 1) produzione circolare e uso delle risorse (generale, acqua, suolo, energia), 2) riciclaggio, riutilizzo e distribuzione, 3) stakeholder (relazioni e impegni), 4) gestione dei rifiuti.

In merito all'analisi del ciclo di vita, (Baniyas et al., 2017) forniscono un'ampia e sistematica revisione della letteratura per quanto riguarda gli impatti ambientali durante il ciclo di vita dell'olio d'oliva. Le evidenze scientifiche dimostrano che l'impatto ambientale è maggiore quando la coltivazione dell'olivo è convenzionale e irrigua. Secondo gli autori, per produrre prodotti a base di olio d'oliva "verdi", è imperativo adottare pratiche rispettose dell'ambiente principalmente nelle fasi di produzione e coltivazione perché queste sembrano essere responsabili della maggior parte di qualsiasi impatto.

L'analisi bibliometrica svolta da (Blanco et al., 2022) si concentra sullo studio dei dati associati alle pubblicazioni scientifiche in merito alla comprensione delle più ampie dinamiche di ricerca sull'analisi del ciclo di vita riguardanti il settore dell'olio d'oliva, con particolare attenzione alla gestione degli scarti della coltivazione dell'olivicoltura e della produzione dell'olio e alla valorizzazione dei sottoprodotti. Gli autori si sono concentrati sull'identificazione di punti caldi ambientali e sul confronto di diversi sistemi alternativi. I punti caldi ambientali hanno riguardato principalmente la fase di coltivazione (a causa dell'uso di fertilizzanti, pesticidi e diserbanti) e la gestione dei rifiuti, mentre la fase di estrazione dell'olio è stata la meno variabile. Le tendenze attuali sono state affrontate per indagare gli impatti ambientali dei sistemi di olivicoltura super-intensiva e delle pratiche agricole innovative volte ad aumentare la produttività degli alberi. Anche (Rapa & Ciano, 2022) mirano a mappare e confrontare gli elementi chiave degli studi sull'analisi del ciclo di vita nella catena di approvvigionamento dell'olio d'oliva. Gli autori hanno valutato le unità funzionali, i confini del sistema, le categorie di impatto, i metodi di valutazione dell'impatto e i software più utilizzati al fine di individuare possibili aree comuni. La catena di approvvigionamento dell'olio d'oliva prevede molte fasi e l'analisi del ciclo di vita si rivela uno strumento utile per individuare i passaggi più impattanti e confrontarli con alternative o implementazioni sostenibili.

Nel 2019, Espadas-Aldana et al. propongono uno studio innovativo di revisione sull'analisi del ciclo di vita dell'olio d'oliva basato sulla letteratura scientifica e tecnica. Questa revisione tiene in considerazione l'inclusione del carbonio biogenico nel bilancio ambientale dei bioprodotto ed effettua un raffronto dei risultati in materia di cambiamenti climatici. Per comprendere l'ambito di applicazione, gli autori hanno delineato il ciclo di vita dell'olio d'oliva che comprende una fase agricola, una fase di produzione (al frantoio), una fase di gestione dei rifiuti (acqua e sansa), il

confezionamento dell'olio d'oliva, la distribuzione del prodotto, il suo consumo e il fine vita dell'imballaggio. Gli autori si sono focalizzati sull'identificazione degli hotspot per migliorare le conoscenze sul ciclo di vita del sistema e sul confronto di diversi sistemi alternativi.

Per valutare la catena del valore della filiera, (Cappelli et al., 2023) hanno esaminato diverse operazioni unitarie come macchine e strumenti nelle aziende agricole, i consumi energetici e i flussi di gestione dei rifiuti della catena dell'olio d'oliva. I risultati hanno evidenziato la necessità di ripensare e rivedere gli approcci di questa catena di approvvigionamento per aumentare la sostenibilità, la produttività, la redditività e la qualità. Gli autori suggeriscono un intervento politico a livello europeo, nazionale e regionale volto a finanziare la creazione di cooperative o centri regionali di gestione dei sottoprodotti che, grazie ai profitti ottenuti dalla vendita di estratti fenolici e altri prodotti, rimarranno operativi sul territorio.

La tabella 1 sintetizza le caratteristiche delle 14 revisioni. Il tema dell'economia circolare nel settore olivicolo oleario è molto studiato e diversi sono gli autori che nelle loro ricerche hanno analizzato come i rifiuti possono essere riutilizzati in altri processi produttivi. Di questi, 9 articoli revisionati fanno riferimento ai sottoprodotti del settore olivicolo-oleario con un approccio circolare (Azbar et al., 2004; Berbel and Posadillo, 2018; Stempfle et al., 2021; Mallamaci et al., 2021; Donner et al., 2021a; Donner et al., 2022; (Donner, Radić, et al., 2022); Enaime et al., 2024; Kounani et al., 2024). Tuttavia, manca uno studio che analizzi il tema dei rifiuti descrivendo tutti i principali nuovi sottoprodotti generati nel settore olivicolo-oleario, nonché tutti i settori attraverso i quali è possibile definire una nuova filiera produttiva. Approfondire questo aspetto è cruciale al fine di creare nuove prospettive e processi produttivi. In un'ottica di circolarità, è infatti importante stabilire quali sono le nuove e diverse traiettorie produttive per creare nuove filiere partendo da una riprogettazione sia dei processi produttivi sia delle catene di approvvigionamento.

Inoltre, manca un'indagine approfondita sulla possibilità di costruire una filiera dell'olio d'oliva completamente sostenibile, partendo dagli scarti e integrandoli in ogni fase della filiera produttiva. Questo approccio consentirebbe di massimizzare il valore dei residui, trasformandoli in risorse utili per alimentare il sistema stesso. L'adozione di un approccio di economia circolare nel settore olivicolo-oleario può portare a una filiera produttiva più sostenibile, riducendo i rifiuti, ottimizzando l'uso delle risorse e creando nuovi prodotti e opportunità di mercato. Questo richiede un impegno congiunto da parte di agricoltori, produttori, distributori e consumatori, nonché il supporto delle politiche governative e degli investimenti in ricerca e innovazione.

A tale scopo, l'obiettivo della presente ricerca è triplice. La ricerca vuole fornire una panoramica completa degli studi che analizzano come l'economia circolare possa supportare le aziende del settore olivicolo-oleario nell'affrontare la sfida globale della sostenibilità, trasformando i rifiuti in risorsa,

nonché di identificare sia i sottoprodotti che i settori merceologici coinvolti. Tale analisi, infatti, può rappresentare uno strumento per comprendere come le aziende e gli studiosi accademici stiano affrontando il tema critico della sostenibilità nel settore olivicolo-oleario. L'obiettivo è quello di proporre nuove filiere produttive che vedano tradotte l'applicazione dei sottoprodotti, generati dai rifiuti del settore olivicolo oleario, in nuove prospettive di interpretazione dell'economia circolare a ciclo aperto. Un ulteriore obiettivo è valutare la possibilità di costruire una filiera dell'olio d'oliva completamente sostenibile, partendo dagli scarti e reintegrandoli in ogni fase della produzione, adottando un modello di economia circolare a ciclo chiuso. Questo approccio consentirebbe di massimizzare l'efficienza delle risorse, riducendo sprechi e impatti ambientali.

La ricerca è, quindi, articolata su due principali piani: partendo dallo studio della letteratura sul tema dei rifiuti nel settore olivicolo oleario, attraverso una revisione sistematica della letteratura, verranno definiti (1) nuove filiere produttive sostenibili in altri settori e (2) un nuovo modello di business circolare che, partendo da una coltivazione sostenibile degli ulivi consenta di arrivare a nuove opportunità economiche, attraverso la collocazione e l'utilizzo dei sottoprodotti nella stessa filiera olivicola-olearia.

Il presente lavoro di tesi vuole quindi rispondere alle seguenti domande di ricerca:

RQ1 Quali sono i principali scarti dell'olio d'oliva riutilizzati in un'ottica di Economia Circolare?

Quali sono i principali settori in cui i rifiuti vengono riutilizzati in letteratura?

RQ2 Quali sono le nuove filiere produttive che si sviluppano dagli scarti della filiera olivicola?

RQ3 È possibile costruire un modello di business circolare della filiera olivicola?

Tabella 1. Sintesi delle attuali revisioni della letteratura sull'economia circolare e sulla filiera olivicola-olearia.

Authors	Database	Source	Aim	Focus	Type of research	Employed search strings	Period
Azbar et al. (2004)		Critical Reviews in Environmental Science and Technology	Research on environmentally acceptable, economically feasible and practically applicable methods of crusher waste disposal.	CE	Literature Review		
Banias et al. (2017)	Scopus/WoS/Science Direct	Journal of the Science of Food and Agriculture	Use of environmental tools in the olive oil life cycle.	LCA	SLR	'olive oil', 'olive oil mill', 'OMW (olive oil mill wastewater)', 'olive sludge', 'LCA', 'olive biomass', 'olive oil by-products', 'olive oil pulp', 'olive oil supply chain', '2-phase olive mill' and '3-phase olive mill'.	1996-2015
Berbel and Posadillo (2018)		Sustainability	Analyse the contribution of the olive oil value chain to a more sustainable food production system.	CE	Literature Review		
Espadas-Aldana et al. (2019)		Sustainable Production and Consumption	LCA studies on olive oil production or olive cultivation	LCA	SLR	"olive oil" plus "life cycle assessment", "environmental assessment", "environmental impact", "climate change", "carbon footprint", "sustainability", "life cycle costing", "carbon sequestration" and "waste management"	2008-2018

Stempfle et al. (2021)	Scopus/WoS	Sustainability	Implement circularity in the olive oil supply chain	CE	SLR	((oliv*) AND (circular* AND econom* OR CE))	2011-2021
Mallamaci et al. (2021)		Molecules	Potential exploitation of waste of olive oil chain in the circular economy by obtaining new high value-added ingredients for health-related products	CE			
Donner et al. (2021)	WoS/ Science Direct/Scopus/Google Scholar	Sustainability	Implement circularity in the olive oil supply chain	CE	Literature Review	“business case studies” AND “olive waste” OR “by-product” AND “valorization”	2019-2020
Donner et al. (2022)		Resources	The drivers and characteristics of the potential implementation of the new waste to resources concept in the olive sector	CE			
Donner et al. (2022)		Journal of Environmental Management	Implement circularity in the olive oil supply chain	CE			
Blanco et al. (2022)	Scopus/WoS	Sustainability	Life cycle assessment (LCA) studies of the olive oil sector, with relevance to the environmental impacts	LCA	SLR	(TITLE-ABS-KEY (LCA OR “Life Cycle Assessment” OR “Life Cycle Analysis”) AND TITLE-ABS-KEY (“olive*”)) AND (EXCLUDE (PUBYEAR, 2022))	2008-2021
Rapa and Ciano (2022)	WoS/ Science Direct/Scopus/Google Scholar	Sustainability	Overview of what is included in LCA studies for each stage of the olive oil supply chain.	LCA	SLR	Life Cycle Assessment” or “LCA” AND “olive oil	2011-2021

Cappelli et al. (2023)	Science Direct/PubMed/WoS	Journal of Agricultural Engineering	Summarise current knowledge regarding processes of the EVOO oil production chain and provide improvement strategies to increase the sustainability, productivity, profitability and quality	Value Chain	SLR	(olive AND “washing water”) OR “olive washing” “olive crushing” OR (“olive paste” AND malaxing) OR (“olive paste” AND centrifugation) OR (“virgin olive oil” AND filtration) “olive leaf” OR “olive mill waste water” OR “olive mill pomace” OR “waste olive seed”	
Enaime et al. (2024)		Environmental Science and Pollution Research	The drivers and characteristics of the potential implementation of the new waste to resources concept in the olive sector	CE	Literature Review		
Kounani et al. (2024)	Google Scholar/Research Gate/Science Direct/Scopus	Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy	Analyses the tools and indicators to structure a specific for the olive oil industry tool	CE		“circular economy in olive oil industry” and “monitoring” or “measuring” or “metrics” or “indicators” or “measuring tools”	2013-2023

Fonte. Elaborazione dell'autore

3.2 Metodologia

Per rispondere alle domande di ricerca poste, è stato utilizzato un approccio di revisione sistematica della letteratura. Secondo Bastas & Liyanage (2018), le revisioni sistematiche supportano la creazione di solide basi di conoscenza, fornendo rigore metodologico per particolari domande di ricerca attraverso un'analisi trasparente ed estesa della letteratura, una valutazione critica e una mappatura dei "noti" e degli "sconosciuti" sulle aree oggetto di indagine (Briner & Denyer, 2012). Le conoscenze acquisite a seguito di tali revisioni hanno lo scopo di stimolare il pensiero futuro e le costruzioni teoriche nelle aree di gestione strategica oggetto di indagine.

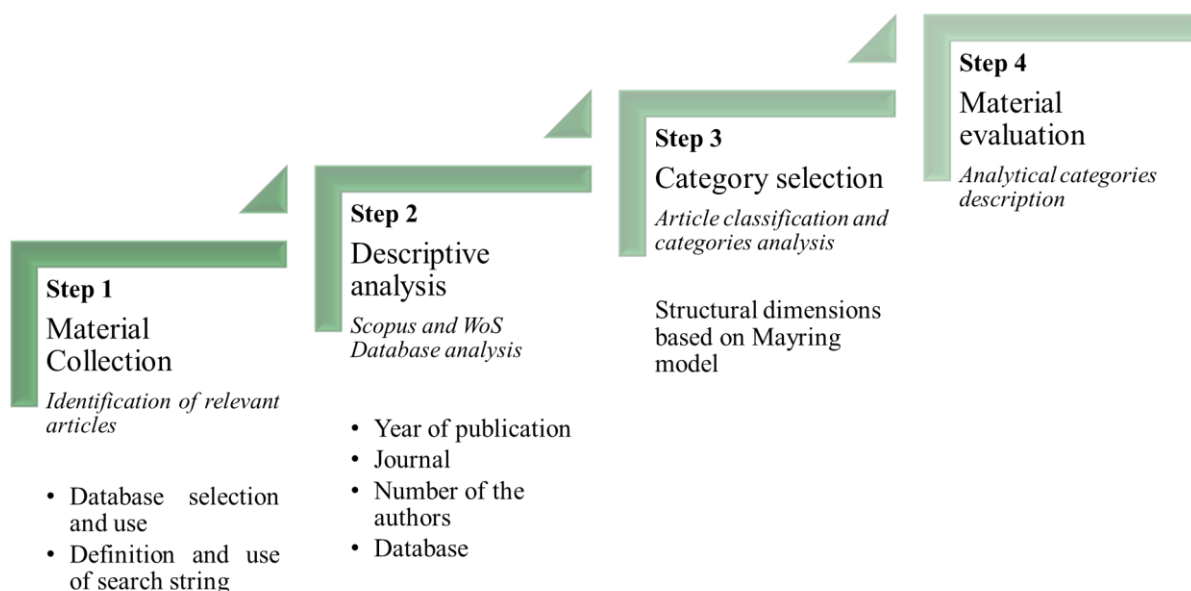
Secondo Kitchenham et al., (2007) ci sono molte ragioni per intraprendere una revisione sistematica della letteratura. Le ragioni più comuni sono 1) riassumere le prove esistenti riguardanti un trattamento o una tecnologia, ad esempio per riassumere le prove empiriche dei benefici e dei limiti di uno specifico metodo agile; 2) identificare eventuali lacune nella ricerca attuale al fine di suggerire aree per ulteriori indagini; 3) fornire un framework/background al fine di posizionare in modo appropriato nuove attività di ricerca.

L'obiettivo della ricerca richiede una chiara classificazione del campione di articoli in cluster basate su diverse metodologie analitiche. In particolare, lo studio si concentra sull'analisi dei principali sottoprodotti della filiera olivicola-olearia evidenziando le relazioni tra i sottoprodotti e la loro applicazione in ulteriori settori produttivi. In generale, la revisione sistematica della letteratura mira a "identificare, valutare e interpretare ricerca rilevante per una determinata area tematica, domanda di ricerca o fenomeno di interesse" (Kitchenham et al., 2007). La revisione sistematica della letteratura ha avuto origine in medicina (Saade et al., 2020) e successivamente applicata anche in altri campi, come le scienze sociali, ingegneria (Bastas & Liyanage, 2018), economia ed impresa (Colicchia & Strozzi, 2012; Merli et al., 2018) e scienze ambientali (Alshqaaq et al., 2020; Silvestri et al., 2021a). La revisione sistematica della letteratura consente di indagare un determinato argomento attraverso l'analisi del contenuto sia qualitativo che quantitativo (Hill et al., 1995; Seuring & Müller, 2008; Silvestri et al., 2021a), contribuendo a ridurre le distorsioni in letteratura fornendo prove considerevoli di un fenomeno in contesti diversi e indagato attraverso metodi empirici (Adjei-Bamfo et al., 2019; Denyer & Tranfield, 2009; Durach et al., 2017).

La revisione sistematica della letteratura è una procedura rigorosa e, secondo Denyer e Tranfield (2009), la revisione sistematica della letteratura è una metodologia specifica basata su quattro fasi: (1) Identificazione degli studi esistenti, (2) selezione e valutazione dei contributi, (3) analisi e sintesi dei dati e (4) descrizione dei risultati in modo tale da fornire conclusioni chiare. Inoltre, il modello di processo proposto da Mayring, (2004) comprendeva quattro fasi: (1) raccolta dei materiali (material collection), (2) analisi descrittiva (descriptive analysis), (3) selezione della categoria (category

selection), e (4) valutazione dei materiali (material evaluation). Seguendo le linee guida proposte da Mayring (2004) e Denyer e Tranfield (2009), questo processo di revisione è stato strutturato in quattro fasi, come mostrato nella Figura 6.

Figura 6. Processo di revisione nello sviluppo della revisione sistematica della letteratura.



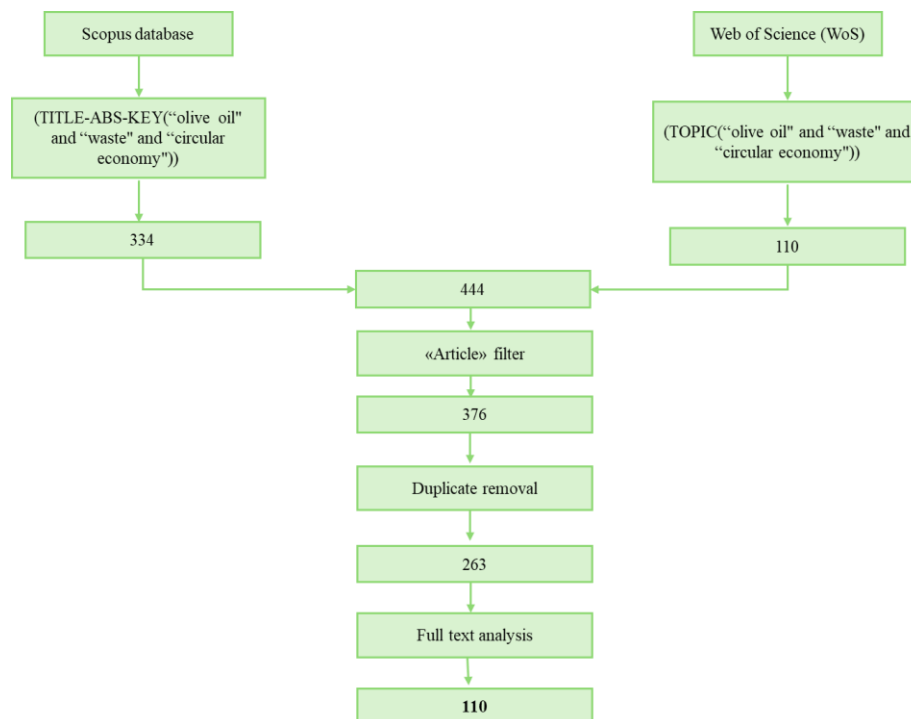
Fonte: Elaborazione dell'autore

2.2.1 Material collection

La ricerca ha indagato i database elettronici primari, Scopus e Web of Science (WoS), in quanto sono considerati i database scientifici più completi (Aquilani et al., 2017; Chadegani et al., 2018). Le parole chiave immesse nella stringa di ricerca Scopus “articolo, Abstract, Parole chiave” e nella stringa di ricerca WoS “Topic” sono: “Olive oil” AND “Waste” AND “Circular Economy”. Va notato che le stringhe di ricerca erano correttamente combinate tra loro utilizzando gli operatori booleani AND per migliorare l'accuratezza della ricerca, includendo solo gli articoli che corrispondono all'ambito della revisione sistematica della letteratura. Inoltre, questa analisi si è concentrata solo sugli articoli pubblicati su riviste scientifiche peer-reviewed scritte in inglese (Adjei-Bamfo et al., 2019; Alshqaqeeq et al., 2020; Merli et al., 2018; Seuring & Müller, 2008). La raccolta degli articoli si è conclusa il 27 giugno del 2024.

Il numero iniziale di articoli identificati era di 444. Successivamente, il campione è stato ridotto ai soli articoli e sono stati eliminati gli articoli duplicati per arrivare a 263. Infine, la lettura dell'intero articolo ha permesso di avere un campione composto da 110 articoli. La figura 7 mostra il Processo seguito per la selezione e l'analisi degli articoli.

Figura 7. Processo di selezione degli articoli



Fonte: Elaborazione dell'autore

3.2.2 Category selection

Considerando le domande di ricerca, in questa fase, sono state seguite le due regole di analisi suggerite da Mayring (2004): (1) "Categorie al centro dell'analisi", attraverso le quali gli aspetti dell'interpretazione del testo, secondo le domande della ricerca, sono suddivise in categorie, che sono accuratamente fondate e riviste all'interno del processo di analisi; (2) "Criteri di affidabilità e validità", attraverso i quali le categorie create possono essere comprensibili per soggetti diversi. Inoltre, sempre sulla base degli studi di Mayring (2004), sono state selezionate le dimensioni strutturali e le corrispondenti categorie analitiche, che devono essere applicate nella revisione della letteratura per strutturare il campo di analisi. Le dimensioni strutturali costituiscono i principali argomenti di analisi, coprendo varie categorie analitiche (Seuring & Müller, 2008), mentre lo scopo delle categorie analitiche è quello di fornire un mezzo per descrivere il fenomeno, aumentare la comprensione e generare conoscenza (Cavanagh, 1997). Sia le dimensioni strutturali che le categorie possono essere analizzate con l'uso del metodo deduttivo o induttivo (Mayring 2004; Seuring e Muller 2008; Merli et al. 2020). L'approccio deduttivo, le dimensioni e le categorie sono definiti in base a una teoria specifica o a un modello esistente (Polit, 2004). Pertanto, questi aspetti sono definiti

prima di procedere con l'analisi del materiale (Seuring e Muller 2008). Nell'approccio induttivo, le dimensioni e le categorie sono definite dopo l'analisi del materiale, spostando così l'attenzione dallo specifico al generale (Silvestri et al., 2021a).

Le dimensioni strutturali critiche sono state identificate utilizzando un approccio induttivo, basandosi sull'analisi del contenuto (Tranfield et al., 2003). È stato quindi applicato un processo iterativo, che prevede innanzitutto la familiarizzazione con la letteratura e il campione di articoli selezionati (Dixon-Woods, 2011) e quindi il consentire ai temi di svilupparsi ed emergere organicamente, anziché selezionare temi o framework predeterminati, e quindi categorizzare i dati di conseguenza (Prajapati et al., 2019). In particolare, questo approccio è stato utilizzato per le dimensioni Rifiuti e Analisi delle Keywords.

Nello specifico, la dimensione Rifiuti è divisa in sei categorie analitiche, suddivisa come segue:

- Scarti liquidi: Acque reflue;
- Scarti solidi vegetali diretti (Sansa, Rifiuti Solidi di Frantoio, Polpa e Nocciolo);
- Residui della pianta: Foglie, Scarti della Potatura, Tronco e Rami;
- Biomasse e rifiuti generici: Biomassa, Residui generici;
- Scarti di oli usati: Olio da cucina esausto (UCO).

Per l'analisi delle parole chiave, il processo iterativo è stato sviluppato dal software NVivo, in quanto può migliorare notevolmente la gestione e l'analisi dei dati qualitativi (Kraiwanit et al., 2023).

Nell'approccio deduttivo, l'identificazione delle dimensioni e delle categorie correlate si è basata sull'analisi dei modelli e dei quadri di riferimento della letteratura. Per la classificazione dei settori, si è fatto riferimento al Rapporto di Valutazione del Gruppo Intergovernativo di Esperti sul Cambiamento Climatico (IPCC) (Arent et al., 2015), che discute le diverse metodologie di classificazione dei settori e delle industrie, con un focus sulle implicazioni per l'analisi economica e per il cambiamento climatico. Per il focus geografico, ci siamo affidati alla scienza della geografia.

L'individuazione delle dimensioni e delle loro categorie permette l'analisi degli articoli da diversi punti di vista, contribuendo ad una maggiore comprensione dell'argomento e rispondendo quindi in modo più approfondito alle domande di ricerca. Il processo di categorizzazione ci permette (1) classificare i rifiuti della filiera dell'olio e di studiare la loro valorizzazione in ottica di economia circolare e (2) analizzare in quali settori merceologici e aree geografiche sono maggiormente sviluppati gli studi sulla valorizzazione dei rifiuti dell'olio. Prima di analizzare le cinque dimensioni strutturali, è stata eseguita una descrizione generale del campione.

In questa ricerca, due dimensioni strutturali sono state definite utilizzando l'approccio induttivo, mentre due dimensioni hanno applicato l'approccio deduttivo (Tabella 2).

Tabella 2. Approccio, dimensioni strutturali e categorie analitiche.

Approccio	Dimensioni strutturali	Categorie analitiche
Induttivo	Rifiuto	Rifiuti liquidi
		Rifiuti solidi vegetali diretti
		Scarti dell'olivo
		Biomasse e rifiuti generici
		Rifiuti di olio d'oliva usati
Induttivo	Parole chiave	Famiglie di parole chiave
Deduttivo	Settori	Settore industriale
Deduttivo	Focus geografico	Analisi dell'area geografica

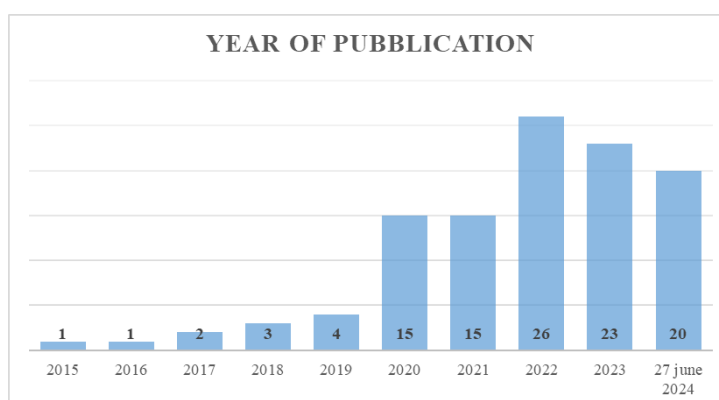
Fonte: Elaborazione dell'autore

3.3 Analisi descrittiva del campione

L'analisi descrittiva del campione classifica gli articoli secondo i seguenti criteri: (1) data di pubblicazione, (2) journal, (3) database di ricerca e (4) numero degli autori.

Dato il tema ancora in fase evolutiva, i primi due articoli che analizzano il tema degli scarti della filiera olivicola-olearia e la loro applicazione in altri settori produttivi sono del 2015 e 2016. Il primo articolo (2015) è stato pubblicato su *Environmental Development* mentre il secondo (2016) su *Energies*. Negli anni successivi (dal 2017 al 2019) la produzione scientifica su questo tema è ancora lenta ma costante. Nel 2020 e 2021 c'è stato un picco con 15 pubblicazioni, mentre dal 2020 al 2024 si registra una crescita costante di pubblicazioni con un picco nel 2022 con 26 articoli. Nel 2024, fino a giugno, sono stati pubblicati 20 articoli, ma è necessario tenere conto che il 2024 non è ancora concluso (Figura 8).

Figura 8. Distribuzione temporale degli articoli



Fonte: Elaborazione dell'autore

Il Journal che ha più pubblicazioni sul tema è “Journal of Environmental Management” (5% del campione), seguono “Agronomy”, “Antioxidants” e “Applied Sciences” (4% del campione). (Tabella

3). Dall'analisi emerge come siano principalmente le riviste che studiano i temi della gestione ambientale, delle scienze e dell'agronomia ad aver più approfondito il tema dei sottoprodotti.

Tabella 3. Principali riviste

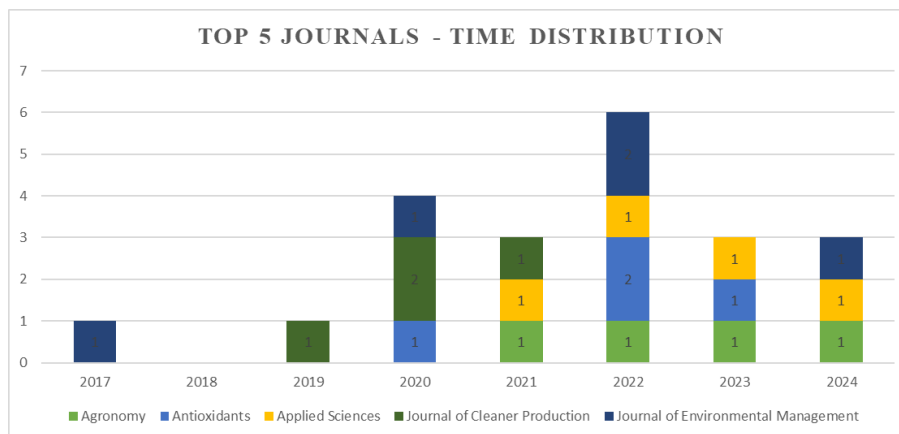
Journals	f	%
Journal of Environmental Management	5	5%
Agronomy	4	4%
Antioxidants	4	4%
Applied Sciences	4	4%
Journal of Cleaner Production	4	4%
Materials	4	4%
Molecules	4	4%
Sustainability (Switzerland)	4	4%
Animals	3	3%
Foods	3	3%
Fuel	3	3%
Science of the Total Environment	3	3%
Waste Management	3	3%
Scientific Reports	2	2%
Membranes	2	2%
Applied Microbiology and Biotechnology	2	2%
Chemical Engineering Transactions	2	2%
Energies	2	2%
Waste and Biomass Valorization	2	2%
Applied Soil Ecology	1	1%
Agronomy Research	1	1%
Agronomy-Basel	1	1%
Arabian Journal of Chemistry	1	1%
Biology	1	1%
Bioresource Technology	1	1%
Carbon Trends	1	1%
Catalysis Today	1	1%
ChemEngineering	1	1%
Chemical Engineering Journal	1	1%
Chemosphere	1	1%
Coatings	1	1%
Cosmetics	1	1%
Ecological Engineering and Environmental Technology	1	1%
Environmental Development	1	1%
Environmental Science and Pollution Research	1	1%
Environmental Technology and Innovation	1	1%
Eureka, Physics and Engineering	1	1%
European Journal of Lipid Science and Technology	1	1%
Fermentation	1	1%
Food And Bioproducts Processing	1	1%
Food Bioscience	1	1%

Food Chemistry	1	1%
Fresenius Environmental Bulletin	1	1%
Frontiers In Nutrition	1	1%
Frontiers in Sustainable Food Systems	1	1%
Industrial Crops and Products	1	1%
International Journal of Environmental Research and Public Health	1	1%
International Journal of Life Cycle Assessment	1	1%
International Journal of Molecular Sciences	1	1%
Journal of Agricultural and Food Chemistry	1	1%
Journal of Building Engineering	1	1%
Journal of Cereal Science	1	1%
Journal of Energy Storage	1	1%
Journal Of Environmental Chemical Engineering	1	1%
Journal of Hazardous Materials	1	1%
Journal of Plant Nutrition	1	1%
Journal of Water Process Engineering	1	1%
Macromolecular Materials and Engineering	1	1%
Macromolecular Symposia	1	1%
Natural Product Research	1	1%
Plants	1	1%
Polymers	1	1%
Procedia Environmental Science, Engineering and Management	1	1%
Processes	1	1%
Recycling	1	1%
Scientia Agropecuaria	1	1%
Separation and Purification Technology	1	1%
Soil	1	1%
Sustainable Chemistry for the Environment	1	1%
tot.		110
		1

Fonte: Elaborazione dell'autore

Il grafico nella figura 9 mostra che tra le prime cinque riviste, "Journal of Environmental Management" è stata la prima a pubblicare un articolo su questo argomento nel 2017. Negli anni successivi, "Journal of Environmental Management" ha continuato ad interessarsi all'argomento, pubblicando dal 2017 al 2024 almeno un articolo all'anno (ad eccezione degli anni 2018, 2019, 2021 e 2023). A seguire, "Applied Sciences" e "Agronomy" hanno pubblicato almeno un articolo all'anno dal 2021 al 2024.

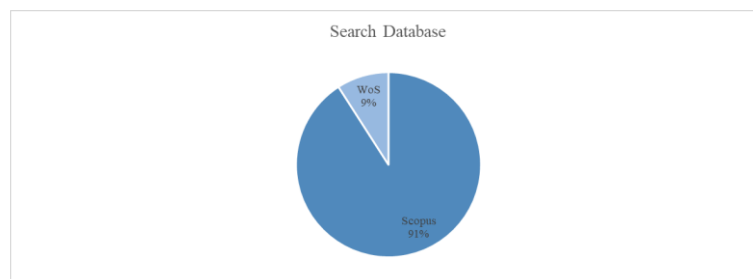
Figura 9. Distribuzione temporale delle 5 principali riviste.



Fonte: elaborazione dell'autore

Web of Science (WoS) e Scopus sono database di ricerca ampiamente utilizzati negli studi correlati alla meta-analisi e sono considerati database di citazioni leader a livello mondiale e concorrenti (Singh et al., 2021). Sebbene entrambi siano sempre più utilizzati negli articoli accademici, Scopus ha un ruolo dominante (Zhu & Liu, 2020). Ciò è stato confermato dalla ricerca, in quanto Scopus è risultato il database di ricerca con il più alto numero di articoli sul tema della valorizzazione degli scarti della filiera olivicola (91% del campione) (Figura 10). Difatti, Scopus è considerata dagli studiosi come la migliore banca dati scientifica per produrre un articolo (Durán-Sánchez et al., 2018), fornendo rigorosi criteri di qualità per l'indicizzazione delle sue pubblicazioni (Lim & Rasul, 2022).

Figura 10. Database di ricerca



Fonte: elaborazione dell'autore

Per quanto riguarda il numero degli autori, la tabella 4 mostra i risultati. Gli articoli scritti da 6 o più autori sono il 57%, seguiti dagli articoli scritti da 4 autori (20%).

Tabella 4. Numero degli autori

Number of the authors	f	%
>6 authors	63	57%
4	22	20%
3	12	11%
5	12	11%
2	1	1%
Total	110	100%

Fonte: elaborazione dell'autore

3.4 Material Evaluation

Questa sezione riporta I risultati, mostrando prima le dimensioni strutturali valutate con il metodo induttivo e, a seguire, con il metodo deduttivo.

3.4.1 Analisi dei rifiuti

L'analisi dei papers evidenzia che gli scarti maggiori della filiera utilizzati in ottica di economia circolare sono I rifiuti solidi del processo oleario, (che rappresentano il 51% rispetto al campione totale) in cui rientrano la sansa e i rifiuti solidi, e i rifiuti liquidi (25%), rappresentati dalle acque reflue (Tabella 5)

Tabella 5. I principali rifiuti della filiera petrolifera.

Waste	f	%
Direct Vegetable Solid Waste	56	51%
Liquid waste	27	25%
Olive Tree Waste	16	15%
Biomass and General Waste	8	7%
Used Olive Oil Waste	3	3%
Total	110	100%

Fonte: elaborazione autori

L'analisi dei risultati offre elementi cruciali per valutare lo stato attuale della letteratura riguardante lo studio dei sottoprodotti della filiera olivicola. Questa panoramica risulta di primaria importanza in un'ottica evolutiva, permettendo di identificare i sottoprodotti ancora poco esplorati e di delineare i possibili sviluppi futuri della ricerca. Tale prospettiva è essenziale per promuovere lo sviluppo di nuovi modelli di business circolari nel settore agricolo.

In Europa, l'industria olearia genera grandi quantità di rifiuti (Sciubba et al., 2020). L'impatto ambientale deriva principalmente dalla fase agricola (uso di pesticidi, fertilizzanti e acqua e produzione di rifiuti) e dalla fase di produzione dell'olio (sottoprodotti, uso di acqua ed energia). I

flussi residui sono generati dalla potatura dell'olivo (legno, foglie e rami, definiti rifiuti) e dalla lavorazione dell'olio d'oliva (sansa di oliva e acque reflue di frantoio, definite sottoprodotti) (Donner, Erraach, et al., 2022).

La generazione di acque reflue e sottoprodotti dipende dal tipo di coltivazione della pianta e dalla tecnologia utilizzata per l'estrazione (sistema di pressatura tradizionale, centrifugazione continua bifase o trifase e sistema di denocciolatura) (Donner et al., 2022). Negli impianti trifase viene aggiunta una grande quantità di acqua calda per favorire l'estrazione dell'olio dalla polpa delle olive, producendo tre frazioni distinte: una frazione solida (sansa), pari a 20 milioni di tonnellate all'anno di scarto; due frazioni liquide (olio e frazione acquosa, acque reflue), pari a 30 milioni di m³ all'anno di scarto (Rocha et al., 2024; Silvestri et al., 2021b). Ciò è in linea con quanto venuto fuori dai risultati. Non è un caso, quindi, che i due tipi di residui maggiormente studiati in letteratura sono le acque reflue e la sansa.

L'acqua reflua deriva principalmente dall'acqua utilizzata per le varie fasi di produzione dell'olio e dall'acqua vegetale del frutto ed è considerata una fonte critica di inquinamento ambientale a causa della sua elevata domanda chimica di ossigeno. Contiene, inoltre, composti fenolici tossici per i microrganismi e le piante nonché metalli pesanti, forte acidità e un'importante frazione di componenti fenolici. Live Lozada et al., (2022) hanno riferito che lo scarico diretto e incontrollato di questi effluenti provoca forti odori fastidiosi e contaminazione del suolo e dei corpi idrici. Per questo motivo, questi rifiuti non possono essere smaltiti nell'ambiente come acqua di irrigazione (De Matteis et al., 2023; Magdich et al., 2020). Lo smaltimento delle acque reflue rappresenta, quindi, un serio problema per i paesi produttori di olio d'oliva (Zerva et al., 2020) e ciò spiegherebbe il motivo per il quale è tra i rifiuti più studiati.

Nella catena di produzione dell'olio d'oliva, la sansa di oliva rappresenta circa il 64% per allocazione di massa del prodotto e dei sottoprodotti durante il processo di estrazione dell'olio d'oliva dall'oliva (Ncube et al., 2022). La sua composizione chimica contiene una certa quantità di proteine grezze e una alta percentuale di fibre. Le fibre presenti, principalmente emicellulosa, cellulosa e lignina, rendono la sansa di oliva poco digeribile. Inoltre, la sansa di oliva contiene anche composti fenolici, che possono inibire la crescita dei microrganismi (Medouni-Haroune et al., 2018). La sansa può rappresentare un problema ambientale se non viene gestita correttamente. Ad esempio, è soggetta a processi di decomposizione che possono generare cattivi odori e contribuire alla produzione di gas serra come il metano (Kalderis & Diamadopoulos, 2010).

Dai risultati, inoltre, emerge un discreto interesse in letteratura verso scarti quali le foglie d'ulivo (13%). Durante i processi di potatura e raccolta, vengono prodotti circa 25 kg/anno di ramoscelli e foglie per albero, che rappresentano il 10% del peso totale delle olive lavorate. La maggior parte degli

scarti delle foglie di olivo viene scartata, ponendo un problema ambientale (Ronca et al., 2024). Difatti, Le foglie sono uno scarto dell'industria olearia generato principalmente dalla potatura degli ulivi, una pratica agricola generalmente effettuata in autunno, durante la raccolta delle olive e la produzione dell'olio, e in inverno producendo tonnellate di biomassa (Luzi et al., 2021).

Una percentuale più bassa, pari al 7% del campione di ricerca, riguarda I rifiuti generali e gli scarti dell'olio. Per rifiuti generali si intende un insieme di scarti della potatura e rifiuti solidi misti, che rappresentano un famigerato inquinante senza una buona soluzione di smaltimento o riutilizzo (Abu Tayeh et al., 2020). L'olio esausto, invece, non è un sottoprodotto della produzione di olio, ma piuttosto un sottoprodotto del suo utilizzo per cucinare. L'olio da cucina esausto è considerato un pericoloso inquinante il cui riciclo/riutilizzo è essenziale per la salvaguardia del pianeta. La maggior parte deriva da attività domestiche ma un percentuale importante è generate anche dai settori industriali (ristorazione alimentare e alberghiero). La valorizzazione di tali rifiuti è un modo per affrontare lo spreco di fine catena della produzione e dell'uso del petrolio (Ncube et al., 2022). La pratica più comune di smaltire l'olio esausto (soprattutto dalle famiglie) è quella di gettarlo nel sistema fognario, una pratica che porta a diversi problemi quali ostruire le condutture fognarie, causando malfunzionamenti nei filtri e nei separatori olio/acqua degli impianti di trattamento delle acque reflue (Tsoutsos et al., 2019).

Dai risultati emerge, infine, che il 2% degli articoli riguarda i residui delle piante, in particolare l'utilizzo del tronco.

3.4.2 Keyword analysis

L'analisi del Word Cloud svolge un ruolo cruciale nell'estrazione, categorizzazione e definizione delle priorità delle parole chiave per l'analisi della valorizzazione degli scarti della filiera olivicola. Nello specifico, ci concentriamo sulle prime 50 parole che compaiono più frequentemente (Heimerl et al., 2014). La dimensione di ciascuna parola all'interno del Word Cloud è direttamente proporzionale alla sua frequenza di occorrenza, offrendo una rappresentazione visiva immediata dei temi più salienti nella ricerca. Il software NVivo è stato utilizzato per l'analisi Word Cloud. Questo software viene generalmente utilizzato per eseguire la revisione della letteratura negli studi di ricerca (Jin et al., 2019; Li et al., 2020). Le capacità del software per la codifica, l'organizzazione dei dati e l'analisi multimediale possono portare a una comprensione più completa e approfondita di argomenti di ricerca complessi (Broday, 2022). (Figura 11).

Figura 11. Le parole chiave più ricorrenti in NVivo.



Fonte: elaborazione tramite NVivo

Dall'analisi World Cloud, risulta come la parola “olive” sia la più citata (87% di citazioni), seguita da “water” (35%) e da “waste (31%). A queste parole chiave, segue un gruppo di parole che fanno riferimento alla filiera olivicola (“production” con 31% di occorrenza); ai “compounds” (21%) e al loro “processo” di “estrazione” (rispettivamente 24% e 21%); ai settori in cui vengono reimpiegati gli scarti (“energy” con il 20% di occorrenza e “organic” con il 19%) e ad uno dei maggiori impatti in ottica di sostenibilità (“environmental” con il 24%).

Alla luce dei rilievi derivati dalla Word Cloud, è stata sviluppata un'analisi approfondita delle parole chiave all'interno degli articoli, finalizzata alla loro classificazione e raggruppamento in argomenti distinti. Per fare ciò, è stato utilizzato il software VOSviewer (N. J. Van Eck & Waltman, 2019; N. Van Eck & Waltman, 2010). Questo software aiuta gli utenti a visualizzare mappe di dati di reti bibliometriche basate sulla visualizzazione delle somiglianze (VOS) (Merli et al., 2020; N. J. Van Eck & Waltman, 2019) e sono generalmente utilizzati per eseguire la revisione della letteratura negli studi di ricerca (Jin et al., 2019; Li et al., 2020). L'analisi delle co-occorrenze facilita il conteggio degli articoli che sono stati pubblicati contemporaneamente (Merli et al. 2020). La distanza tra i nodi (parole chiave) "è approssimativamente inversamente proporzionale alla somiglianza (correlazione in termini di co-occorrenza) delle parole chiave" (Bornmann et al., 2018). Inoltre, "Una distanza minore indica generalmente una relazione più forte" (N. Van Eck & Waltman, 2010). Attraverso questa logica, il software costruisce una rete di parole chiave (aggettivi e sostantivi) che ricorrono in più di un documento, visualizzandole in una mappa 2D. Inoltre, dispone anche di uno strumento di clustering che collega le parole chiave ai cluster in base alla loro ricorrenza (N. J. Van Eck & Waltman, 2019). In questo studio, la configurazione considerata consiste nel conteggio binario, utilizzando solo

parole chiave che vengono ripetute almeno cinque volte (Merli et al. 2020). Le parole chiave che non corrispondevano a questa impostazione sono state escluse manualmente e il criterio della capacità di interpretazione è stato utilizzato per determinare il numero di cluster (Bornmann et al., 2018).

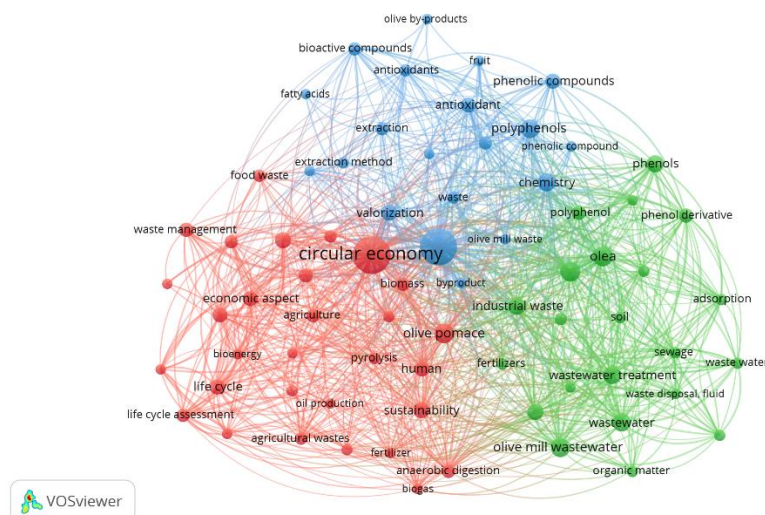
Attraverso un'analisi di scrematura, che ha comportato (1) l'esclusione di parole come preposizioni, articoli e congiunzioni dal set di dati; (2) l'amalgama di plurali e singolari di parole che trasmettono significati identici; e (3) il consolidamento di parole con significati sinonimi ma che differiscono nella forma grammaticale (aggettivo, sostantivo, verbo), sono state scelte solo le parole con una frequenza di 5.

L'analisi ha prodotto 1549 parole chiave, di cui 72 corrispondenti ai criteri di inclusione. La figura 12 mostra la visualizzazione di rete in cui un'etichetta rappresenta un'etichetta e un cerchio con dimensioni diverse. Le taglie sono state determinate in base al loro peso. La parola chiave più ricorrente è stata "Circular Economy" (63 occorrenze, 416 forza totale dei collegamenti), seguita da "Olive Oil" (60 occorrenze, 552 forza totale dei collegamenti), "Olive Pomace" (18 occorrenze, 124 forza totale dei collegamenti), "Olive tree" (17 occorrenze, 240 forza totale dei collegamenti) e, alla stessa posizione, "Olive mill wastewater" e "Polyphenols" (16 occorrenze, 179 forza totale dei collegamenti). Inoltre, il software identifica 3 cluster.

Il primo cluster, composto da 30 elementi, tratta in maniera generale il tema dello sviluppo sostenibile e dell'economia circolare. In particolare, il cluster fa riferimento alla valutazione dell'impatto ambientale degli scarti della filiera ("Biomass" e "Olive Pomace") tramite "Life Cycle Assessment".

I cluster 2 e 3 fanno riferimento all'analisi chimica degli scarti della filiera. Nello specifico, il cluster 2, composto da 22 elementi, riguarda l'estrazione di fenoli da "Olive Mill Wastewater"; mentre il cluster 3, composto da 20 elementi, si focalizza sull'estrazione di proprietà chimiche dagli scarti per convertirli in antiossidanti.

Figura 12. Visualizzazione del network.



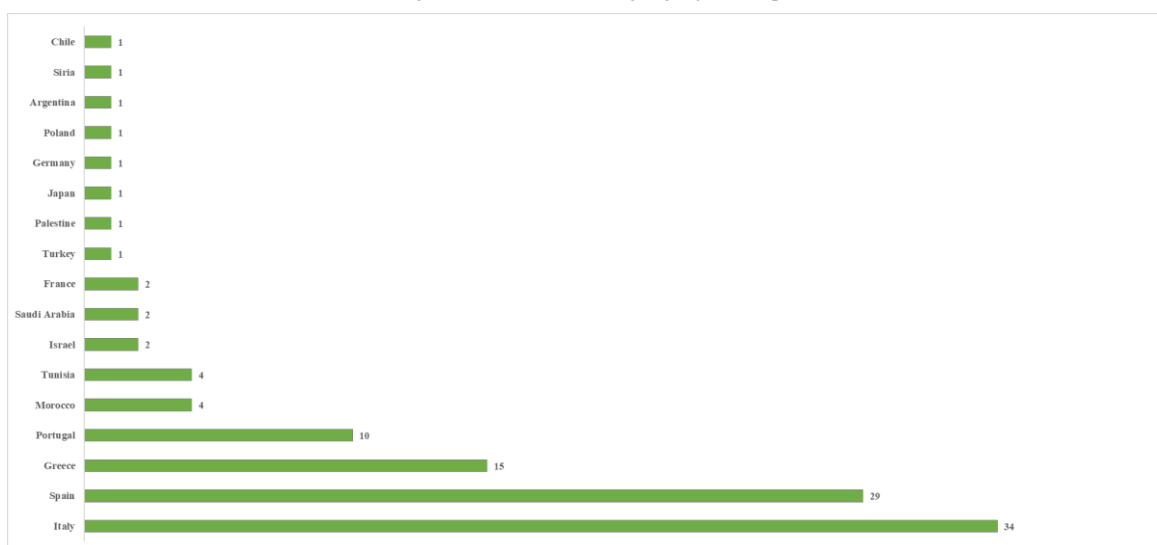
Fonte: elaborazione tramite VOSviewer

3.4.3 Focus geografico

La provenienza geografica degli articoli è stata ottenuta considerando il paese del primo autore (Figura 13). L'analisi mostra che l'Italia è il Paese con il maggior numero di articoli (34 articoli, che corrispondono al 31% del totale), seguita da Spagna (29 articoli) e Grecia (15 articoli).

Ciò viene confermato anche dall'analisi fatta in base al continente di origine degli autori. L'Europa è il primo continente con 92 articoli (84% del totale), seguita da Africa con 8 articoli (7%) e Asia (6%).

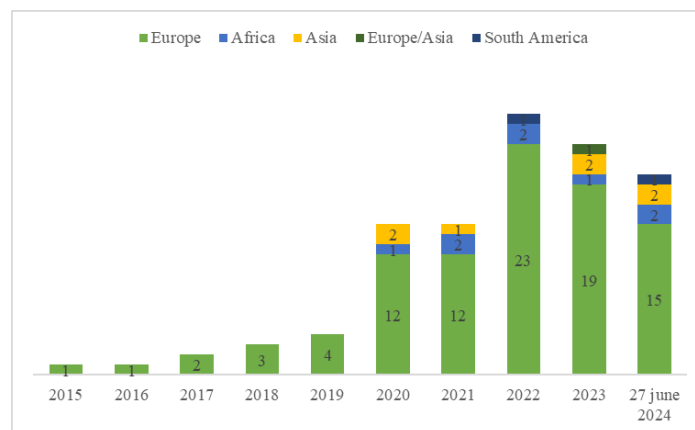
Figura 13. Provenienza geografica del primo autore.



Fonte:Elaborazione dell'autore.

La figura 14 mostra la distribuzione temporale degli articoli in relazione al continente del primo autore. Come è possibile vedere, dal 2015 l'Europa è il primo continente che ha studiato tali argomenti. Un picco importante viene raggiunto nel 2022. L'Africa ha iniziato la sua attività di ricerca con ritardo, con un solo articolo pubblicato nel 2020, ma con pubblicazioni costanti nel corso degli anni a seguire.

Figura 14. Distribuzione temporale delle carte considerando diversi continenti.



Fonte: elaborazione dell'autore

3.4.4 Analisi dei settori

I risultati rivelano che tre settori hanno attirato l'interesse dei ricercatori. Il primo è il settore agricolo (35%), seguito dal settore energetico (20%) e dal settore manifatturiero (15%) (Tabella 6).

Tabella 6. Principali settori.

Sectors	<i>f</i>	%
Agricultural	39	35%
Energy	22	20%
Manufacturing	16	15%
Different Sectors	10	9%
Health	10	9%
Chemical	7	6%
Food	6	5%
Total	110	100%

Fonte: elaborazione dell'autore

La tabella 7 mostra i rifiuti della filiera dell'olio d'oliva e i settori in cui vengono reintrodotti.

Tabella 7. Integrazione tra Rifiuti e Settori dell'Olio d'Oliva

		Agricoltura	Chimica	Energia	Settori Diversi	Alimentare	Salute	Manifatturiero
Scarti liquidi	Acque reflue	11	2	5	4	1	3	1
	Sansa	14	2	9	3	2	3	6
Scarti solidi vegetali diretti	Rifiuti Solidi di Frantoio	4		1	2			1
	Polpa	1				1	1	
	Nocciolo			2				3
Residui della pianta	Foglie	3	1		1	2	2	2
	Scarti della potatura	1		2				
	Tronchi e rami			1				1
Biomasse e rifiuti generici	Biomassa	2						1
	Residui generici	3	1	1				
Scarti di oli usati	Olio di cucina esausto			1			1	1

Fonte: elaborazione dell'autore

La tabella 7 conferma quanto già dimostrato nei risultati precedenti. Le acque reflue dei frantoi e i rifiuti solidi dei frantoi sono i rifiuti più utilizzati, in particolare nel settore agricolo, energetico, manifatturiero e sanitario.

3.5 Identificazione di nuove filiere produttive

I risultati ottenuti hanno messo in luce il potenziale della valorizzazione degli scarti della produzione olearia come strumento per promuovere i principi dell'economia circolare. Partendo da un'analisi degli studi esistenti, è stato possibile esplorare come l'economia circolare possa supportare le aziende del settore olivicolo-oleario nel fronteggiare le sfide legate alla sostenibilità, trasformando i rifiuti in risorse e favorendone l'impiego in diversi settori merceologici.

Questa analisi ha portato all'identificazione di un modello innovativo di filiera produttiva sostenibile, in cui i sottoprodotti generati dai rifiuti del settore olivicolo-oleario trovano applicazione in ambiti differenti. Tale approccio non solo apre nuove opportunità economiche, ma amplia anche le possibilità di implementazione pratica dei principi dell'economia circolare in quanto gli scarti diventano il punto di partenza per una filiera olivicola-olearia circolare a ciclo chiuso. Il paragrafo che segue illustra in dettaglio queste nuove filiere sostenibili, rispondendo alle domande di ricerca definite nella fase iniziale dello studio.

RQ1 Quali sono i principali scarti dell'olio d'oliva riutilizzati in un'ottica di Economia Circolare? Quali sono i principali settori in cui i rifiuti vengono riutilizzati in letteratura?

RQ2 Quali sono le nuove filiere produttive che si sviluppano dagli scarti della filiera olivicola?

RQ3 È possibile costruire un modello di business circolare della filiera olivicola?

3.5.1 RQ1 Quali sono i principali scarti dell'olio d'oliva riutilizzati in un'ottica di Economia Circolare? Quali sono i principali settori in cui i rifiuti vengono riutilizzati in letteratura? RQ2 Quali sono le nuove filiere produttive che si sviluppano dagli scarti della filiera olivicola?

L'economia circolare rappresenta un modello economico innovativo che mira a superare il tradizionale approccio lineare di produzione e consumo, proponendo di mantenere il valore dei materiali e delle risorse il più a lungo possibile all'interno del ciclo economico, riducendo al minimo gli sprechi (Ncube et al., 2022). In questo contesto, le risorse non vengono considerate come scarti da eliminare, ma come opportunità per generare nuovo valore attraverso processi di riutilizzo, rigenerazione e condivisione tra diversi ambiti produttivi, contribuendo significativamente alla riduzione dell'impatto ambientale e all'incremento dell'efficienza economica (Kirchherr et al., 2017).

In un modello lineare, gli scarti generati dalla filiera olivicola olearia, verrebbero smaltiti con elevati costi economici e ambientali; tuttavia, nel paradigma circolare, questi scarti trovano applicazione in una varietà di settori, contribuendo a promuovere la sostenibilità ambientale ed economica (Dermeche et al., 2013).

Il recupero e la valorizzazione degli scarti olivicoli si inseriscono quindi pienamente nei principi dell'economia circolare, dimostrando come un approccio sostenibile alla gestione delle risorse possa tradursi in benefici concreti per l'ambiente e per la società (Ncube et al., 2022).

La tabella 7 mostra come i diversi settori merceologici sono collegati alle differenti tipologie di scarto della filiera. Il valore numerico che unisce i rifiuti ai settori è proporzionale alla quantità di materiale che viene effettivamente riciclato o recuperato. Difatti, un numero più alto indica una relazione più forte, come nel caso dei settori energetico e manifatturiero. Al contrario, un numero più basso potrebbe rappresentare una relazione meno forte, come nel caso del settore alimentare. Le opportunità di valorizzazione nei settori cui la direzione la relazione è più forte, ossia i settori manifatturiero, energia, salute ed agricoltura, verrà analizzata in relazione agli scarti maggiormente studiati in ottica di economia circolare, ossia i rifiuti solidi, liquidi e scarti della pianta.

In Europa, il settore delle costruzioni è responsabile del 36% delle emissioni di CO₂ (Legambiente, 2023), del 30% del consumo di materie prime (Agici Finanza di Impresa, 2024) e del 53% della produzione di rifiuti (Network, 2021). Di conseguenza, si evince la necessità di trasformare il settore delle costruzioni attraverso l'utilizzo di nuovi materiali con un'impronta di carbonio bassa e di promuovere l'economia circolare attraverso il riutilizzo e l'incorporazione di materiali provenienti dai rifiuti (López-García et al., 2021). Un aspetto essenziale è l'utilizzo di materie prime alternative che possano sostituire l'argilla, come la sansa, negli impasti tipicamente utilizzati dall'industria ceramica per la produzione di laterizi, riducendo notevolmente l'impatto ambientale (López-García et al., 2021). L'aggiunta di noccioli di olivo macinati nella produzione di mattoni di malta riduce il loro coefficiente di conducibilità termica e aumenta l'isolamento dello scambio termico. Di conseguenza, può migliorare l'efficienza energetica e ridurre la domanda di energia degli edifici. L'analisi economica svolta da (San Vicente-Navarro et al., 2024) mostra come l'uso di noccioli di olivo macinati come sostituzione parziale dell'aggregato fine nella malta possa generare risparmi significativi e ritorni economici a medio termine (10-20 anni) riducendo il consumo di energia convenzionale negli impianti di riscaldamento e condizionamento dell'aria (San Vicente-Navarro et al., 2024). Come il nocciolino, anche le acque di reflue di frantoio sono state valorizzate mediante la loro incorporazione in mattoni ceramici di argilla in quanto sono in grado di ridurre significativamente il fabbisogno di riscaldamento durante la fase di cottura (Spiliotis et al., 2020). Silvestri et al. (2021) hanno esaminato le prestazioni ambientali ed economiche derivate dalla possibilità di riutilizzare le

acque di vegetazione nel processo di produzione dei mattoni, al posto dell'acqua dolce. Si evince che l'industria dei mattoni in argilla cotta può beneficiare di un minor consumo di carburante durante il processo di produzione. Le nuove e più ecologiche ceramiche così prodotte sono quasi equivalenti a quelle tradizionali, pur mostrando anche una minore conduttività termica e quindi una maggiore capacità di isolamento termico.

Sempre nell'ambito delle costruzioni, la sansa di oliva è stata utilizzata come componente nella produzione di aggregati leggeri. L'aggiunta di basse quantità di sansa di oliva, in particolare il 2,5%, migliora il processo di gonfiamento degli aggregati, favorisce la formazione di pori e porta a una struttura più leggera. Inoltre, l'elevato potere calorifico della sansa contribuisce a ridurre significativamente la temperatura necessaria per la cottura, generando un risparmio energetico. Inoltre, è stata osservata una concentrazione di metalli pesanti estremamente bassa, priva di rischi per l'ambiente. Questi risultati indicano che il riciclo della sansa di oliva rappresenta una valida soluzione per la produzione di aggregati leggeri.

Un altro utilizzo degli scarti nel settore manifatturiero è il loro reimpiego come packaging più sostenibili. Ad esempio, i noccioli d'oliva possono essere aggiunti a materiali plastici riciclati per creare nuovi materiali, dimostrando che il materiale con il 10% di nocciolo è più resistente ed elastico rispetto ai materiali senza aggiunta. Inoltre, tutti i materiali creati hanno dimostrato una forte capacità di combattere l'ossidazione, il che li rende utili per fare imballaggi che proteggono meglio i prodotti (Pardalis et al., 2024).

In merito all'approvvigionamento energetico, questo si basa essenzialmente su fonti energetiche non rinnovabili, che soddisfano il 70% dell'intero fabbisogno energetico globale, mentre le fonti energetiche rinnovabili forniscono il 30% (Yolcan, 2023). Tuttavia, considerando i notevoli danni ambientali causati dall'uso eccessivo di fonti energetiche fossili, è chiaro che l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili sarà sempre più importante nello scenario energetico del futuro. In questo contesto, la necessità di fonti di energia rinnovabile è impellente e la biomassa e gli scarti organici rappresentano un'alternativa efficace ai combustibili fossili tradizionali. In questo contesto, gli scarti della filiera olivicola rappresentano una risorsa per produrre energia elettrica sia per l'autoconsumo delle aziende agricole che per la vendita ad altre imprese in altri settori (Torrisi et al., 2018). L'utilizzo di scarti olivicoli per la produzione di energia sostenibile risponde al duplice obiettivo di trovare una soluzione all'eliminazione, almeno in parte, dei rifiuti derivanti dall'industria olearia di contribuire alla decarbonizzazione della produzione di energia (L. J. R. Nunes et al., 2020a). Ad esempio, le acque reflue, depurate tramite digestione anaerobica e diventante fonte di sostentamento per i batteri termofili, vengono convertite in metano (Al-Qodah et al., 2022; Sayın & Kaban, 2024). La digestione anaerobica si rivela essere una tecnologica funzionale anche per la produzione di biogas. In

particolare, i bioreattori anaerobici, alimentati con sansa d'oliva non trattata e residui di acqua vegetativa, hanno prodotto una quantità maggiore di biogas rispetto ad altri esperimenti fatti con rifiuti di tipo urbano e animale. Il biogas ottenuto può poi essere utilizzato per la produzione di energia elettrica, mentre attraverso un processo di depurazione è possibile ottenere biometano, che può invece essere utilizzato immettendolo nella rete di distribuzione o per il settore dei trasporti (Montegiove et al., 2024). L'utilizzo del biogas generato con i rifiuti di frantoio e bruciato in caldaia consentirebbe una riduzione significativa delle emissioni di gas a effetto serra rispetto a quelle che verrebbero rilasciate se tali rifiuti dovessero decomporsi naturalmente (Manthos et al., 2024; Sánchez-Sánchez et al., 2020).

Anche altri scarti del frantoio vengono utilizzati direttamente per produrre calore ed energia attraverso la combustione diretta. Ad esempio, i noccioli d'oliva sono stati ampiamente utilizzati come sostituti dei combustibili fossili nelle caldaie domestiche, negli impianti industriali o anche nei sistemi di riscaldamento pubblici. Eppure, per utilizzare efficacemente gli scarti come biocarburante, è necessaria una fase di lavorazione per migliorare le proprietà del carburante prima della combustione tramite tecnologie. Una di queste tecnologie è la gassificazione. Il trattamento della sansa tramite gassificazione è un'opzione economicamente conveniente in quanto non solo permette di ridurre i rifiuti, ma offre anche un guadagno economico significativo (Polonio et al., 2024).

Nel settore sanitario è aumentato l'interesse per gli antiossidanti naturali, in particolare i composti fenolici, grazie ai loro benefici terapeutici e per la salute. I composti fenolici sono noti da decenni per la loro importante attività antiossidante e Gli scarti dei frantoi ne sono solitamente ricchi (Al-Qodah et al., 2022). Ad esempio, le acque di vegetazione derivanti dalla lavorazione delle olive sono ricche di biofenoli, che svolgono un ruolo importante nell'inibizione delle reazioni di ossidazione. Grazie a queste proprietà, sono considerate una promettente fonte di antiossidanti con potenziali applicazioni in ambito biomedico, inclusi utilizzi come agenti antitumorali naturali (Fleyfel et al., 2022). Difatti, gli effetti antibatterici degli estratti di acque di vegetazione rappresentano un'area promettente per scopi terapeutici, in particolare perché i singoli composti fenolici sembrano offrire una maggiore attività quando somministrati come estratti rispetto a quando vengono utilizzati in forma purificata (Russo et al., 2023). A dimostrazione di ciò, gli estratti di OH-EtOH, ossia sostanze ottenute tramite estrazione da una miscela di alcool etilico (EtOH) e acqua (OH), dalla sansa di oliva sono stati utilizzati rispettivamente come modelli di cellule tumorali del colon e di cellule intestinali sane. Gli estratti di OH-EtOH hanno mostrato il più alto effetto antiproliferativo sulle cellule tumorali del colon, probabilmente a causa del suo più alto contenuto di composti fenolici. Sulla barriera intestinale, gli estratti della sansa hanno mostrato un effetto antiossidante che li rende interessanti nella prevenzione delle malattie intestinali legate allo stress ossidativo (Quero, 2022). Inoltre, gli estratti

purificati ricchi di polifenoli possono essere utilizzati per combinare la chemioterapia con la protezione cardiovascolare, riducendo il danno cardiaco indotto dal trattamento (Al-Qodah et al., 2022).

Anche le proprietà contenute nelle foglie di olivo diminuiscono la proliferazione e la motilità delle cellule di melanoma e rappresentano un prodotto naturale efficace nel ridurre il metabolismo glicolitico di diversi tipi di tumore, rivelando un'estesa attività inibitoria metabolica che può essere ben indicata in una terapia antitumorale complementare (Romani et al., 2020).

In campo agricolo, invece, i sottoprodotti olivicoli vengono utilizzati come ammendanti del suolo, migliorando le caratteristiche chimiche e fisiche del suolo, aumentando il contenuto di sostanza organica nei terreni non fertili e amplificando l'assorbimento dei nutrienti (Kinigopoulou et al., 2022; L. J. R. Nunes et al., 2020b). Con questo scopo, l'utilizzo delle acque di vegetazione come fertilizzante può ridurre la dipendenza da costosi fertilizzanti commerciali che richiedono notevoli risorse per ridurre le spese di trattamento dei rifiuti ed energia per la produzione (El Joumri et al., 2024). Le acque reflue contengono una grande quantità di materia organica e minerali. Difatti, la diffusione sul terreno delle acque di vegetazione trattate è stata implicata nel miglioramento delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo agricolo. Le acque reflue hanno una maggiore capacità di ritenzione idrica e favoriscono una maggiore stabilità degli aggregati del suolo, contribuendo ad una diminuzione dell'erosione del suolo (Al-Qodah et al., 2022).

Inoltre, le sostanze chimiche, come i nanomateriali presenti in natura, rappresentano uno dei metodi più innovativi per la protezione delle colture e potrebbero essere combinate con il concetto di economia circolare attraverso l'opportunità di ottenere materiali nanometrici a partire da scarti agroindustriali, come gli scarti della potatura dell'olivo. Infatti, questi sono stati riutilizzati come strumento sostenibile per controllare l'agente causale della malattia del nodo dell'olivo. I composti naturali complessi derivanti dalla potatura dell'ulivo hanno mostrato la capacità di ridurre la sopravvivenza batterica sulle superfici fogliari e sono stati allo stesso tempo studiati per la loro interazione con le piantine di olivo, non mostrando effetti negativi sullo sviluppo delle foglie. Ciò comporta un basso impatto ambientale, riducendo l'input di agrofarmaci tradizionali (Schiavi et al., 2022). Anche gli scarti del frantoio vengono utilizzati per il compostaggio e come fertilizzante (Espadas-Aldana et al., 2023). Difatti, oltre ad essere un metodo di gestione economico e facilmente praticabile per i gestori di frantoi, è stato segnalato che il compost derivante dagli scarti del frantoio conferisce notevoli benefici per le caratteristiche del suolo e la produttività delle colture. L'ammendante con sansa di olivo potrebbe essere un valido metodo per migliorarne la fertilità con costi inferiori a quelli richiesti quando si utilizzano i fertilizzanti chimici (Enaime et al., 2024).

Inoltre, una valida strategia per riutilizzare gli scarti è l'utilizzo nelle diete degli animali, poiché questi prodotti sono sostenibili e sono fonti di diversi preziosi composti bioattivi (Ferlisi et al., 2023). Per di più, consente alle industrie di trasformazione alimentare di mitigare proficuamente i costi generati dallo smaltimento dei rifiuti (Caparra et al., 2023). In questo contesto, l'uso dei fenoli provenienti dagli scarti delle acque reflue hanno registrato vantaggi come mangime funzionale (Cassano et al., 2018), migliorando la funzione ruminale delle pecore e riducendo la produzione di metano (Hamimed & Kthiri, 2022). Inoltre, il foraggio integrato con acque di vegetazione riduce significativamente la quantità di batteri nocivi, suggerendo una buona correlazione tra le modificazioni del tratto gastrointestinale e la salute degli animali (Bonos et al., 2022). L'acqua di vegetazione del frantoio è anche in grado di migliorare la qualità microbica della carne. Nel pollame, il trattamento dietetico con un estratto fenolico di acque reflue ha ridotto la presenza di batteri, il che potrebbe ridurre il rischio di infezione nella carne di pollame lavorata (Ferlisi et al., 2023). Ugualmente l'integrazione alimentare con polpa di olive essiccata può essere considerata una buona strategia per l'alimentazione dei polli da carne a crescita lenta, in quanto non ha effetti negativi sulle prestazioni produttive degli animali anzi è stato riportato un aumento del peso corporeo dei polli da carne sottoposti a stress termico dopo il trattamento dietetico con polpa di olive (Ferlisi et al., 2023).

Questo panorama complessivo non solo sottolinea l'efficacia dell'approccio circolare nell'ottimizzazione delle risorse, ma evidenzia anche l'importanza della diversificazione nell'utilizzo dei rifiuti, promuovendo un modello di sviluppo sostenibile e integrato. La sansa, ad esempio, può essere valorizzata come biomassa per la produzione di energia rinnovabile o trasformata in fertilizzanti organici per l'agricoltura (L. J. R. Nunes et al., 2020a). Le acque reflue, nonostante la loro complessità chimica, possono essere trattate e riutilizzate per l'irrigazione (Vivaldi et al., 2022) o per l'estrazione di polifenoli, composti con elevato valore aggiunto utilizzati nell'industria cosmetica e farmaceutica grazie alle loro proprietà antiossidanti (Maranesi et al., 2021). Anche i rifiuti solidi del frantoio trovano impiego nel campo manifatturiero, ad esempio per la produzione di materiali compositi innovativi (Spiliotis et al., 2020).

Il riutilizzo degli scarti dell'olio d'oliva non si limita a migliorare l'efficienza dei processi produttivi, ma si inserisce anche in un contesto più ampio di sostenibilità e innovazione (Kirchherr et al., 2018). Un aspetto cruciale di questo processo è la costruzione di una filiera produttiva a ciclo aperto, un concetto che si distacca dal tradizionale modello lineare per abbracciare un sistema in cui i rifiuti non vengono semplicemente eliminati, ma reintegrati nei vari processi produttivi (Stahel, 2016). In tale contesto, la valorizzazione degli scarti dell'olio d'oliva permette di ottenere nuovi prodotti utili e innovativi in diversi ambiti, creando nuove opportunità economiche e sociali, ma anche riducendo l'impatto ambientale (M. A. Nunes et al., 2018). La creazione di una filiera a ciclo aperto implica che

gli scarti non vanno perduti, ma piuttosto vengono trasformati all'interno di cicli produttivi distinti e complementari (Stahel, 2016). La chiave di questo modello risiede nella progettazione dei processi produttivi in modo da integrare i rifiuti come risorse, riducendo al minimo lo spreco e favorendo la valorizzazione dei materiali (MacArthur, 2013). Questo approccio consente non solo di abbattere i costi legati allo smaltimento dei rifiuti, ma anche di sviluppare nuovi mercati e applicazioni per gli scarti (Ghisellini et al., 2016).

Il concetto di ciclo aperto implica che la filiera si apra verso altre applicazioni e settori, sfruttando la diversità dei rifiuti generati per alimentare altre fasi produttive o per la creazione di nuovi prodotti. È un processo dinamico che favorisce l'innovazione e la creazione di valore attraverso il riutilizzo e la valorizzazione delle risorse (MacArthur, 2013).

La creazione di una filiera produttiva a ciclo aperto, in cui gli scarti derivanti dalla produzione di olio d'oliva sono riutilizzati in vari settori come quello agricolo, energetico, sanitario e manifatturiero, rappresenta una strategia vincente per integrare i principi dell'economia circolare nella pratica industriale. Risulta quindi possibile sviluppare nuovi modelli di business basati sulla valorizzazione degli scarti, creando un modello in cui la creazione di valore si basa sul valore economico trattenuto nei prodotti dopo l'uso per la produzione di nuovi prodotti (Donner & Radić, 2021a) (Figura 15).

Figura 15. Nuove filiere produttive dagli scarti dell'industria olivicola



Fonte: elaborazione dell'autore

3.5.2 RQ3 È possibile costruire un modello di business circolare della filiera olivicola?

La valorizzazione degli scarti dell'olio d'oliva e il ripensare il modello di produzione, vendita e consumo nascono come risposte alle crescenti preoccupazioni ambientali legate a questo settore. L'espansione delle piantagioni di olivi e il conseguente incremento nella produzione di olio d'oliva, uniti ad una lavorazione stagionale e di bassa efficienza, rappresentano una sfida ambientale rilevante e poco sostenibile (Espadas-Aldana et al., 2023). Queste criticità hanno portato alla necessità di adottare pratiche più sostenibili, capaci di coniugare la tutela ambientale con una gestione più responsabile delle risorse. Questo cambiamento si inserisce in un quadro più ampio di sostenibilità, che include anche la promozione di prodotti alimentari di alta qualità, l'attenzione alla salute umana, l'efficienza energetica tramite l'impiego di fonti rinnovabili, il sostegno all'agricoltura biologica e lo sviluppo locale (Donner et al., 2021). Questo ha stimolato la creazione di nuove filiere produttive secondo un approccio di economia circolare, riprogettando i processi produttivi e le catene di approvvigionamento.

Nel paragrafo precedente, è stato approfondito il concetto di economia circolare a ciclo aperto, basato sul recupero e la valorizzazione degli scarti della filiera olivicola trasformandoli in risorse per altre filiere produttive. Si è visto come i residui della lavorazione dell'olio d'oliva, come la sansa o le acque di vegetazione, possono essere impiegati nella produzione di biogas, fertilizzanti naturali o come materia prima per settori come la bioedilizia. In questo modo, si riduce l'impatto ambientale degli

scarti e si crea un sistema interconnesso tra diverse filiere, dando vita a un ciclo aperto in cui i sottoprodotti di un processo diventano input per altri.

In questo paragrafo, è previsto un passo ulteriore ossia lo sviluppo di una filiera produttiva dell'olio d'oliva sostenibile e a ciclo chiuso. In questa visione, l'intero processo produttivo viene progettato per minimizzare i rifiuti, ottimizzare l'uso delle risorse e reintegrare i sottoprodotti all'interno dello stesso ciclo produttivo. Un'economia circolare a ciclo chiuso si distingue per il fatto che tutti i materiali e le risorse impiegate nel processo produttivo vengono reintegrati o riutilizzati all'interno del sistema stesso, senza necessità di trasferirli ad altri settori (Foundation, 2019). Questa transizione verso una filiera a ciclo chiuso non solo consente di abbattere gli sprechi e le emissioni, ma rappresenta anche un modello innovativo per la sostenibilità ambientale, economica e sociale del settore dell'olio d'oliva. L'analisi si concentrerà su come rendere possibile questa trasformazione, identificando le tecnologie, i processi e le strategie necessarie per costruire una filiera completamente sostenibile e autosufficiente.

La nuova filiera circolare dell'olio d'oliva parte dall'identificazione dei principali scarti della produzione di olio d'oliva e dalla valutazione della sostenibilità e della riciclabilità di questi. Il modello di business circolare della filiera olivicola-olearia si presenta come una risposta a quello che (Lee & Malerba, 2017) definiscono come “finestre di opportunità”. In questo caso, le finestre di opportunità risultano essere di tipo tecnologico in quanto la tecnologia è uno strumento fondamentale che contribuisce a convertire il rifiuto in risorsa.

La massimizzazione degli scarti della filiera olivicola non si limita al semplice recupero, ma comporta l'impiego di tecnologie avanzate che permettono di estrarre composti di valore, come i polifenoli. Questi composti bioattivi, che includono polifenoli, acidi grassi, e antiossidanti, sono altamente apprezzati per le loro proprietà benefiche e possono essere riutilizzati non solo in prodotti alimentari, ma anche in cosmetici, farmaceutici, e bioprodotto (Cuffaro et al., 2024; Da Silva et al., 2016). Le tecnologie di estrazione rappresentano il primo passo cruciale nella valorizzazione degli scarti della filiera olivicola. L'estrazione dei composti bioattivi dalle acque di vegetazione, dalla sansa e da altre frazioni residue dell'olio d'oliva può avvenire tramite diversi metodi tecnologici, tra cui l'estrazione con solventi. Questo è uno dei metodi tradizionali più utilizzati per estrarre polifenoli e altri composti bioattivi dagli scarti della filiera. Solventi come etanolo, metanolo o acetonitrile vengono utilizzati per disciogliere e separare i composti desiderati dalle matrici vegetali. Questo metodo è particolarmente utile per l'estrazione dei polifenoli dalle acque di vegetazione, che sono ricchi di queste molecole con proprietà antiossidanti (Galanakis et al., 2018). Un'altra tecnologia di estrazione è quella a flusso continuo. L'uso di anidride carbonica è una tecnologia innovativa che permette di ottenere un'estrazione più efficiente e più pulita, senza l'uso di solventi chimici tradizionali. Questo

processo sfrutta l'anidride carbonica in stato supercritico per estrarre composti lipofili (come gli acidi grassi e gli steroli) dalla sansa. Rispetto ad altri metodi, l'estrazione con anidride carbonica supercritica ha il vantaggio di essere più selettiva e meno inquinante, riducendo il rischio di contaminazione dei composti estratti (Dali et al., 2022; Herrero et al., 2011). Queste tecnologie facilitano l'estrazione di polifenoli e antiossidanti, migliorando l'efficacia dei costi del processo (Stempfle et al., 2021).

Oltre all'estrazione dei composti bioattivi, gli scarti della filiera olivicola possono essere trattati per altre applicazioni industriali, mediante l'uso di tecnologie che consentono di ridurre il volume dei rifiuti, migliorare la qualità dei residui e generare nuovi materiali. Le principali tecnologie di trattamento avanzato comprendono la fermentazione microbica, un metodo ecologico ed efficace per trattare gli scarti organici. Gli enzimi e i microrganismi specifici, come batteri o lieviti, possono essere utilizzati per trasformare la sansa in prodotti di valore come biogas, composti antimicrobici, o anche additivi nutrizionali (M. A. Nunes et al., 2018). Altre tecniche di trattamento sono la pirolisi e la gassificazione, processi termochimici che permettono la conversione della biomassa in biocarburanti e biomateriali (Iliopoulou et al., 2023). Durante la pirolisi, la sansa viene riscaldata in assenza di ossigeno per produrre biochar, che può essere utilizzato come fertilizzante, o gas combustibili per la generazione di energia. La gassificazione, similmente, produce gas sintetici (syngas) che possono essere impiegati per la produzione di energia elettrica o termica (L. J. R. Nunes et al., 2020b). Questi trattamenti offrono una duplice opportunità, in quanto riducono il volume degli scarti e producono energia rinnovabile, contribuendo alla creazione di un ciclo chiuso all'interno della filiera.

L'efficacia di questi processi di valorizzazione e trattamento avanzato degli scarti può essere ulteriormente ottimizzata attraverso un approccio integrato che unisce chimica, economia e tecnologia (Sayın & Kaban, 2024). Dal punto di vista chimico, è fondamentale sviluppare reazioni selettive e processi che massimizzino il recupero dei composti di valore, riducendo al minimo la produzione di sottoprodotti indesiderati. Dal punto di vista economico, l'integrazione di questi processi all'interno della stessa filiera produttiva consente di ridurre i costi legati allo smaltimento degli scarti e, contemporaneamente, di generare nuovi flussi di reddito attraverso la vendita dei prodotti derivati dalla valorizzazione. Infine, il contributo della tecnologia è cruciale per rendere questi processi scalabili, sostenibili e competitivi, ottimizzando l'efficienza delle risorse e minimizzando gli impatti ambientali. L'applicazione di un approccio tecnologico integrato consente, inoltre, di monitorare e migliorare continuamente i processi, favorendo l'adattamento alle specifiche esigenze della filiera e incrementando la sua resilienza nel lungo periodo (Ghisellini et al., 2016; Stahel, 2016). Le applicazioni tecnologiche favoriscono fasi di lavorazione a basso impatto che utilizzano l'energia elettrica da biomassa e sistemi di riciclo dell'acqua. In questo contesto, la

produzione di energia rinnovabile dagli scarti, come la sansa, permette di alimentare le diverse fasi della lavorazione olearia, riducendo il consumo di energia esterna e migliorando l'efficienza energetica del processo produttivo. L'integrazione di sistemi energetici a bassa emissione e sostenibili può infatti portare a una riduzione significativa del carbon footprint della filiera, facendo sì che le risorse siano utilizzate in modo ottimale, abbattendo sia i costi che l'impatto ambientale (Ghisellini et al., 2016).

La produzione sostenibile nell'ambito della filiera dell'olio d'oliva può iniziare già dalla coltivazione degli uliveti, attraverso l'impiego degli scarti della filiera stessa. La depurazione delle acque di vegetazione è un passo cruciale per ridurre l'impatto ambientale e, nello stesso tempo, per ottimizzare l'uso delle risorse (Foti et al., 2021). Le acque trattate possono essere utilizzate per scopi irrigui, riducendo così il consumo di acqua fresca e il carico di inquinamento. Il trattamento e riciclo dell'acqua riduce la necessità di smaltire l'acqua contaminata e contribuisce alla sostenibilità e all'autosufficienza della filiera (Gebreyohannes et al., 2016). Inoltre, i residui solidi, ricchi di nutrienti organici, trasformati in compost o fertilizzanti naturali migliorano la fertilità del suolo e riducono la dipendenza dai fertilizzanti chimici (Angeloni et al., 2024). Ulteriormente, la sansa, una volta trattata, può essere utilizzata come ammendante organico per aumentare la capacità di ritenzione idrica del terreno, contribuendo a una migliore gestione delle risorse idriche, particolarmente cruciale nelle regioni aride (Galic & Bogunovic, 2018). L'applicazione controllata di compost derivato da scarti olivicoli può aumentare significativamente la resa degli uliveti, migliorando al contempo la qualità del frutto e riducendo i costi di produzione (de Sosa et al., 2022).

L'adozione di modelli di business circolari nel settore olivicolo non solo influisce positivamente sui flussi di entrate e sulla riduzione dei costi di produzione, ma rafforza anche le relazioni con la comunità locale, creando un sistema integrato basato su principi di sostenibilità e mutuo vantaggio. Da un lato, la valorizzazione dei sottoprodotti interni contribuisce a generare redditi aggiuntivi e riduce la vulnerabilità dell'azienda alle fluttuazioni dei prezzi delle materie prime. Inoltre, diminuendo la dipendenza dai servizi esterni di gestione dei rifiuti, l'azienda ottimizza i costi operativi e rafforza la propria resilienza economica (Donner et al., 2021). Dall'altro lato, questa strategia favorisce il consolidamento delle relazioni territoriali, che si basano su un approccio partecipativo e condiviso alla transizione verso l'economia circolare. La vicinanza dei produttori ai clienti nello stesso territorio permette di integrare i principi di circolarità nella comunità locale, dove produttori e consumatori collaborano per creare un modello di sviluppo sostenibile. La circolarità, quindi, non si limita a una dimensione economica e tecnica, ma si estende anche a quella sociale, con un impatto positivo sul senso di appartenenza e sulla coesione comunitaria (Donner, Radić, et al., 2022).

Sulla base di ciò, gli output ottenuti dalla conversione dei rifiuti e dei sottoprodotti delle olive vengono venduti principalmente tramite un approccio business-to-business. Ad esempio, l'energia prodotta dalla biomassa viene utilizzata da clienti industriali; i mangimi funzionali sono destinati alle aziende agricole che si occupano di allevamento; i polifenoli estratti sono impiegati nell'industria farmaceutica e alimentare. A ciò si aggiunge la gestione dei rifiuti per altre aziende olivicole che possono così usufruire delle infrastrutture di riciclo (Donner, Erraach, et al., 2022).

La creazione di una rete logistica efficiente per la raccolta degli scarti dai frantoi e la loro distribuzione ai clienti finali rappresenta un elemento cruciale per garantire il successo di una filiera circolare nell'industria olearia (Donner, Erraach, et al., 2022). Questo sistema non solo riduce i costi legati alla gestione dei rifiuti, ma permette anche di massimizzare la valorizzazione degli scarti trasformandoli in prodotti utili per il settore agricolo, energetico e manifatturiero. Per ottimizzare la rete logistica, l'utilizzo di strumenti GIS (Geographic Information Systems) consente di pianificare rotte e strategie di raccolta più sostenibili ed efficienti, riducendo i tempi e le distanze di trasporto (Rahman, 2007). Grazie ai GIS, è possibile identificare punti strategici per la creazione di hub di raccolta e trasformazione, ottimizzando la distribuzione degli scarti verso impianti di trattamento o verso mercati secondari (Makarova et al., 2021). Questa tecnologia permette anche di monitorare in tempo reale la movimentazione dei sottoprodotti, di adattare le operazioni logistiche alle esigenze stagionali dell'industria olivicola (Dai & Xu, 2019) e di ridurre fino al 25% le emissioni legate al trasporto e migliorare la sostenibilità economica e ambientale della filiera (Bantias et al., 2017). La creazione di una rete logistica efficiente per la raccolta degli scarti dai frantoi e la loro distribuzione ai clienti finali si intreccia strettamente con la necessità di stringere collaborazioni e partenariati strategici per garantire il successo di una filiera circolare nell'industria olearia. Un sistema logistico ben organizzato, supportato dall'utilizzo di tecnologie avanzate come i GIS (Geographic Information Systems), non solo ottimizza il trasporto e la distribuzione degli scarti, ma rappresenta anche una piattaforma per l'integrazione con aziende agricole, cosmetiche e del settore energetico, che possono utilizzare i sottoprodotti dell'olio d'oliva in modo integrato (Shahparvari et al., 2020). Difatti, collaborare con aziende agricole consente di valorizzare gli scarti come compost o ammendanti per migliorare la fertilità del suolo, riducendo la dipendenza dai fertilizzanti chimici (Agapitova et al., 2023). Allo stesso tempo, il settore cosmetico può beneficiare dell'estrazione di molecole bioattive, come antiossidanti e polifenoli, utili per la produzione di cosmetici di alta qualità (Shahparvari et al., 2020). Analogamente, il settore energetico trae vantaggio dall'uso di sansa e altri residui per la produzione di energia rinnovabile, contribuendo alla decarbonizzazione e alla sostenibilità delle attività produttive.

Parallelamente, lo sviluppo di partenariati con istituti di ricerca, università e aziende tecnologiche è fondamentale per migliorare i processi di trasformazione dei sottoprodotti e accedere a nuovi mercati (Donner, Erraach, et al., 2022). Il coinvolgimento con centri di ricerca e imprese tecnologiche sostiene lo sviluppo di brevetti e tecnologie innovative, aumentando la competitività delle aziende nel mercato globale (Ghisellini et al., 2016).

Queste collaborazioni non si limitano a una semplice divisione dei compiti, ma si inseriscono in un ecosistema dinamico di concorrenza, cooperazione, innovazione e imitazione (Lee & Malerba, 2017). Questo modello consente alla filiera di evolversi nel tempo, adattandosi alle esigenze del mercato e alle nuove opportunità offerte dalle tecnologie emergenti (Parra-López et al., 2021). Ad esempio, la condivisione di dati tra imprese e istituti di ricerca attraverso piattaforme digitali può accelerare lo sviluppo di soluzioni sostenibili e ridurre i tempi di implementazione (Otero et al., 2023).

Il successo di una filiera circolare basata sugli scarti dell'olio d'oliva dipende non solo dall'efficienza logistica e dalla capacità di costruire reti di collaborazione intersettoriali che integrino competenze, risorse e innovazioni, ma anche dalle politiche.

Le politiche e le normative giocano un ruolo fondamentale nel sostenere lo sviluppo di una filiera olivicola a ciclo chiuso, promuovendo la transizione verso modelli di economia circolare. Per incentivare l'innovazione e la sostenibilità, è fondamentale che esista un quadro normativo che promuova la collaborazione tra pubblico e privato, creando le condizioni ideali per il finanziamento e la crescita di progetti innovativi. In questo contesto, oltre alle politiche ambientali e agricole, sono necessari strumenti finanziari che riducano il rischio per gli operatori del settore, come assicurazioni e coinvestimenti azionari pubblici (Polonio et al., 2024). Le politiche e gli strumenti finanziari rivestono un ruolo cruciale nel supportare la transizione verso una filiera olivicola a ciclo chiuso, in particolare quando si tratta di affrontare gli elevati costi iniziali e i rischi legati all'adozione di tecnologie e pratiche sostenibili.

L'adozione di un modello circolare richiede, infatti, ingenti investimenti iniziali, sia in termini di ricerca e sviluppo di nuove tecnologie per il trattamento dei sottoprodotti olivicoli, sia nell'implementazione di impianti per la produzione di energia rinnovabile o la creazione di nuovi prodotti. Per affrontare questi costi, è fondamentale un impegno condiviso tra il settore pubblico e quello privato, attraverso prestiti verdi e schemi di cofinanziamento pubblico-privato, che permettano alle aziende di ridurre l'esposizione ai rischi finanziari e di accedere alle risorse necessarie per il loro sviluppo (Ghisellini et al., 2016). Inoltre, le assicurazioni e i coinvestimenti azionari pubblici possono essere strumenti strategici per garantire la sostenibilità economica delle imprese, supportando l'implementazione di tecnologie innovative e facilitando l'ingresso di capitali nel settore.

Per di più, la regolamentazione finanziaria è essenziale per indirizzare e incentivare gli investimenti verso progetti che promuovono la sostenibilità. Le politiche finanziarie che prevedono incentivi fiscali per l'adozione di pratiche ecologiche, come il trattamento dei rifiuti o la generazione di energia da biomassa, sono in grado di stimolare l'interesse per l'industria olearia, attirando investitori privati e facilitando il finanziamento di iniziative a lungo termine. Tali strumenti, combinati con politiche di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni, non solo promuovono la sostenibilità ambientale, ma contribuiscono anche alla creazione di nuovi posti di lavoro e al rafforzamento dell'industria a livello globale (Polonio et al., 2024).

Infine, le politiche di cooperazione internazionale, in particolare nei paesi produttori di olio d'oliva, possono favorire la creazione di reti di collaborazione tra aziende, istituzioni e ricercatori, accelerando l'adozione di modelli di business circolari. Le politiche di scambio tecnologico e di accesso ai mercati internazionali creano un ambiente favorevole per l'innovazione e l'espansione della filiera a ciclo chiuso, rafforzando la competitività globale dell'industria olearia e promuovendo una gestione sostenibile delle risorse.

Per realizzare una filiera olivicola a ciclo chiuso, è fondamentale che le politiche pubbliche e gli strumenti finanziari siano allineati e complementari. L'adozione di un approccio integrato che includa prestiti verdi, coinvestimenti e regolamentazione finanziaria è cruciale per supportare gli operatori e facilitare la transizione verso un sistema produttivo più sostenibile ed efficiente (Polonio et al., 2024). La risposta alla domanda di ricerca risiede nella capacità di integrare innovazioni tecnologiche, collaborazione tra i diversi attori della filiera e modelli di governance inclusivi. Un modello di business circolare è fattibile se si investe nella valorizzazione dei sottoprodotti, nella riduzione degli sprechi e nella progettazione di filiere che reintegrino gli scarti in ogni fase del ciclo produttivo. Ciò richiede la definizione di strategie condivise tra produttori, istituzioni e consumatori, oltre a incentivi che favoriscano l'adozione di tecnologie e pratiche circolari (Figura 16).

Figura 16. Modello di business circolare nella filiera dell'olio d'oliva



Fonte: elaborazione dell'autore

Conclusioni

La ricerca si propone di dare una visione articolata degli studi che esplorano come l'economia circolare possa supportare le aziende del settore olivicolo-oleario nel fronteggiare la sfida globale della sostenibilità. In particolare, lo studio si concentra sulla trasformazione dei rifiuti in risorsa, sull'identificazione dei sottoprodotti generati e sui settori merceologici coinvolti. L'obiettivo principale è promuovere nuove filiere produttive, in cui i sottoprodotti derivanti dai rifiuti del settore vengono valorizzati per sviluppare interpretazioni innovative dell'economia circolare a ciclo aperto. Inoltre, la ricerca mira a esplorare la possibilità di creare una filiera dell'olio d'oliva completamente sostenibile, integrando gli scarti in ogni fase del processo.

Il settore olivicolo-oleario rappresenta una delle filiere agroalimentari più critiche, in quanto produce scarti problematici da gestire, a causa delle loro proprietà altamente inquinanti che possono causare gravi impatti ambientali se smaltiti in modo improprio. Di conseguenza, il settore si trova ad affrontare numerose sfide sul lato economico, sociale ed ambientale (Sciubba et al., 2020). L'innovazione e la circolarità dei sistemi produttivi possono essere una risposta decisiva per uno sviluppo economico sostenibile. Tuttavia, per rendere il settore realmente sostenibile, è necessario adottare un modello produttivo basato sui principi dell'economia circolare. Questo approccio non solo consente di trasformare gli scarti in risorse, ma contribuisce anche a ridurre gli sprechi, migliorare l'efficienza delle risorse e favorire una gestione responsabile e sostenibile dell'intera filiera. I modelli di business circolari svolgono un ruolo cruciale in questo contesto, poiché creano valore integrando sostenibilità e innovazione, offrendo un percorso concreto verso una gestione più equilibrata e rispettosa dell'ambiente (Donner & Radić, 2021a).

Lo studio nei primi due capitoli ha esaminato la filiera olivicola-olearia e i relativi scarti, le politiche di riferimento e le connessioni con l'economia circolare. L'approccio dell'economia circolare può incrementare il livello di sostenibilità del sistema attraverso una riduzione dei rifiuti, un efficientamento nell'utilizzo di risorse e la chiusura dei cicli produttivi.

Lo studio presenta la filiera olivicola come un punto chiave su cui agire per la transizione del modello economico lineare verso un modello circolare. Tale evoluzione verso la circolarità può essere raggiunta attraverso alcuni obiettivi strategici come l'ottimizzazione delle risorse, l'innovazione tecnologica e l'adozione di modelli di business circolari (Donner, Radić, et al., 2022; Donner & Radić, 2021b). L'analisi degli studi precedenti ha evidenziato l'assenza di uno studio che analizzi il tema dei rifiuti descrivendo i settori attraverso i quali è possibile definire una nuova filiera produttiva e la possibilità di ripensare ad una filiera dell'olio d'oliva completamente sostenibile. Per colmare il gap presente in letteratura, la ricerca, attraverso una revisione sistematica della letteratura, mira a classificare un campione di articoli in cluster basati su diverse metodologie analitiche. In particolare,

lo studio si concentra sull'analisi dei principali sottoprodotti della filiera olivicola-olearia evidenziando le relazioni tra i sottoprodotti e la loro applicazione nello stesso e in ulteriori settori produttivi.

Dallo studio è emerso che i settori maggiormente coinvolti nella valorizzazione di questi sottoprodotti sono quello agricolo, energetico, manifatturiero e sanitario. Tra i sottoprodotti più utilizzati ci sono i rifiuti solidi del processo oleario, in cui rientrano la sansa e i noccioli, e i rifiuti liquidi, rappresentati dalle acque reflue. La sansa, ad esempio, viene reimpressa negli impasti tipicamente utilizzati dall'industria ceramica per la produzione di laterizi (López-García et al., 2021); i noccioli d'oliva possono essere aggiunti a materiali plastici riciclati per creare nuovi materiali (Pardalis et al., 2024); le acque di vegetazione, ricche di biofenoli, svolgono un ruolo importante nell'inibizione delle reazioni di ossidazione e sono, per questo, considerati una promettente fonte di antiossidanti con potenziali applicazioni in ambito medico (Fleyfel et al., 2022). La ricerca ha, inoltre, confermato la fattibilità di un modello di business circolare della filiera olivicola-olearia attraverso la definizione di strategie condivise tra produttori, istituzioni e consumatori, oltre a incentivi che favoriscano l'adozione di tecnologie e pratiche circolari.

Il lavoro fornisce una panoramica dei principali studi che hanno analizzato il riutilizzo dei sottoprodotti della produzione di olio d'oliva, colmando le lacune esistenti nella letteratura e dando un importante contributo per delineare lo stato dell'arte su questo argomento. In questo modo è possibile orientare le politiche pubbliche e stimolare la transizione verso l'economia circolare. Da un punto di vista gestionale, questo studio fornisce uno strumento per assistere le imprese del settore olivicolo nel processo decisionale e operativo relativo alla gestione e valorizzazione degli scarti della filiera olivicola, individuando i settori in cui gli scarti possono essere riutilizzati. Inoltre, le imprese possono beneficiare di una guida su come trasformare i sottoprodotti in opportunità economiche creando nuovi flussi di entrate.

Sebbene questa ricerca sia una delle prime revisioni sistematiche in questo campo, il metodo di ricerca manuale utilizzato potrebbe aver escluso o omesso articoli potenzialmente rilevanti. Nonostante questo approccio fornisca un controllo più diretto sulla selezione delle fonti, c'è il rischio che si perdano contributi importanti. In secondo luogo, benché Scopus e Web of Science siano tra le piattaforme più complete e affidabili per la letteratura accademica, è necessario integrare l'approccio della revisione sistematica con un'analisi più approfondita della letteratura. Un ulteriore limite della ricerca risiede nell'approccio prevalentemente teorico riguardo all'integrazione dei modelli di economia circolare con strategie di mercato e innovazione tecnologica da parte delle imprese agricole. Di conseguenza, lo studio apre a nuovi filoni di ricerca rivolti allo sviluppo di metodi e strumenti per valutare l'efficacia delle strategie di economia circolare nelle imprese olivicole e nelle altre filiere

produttive. A tal fine, lo studio di casi studio esistenti relativi alla valorizzazione degli scarti nel settore olivicolo sarà utile in quanto forniscono esempi concreti di applicazione di pratiche di economia circolare. Si potrebbe classificare le industrie in base alla dimensione e alla capacità di produzione di rifiuti, sviluppando strutture dedicate o cooperative regionali e creare un database delle esigenze specifiche di ogni regione o Paese produttore. L'analisi di questi casi consentirà di valutare l'impatto ambientale delle strategie adottate, attraverso metriche quali la riduzione delle emissioni, il miglioramento della gestione dei rifiuti e i benefici economici, concentrandosi sul ritorno sull'investimento, sui risparmi derivanti dalla riduzione dei costi di smaltimento e sulla creazione di nuovi flussi di valore attraverso la valorizzazione dei sottoprodotti. Per ottenere una visione olistica del modello di filiera circolare, sono necessarie proposte concrete, a livello politico, su come migliorare l'accesso a incentivi e agevolazioni per i produttori che adottano modelli di business circolari.

Bibliografia

- Abaza, L., Taamalli, A., Nsir, H., & Zarrouk, M. (2015). Olive tree (*Olea europae* L.) leaves: Importance and advances in the analysis of phenolic compounds. *Antioxidants*, 4(4), 682–698.
- Abbate, S., Centobelli, P., & Di Gregorio, M. (2024). Wine waste valorisation: crushing the research domain. *Review of Managerial Science*, 1–36.
- Abu Tayeh, H. N., Azaizeh, H., & Gerchman, Y. (2020). Circular economy in olive oil production – Olive mill solid waste to ethanol and heavy metal sorbent using microwave pretreatment. *Waste Management*, 113, 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.06.017>
- Adjei-Bamfo, P., Maloreh-Nyamekye, T., & Ahenkan, A. (2019). The role of e-government in sustainable public procurement in developing countries: A systematic literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 189–203.
- Agapitova, L., Butorina, G., Larionova, N., & Medvedeva, L. (2023). Digital transformation of the agro-industrial complex as a transition to highly efficient production. *E3S Web of Conferences*, 390, 03023.
- Agici Finanza di Impresa. (2024). *Industria, biodiversità ed economia circolare: impatti e strategie*.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*.
- Al-Qodah, Z., Al-Zoubi, H., Hudaib, B., Omar, W., Soleimani, M., Abu-Romman, S., & Frontistis, Z. (2022). Sustainable vs. conventional approach for olive oil wastewater management: a review of the state of the art. *Water*, 14(11), 1695.
- Alshqaqeeq, F., Esmaeili, M. A., Overcash, M., & Twomey, J. (2020). Quantifying hospital services by carbon footprint: a systematic literature review of patient care alternatives. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104560.
- Angeloni, G., Spadi, A., Corti, F., Calcaprina, M., Carpi, G., Maioli, F., Parenti, A., & Masella, P. (2024). Advancing Circular Economy in Olive Oil Production: Comparing Maturation Systems for Vermicompost Creation from Olive Pomace. *Biomass*, 4(4), 1178–1190.
- Aquilani, B., Silvestri, C., Ruggieri, A., & Gatti, C. (2017). A systematic literature review on total quality management critical success factors and the identification of new avenues of research. *The TQM Journal*, 29(1), 184–213.

- Arent, D. J., Tol, R. S. J., Faust, E., Hella, J. P., Kumar, S., Strzepek, K. M., Tóth, F. L., Yan, D., Abdulla, A., & Kheshgi, H. (2015). Key economic sectors and services. In *Climate change 2014 impacts, adaptation and vulnerability: Part a: Global and sectoral aspects* (pp. 659–708). Cambridge University Press 2010.
- Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Muezzinoglu, A., Sengul, F., & Ozer, A. (2004). A review of waste management options in olive oil production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34(3), 209–247.
- Baccioni, L., & Peri, C. (2014). *The extra-virgin olive oil handbook*.
- Banias, G., Achillas, C., Vlachokostas, C., Moussiopoulos, N., & Stefanou, M. (2017). Environmental impacts in the life cycle of olive oil: a literature review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(6), 1686–1697.
- Bastas, A., & Liyanage, K. (2018). Sustainable supply chain quality management: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 181, 726–744.
- Beaufoy, G. (2000). The olive oil regime. In *CAP regimes and the European countryside: prospects for integration between agricultural, regional and environmental policies*. (pp. 155–177). CABI Publishing Wallingford UK.
- Beckman, J., Ivanic, M., & Jelliffe, J. (2022). Market impacts of Farm to Fork: Reducing agricultural input usage. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1995–2013.
- Berbel, J., & Posadillo, A. (2018). Review and analysis of alternatives for the valorisation of agro-industrial olive oil by-products. *Sustainability*, 10(1), 237.
- Blanco, I., De Bellis, L., & Luvisi, A. (2022). Bibliometric mapping of research on life cycle assessment of olive oil supply Chain. *Sustainability*, 14(7), 3747.
- Bocken, N. M. P., De Pauw, I., Bakker, C., & Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.
- Bonos, E., Skoufos, I., Petrotos, K., Giavasis, I., Mitsagga, C., Fotou, K., Vasilopoulou, K., Giannenas, I., Gouva, E., & Tsinas, A. (2022). Innovative use of olive, winery and cheese waste by-products as functional ingredients in broiler nutrition. *Veterinary Sciences*, 9(6), 290.
- Bornmann, L., Butz, A., & Wohlrabe, K. (2018). What are the top five journals in economics? A new meta-ranking. *Applied Economics*, 50(6), 659–675.

- Briner, R. B., & Denyer, D. (2012). *Systematic review and evidence synthesis as a practice and scholarship tool*.
- Brkić Bubola, K., Koprivnjak, O., Sladonja, B., & Lukić, I. (2012). Volatile compounds and sensory profiles of monovarietal virgin olive oil from Buža, Črna and Rosinjola cultivars in Istria (Croatia). *Food Technology and Biotechnology*, 50(2), 192–198.
- Broday, E. E. (2022). The evolution of quality: from inspection to quality 4.0. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 14(3), 368–382.
- Caparra, P., Chies, L., Scerra, M., Foti, F., Bognanno, M., Cilione, C., De Caria, P., Claps, S., & Cifuni, G. F. (2023). Effect of Dietary Ensiled Olive Cake Supplementation on Performance and Meat Quality of Apulo-Calabrese Pigs. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13122022>
- Cappelli, A., Lupori, L., & Cini, E. (2023). Should extra virgin olive oil production change the approach? A systematic review of challenges and opportunities to increase sustainability, productivity, and product quality. In *Journal of Agricultural Engineering* (Vol. 54, Issue 1). Page Press Publications. <https://doi.org/10.4081/jae.2023.1479>
- Cassano, A., Conidi, C., Ruby-Figueroa, R., & Castro-Muñoz, R. (2018). Nanofiltration and tight ultrafiltration membranes for the recovery of polyphenols from agro-food by-products. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 351.
- Cavanagh, S. (1997). Content analysis: concepts, methods and applications. *Nurse Researcher*, 4(3), 5–16.
- Chadegani, E. A., Sharifishourabi, M., & Hajiarab, F. (2018). Comprehensive assessment of a multi-generation system integrated with a desalination system: modeling and analysing. *Energy Conversion and Management*, 174, 20–32.
- Chanioti, S., & Tzia, C. (2018). Extraction of phenolic compounds from olive pomace by using natural deep eutectic solvents and innovative extraction techniques. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 48, 228–239.
- Charatsari, C., Lioutas, E. D., De Rosa, M., & Vecchio, Y. (2022). Technological innovation and agrifood systems resilience: The potential and perils of three different strategies. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 872706.
- Chen, H.-G., & Zhang, Y.-H. P. (2015). New biorefineries and sustainable agriculture: Increased food, biofuels, and ecosystem security. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 117–132.

- Chiaraluce, G., Bentivoglio, D., & Finco, A. (2023). The circular economy model in the agri-food sector: A new strategy for the regional development. *AIMS Agriculture and Food*, 8(3), 851–872.
- Chkareuli, V., Darguashvili, G., Atstaja, D., & Susniene, R. (2024). Assessing the Financial Viability and Sustainability of Circular Business Models in the Wine Industry: A Comparative Analysis to Traditional Linear Business Model—Case of Georgia. *Sustainability*, 16(7), 2877.
- Christopher, M. (2022). *Logistics and supply chain management*. Pearson Uk.
- Colicchia, C., & Strozzi, F. (2012). Supply chain risk management: a new methodology for a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(4), 403–418.
- Costantino, L. (2018). Politiche europee e nazionali di contrasto allo spreco alimentare nella produzione primaria: analisi e prospettive future. *Przegląd Prawa Rolnego*, 2 (23), 141–148.
- Cozma, P., Ciomaga, N. I., Hlihor, R.-M., Roșca, M., Minuț, M., Smaranda, C., & Gavrilescu, M. (2020). Identification and valorization of agri-food by-products: an overview. *2020 International Conference on E-Health and Bioengineering (EHB)*, 1–4.
- Cuffaro, D., Bertolini, A., Silva, A. M., Rodrigues, F., Gabbia, D., De Martin, S., Saba, A., Bertini, S., Digiacomo, M., & Macchia, M. (2024). Comparative Analysis on Polyphenolic Composition of Different Olive Mill Wastewater and Related Extra Virgin Olive Oil Extracts and Evaluation of Nutraceutical Properties by Cell-Based Studies. *Foods*, 13(20), 3312.
- Da Silva, R. P. F. F., Rocha-Santos, T. A. P., & Duarte, A. C. (2016). Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 76, 40–51.
- Dahiya, S., Katakojwala, R., Ramakrishna, S., & Mohan, S. V. (2020). Biobased products and life cycle assessment in the context of circular economy and sustainability. *Materials Circular Economy*, 2, 1–28.
- Dai, P., & Xu, J. (2019). Establishing a network planning model of urban-rural logistics based on hub-and-spoke network. *Tehnički Vjesnik*, 26(5), 1383–1391.
- Dali, I., Aydi, A., Stamenic, M., Kolsi, L., Ghachem, K., Zizovic, I., Manef, A., & Delgado, D. R. (2022). Extraction of lyophilized olive mill wastewater using supercritical CO₂ processes. *Alexandria Engineering Journal*, 61(1), 237–246.

- De Gennaro, B., Notarnicola, B., Roselli, L., & Tassielli, G. (2012). Innovative olive-growing models: an environmental and economic assessment. *Journal of Cleaner Production*, 28, 70–80.
- De Matteis, V., Griego, A., Scarpa, E., Cascione, M., Singh, J., & Rizzello, L. (2023). Size Effect of Silver Nanoparticles Derived from Olive Mill Wastewater in THP-1 Cell Lines. *Applied Sciences*, 13(10), 6033.
- de Sosa, L. L., Panettieri, M., Moreno, B., Benítez, E., & Madejón, E. (2022). Compost application in an olive grove influences nitrogen dynamics under Mediterranean conditions. *Applied Soil Ecology*, 175, 104462.
- Deineko, L., Gakhovych, N., Kushnirenko, O., & Tsyplitska, O. (2022). Innovative business models of the circular economy in food production and processing. *Journal of Hygienic Engineering & Design*, 39.
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). *Producing a systematic review*.
- Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., & Michaud, P. (2013). Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochemistry*, 48(10), 1532–1552.
- Direttiva 2008/98/CE. (2024). *Normativa dell'Unione europea sulla gestione dei rifiuti*.
- Dixon-Woods, M. (2011). Using framework-based synthesis for conducting reviews of qualitative studies. *BMC Medicine*, 9, 1–2.
- Donner, M., Erraach, Y., López-I-Gelats, F., Manuel-i-Martin, J., Yatribi, T., Radić, I., & El Hadad-Gauthier, F. (2022). Circular bioeconomy for olive oil waste and by-product valorisation: Actors' strategies and conditions in the Mediterranean area. *Journal of Environmental Management*, 321, 115836.
- Donner, M., & Radić, I. (2021a). Innovative circular business models in the olive oil sector for sustainable mediterranean agrifood systems. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052588>
- Donner, M., & Radić, I. (2021b). Innovative circular business models in the olive oil sector for sustainable mediterranean agrifood systems. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13052588>

- Donner, M., Radić, I., Erraach, Y., & El Hadad-Gauthier, F. (2022). Implementation of Circular Business Models for Olive Oil Waste and By-Product Valorization. *Resources*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/resources11070068>
- Donner, M., Verniquet, A., Broeze, J., Kayser, K., & De Vries, H. (2021). Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products. *Resources, Conservation and Recycling*, 165, 105236.
- Durach, C. F., Kembro, J., & Wieland, A. (2017). A new paradigm for systematic literature reviews in supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 53(4), 67–85.
- Durán-Sánchez, A., Álvarez-García, J., del Río-Rama, M. de la C., & Oliveira, C. (2018). Religious tourism and pilgrimage: Bibliometric overview. *Religions*, 9(9), 249.
- El Gnaoui, Y., Sounni, F., Bakraoui, M., Karouach, F., Benlemlih, M., Barz, M., & El Bari, H. (2020). Anaerobic co-digestion assessment of olive mill wastewater and food waste: Effect of mixture ratio on methane production and process stability. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 103874.
- El Joumri, L., Labjar, N., Zouahri, A., Benali, A., Halima, O. I., Dhiba, D., El Yadini, M., & El Hajjaji, S. (2024). Developing Organic Fertilizer Through Co-Composting Olive Mill Wastewater. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 25(8), 79–88. <https://doi.org/10.12912/27197050/189297>
- Enaïme, G., Dababat, S., Wichern, M., & Lübken, M. (2024). Olive mill wastes: from wastes to resources. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(14), 20853–20880.
- Espadas-Aldana, G., Vialle, C., Belaud, J.-P., & Sablayrolles, C. (2023). Life Cycle Assessment to Support Waste Valorisation to Biocomposite in French Olive Oil Circular Economy. *Chemical Engineering Transactions*, 100, 523–528. <https://doi.org/10.3303/CET23100088>
- Espadas-Aldana, G., Vialle, C., Belaud, J.-P., Vaca-Garcia, C., & Sablayrolles, C. (2019). Analysis and trends for Life Cycle Assessment of olive oil production. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 216–230.
- European Commission. (n.d.). *Farm to Fork*. Retrieved December 14, 2024, from https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

- European Commission. (2023). *Olive Oil - European Commission*.
https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/olive-oil_it
- Eurostat. (n.d.). *Eurostat*.
- Eurostat. (2022). *Food Waste Prevention*.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/product/page/ENV_WASFW
- Falcone, G., Stillitano, T., Iofrida, N., Spada, E., Bernardi, B., Gulisano, G., & De Luca, A. I. (2022). Life cycle and circularity metrics to measure the sustainability of closed-loop agri-food pathways. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1014228>
- FAO. (2019). *The state of food security and nutrition in the world 2019: safeguarding against economic slowdowns and downturns* (Vol. 2019). Food & Agriculture Org.
- Ferlisi, F., Tang, J., Cappelli, K., & Trabalza-Marinucci, M. (2023). Dietary supplementation with olive oil co-products rich in polyphenols: a novel nutraceutical approach in monogastric animal nutrition. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1272274.
- Fleyfel, L. M., Leitner, N. K. V., Deborde, M., Matta, J., & El Najjar, N. H. (2022). Olive oil liquid wastes—Characteristics and treatments: A literature review. *Process Safety and Environmental Protection*, 168, 1031–1048.
- Foti, P., Romeo, F. V., Russo, N., Pino, A., Vaccalluzzo, A., Caggia, C., & Randazzo, C. L. (2021). Olive mill wastewater as renewable raw materials to generate high added-value ingredients for agro-food industries. *Applied Sciences*, 11(16), 7511.
- Foundation, E. M. (2019). *How the Circular Economy Tackles Climate Change*.
- Galanakis, C. M., Tsatalas, P., & Galanakis, I. M. (2018). Implementation of phenols recovered from olive mill wastewater as UV booster in cosmetics. *Industrial Crops and Products*, 111, 30–37.
- Galic, M., & Bogunovic, I. (2018). Use of organic amendment from olive and wine industry in agricultural land: A review. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83(2), 123–129.
- Gebremikael, M. T., Ranasinghe, A., Hosseini, P. S., Laboan, B., Sonneveld, E., Pipan, M., Oni, F. E., Montemurro, F., Höfte, M., & Sleutel, S. (2020). How do novel and conventional agri-food wastes, co-products and by-products improve soil functions and soil quality? *Waste Management*, 113, 132–144.

- Gebreyohannes, A. Y., Mazzei, R., & Giorno, L. (2016). Trends and current practices of olive mill wastewater treatment: Application of integrated membrane process and its future perspective. *Separation and Purification Technology*, 162, 45–60.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy—A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- Ghatrehsamani, S., Ebrahimi, R., Kazi, S. N., Badry, A. B., & Sadeghinezhad, E. (2016). Optimization model of peach production relevant to input energies—Yield function in Chaharmahal va Bakhtiari Province, Iran. *Energy*, 99, 315–321.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
- Giannetti, V., & Livi, G. (2021). L'impegno contro lo spreco alimentare: un'opportunità di cambiamento per la sostenibilità globale. *AGRIREGIONIEUROPA*, 2.
- Giroto, F., Alibardi, L., & Cossu, R. (2015). Food waste generation and industrial uses: A review. *Waste Management*, 45, 32–41.
- González-Sánchez, R., Alonso-Muñoz, S., & Medina-Salgado, M. S. (2023). *Circularity in waste management: a research proposal to achieve the 2030 Agenda. Operations Management Research*, 1–21. Advance online publication.
- Gullon, P., Gullon, B., Astray, G., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Valorization of by-products from olive oil industry and added-value applications for innovative functional foods. *Food Research International*, 137, 109683.
- Hamimed, S., & Kthiri, A. (2022). Potential valorization of polyphenols from olive mill wastewater on sheep rumen function. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1–8.
- Heimerl, F., Lohmann, S., Lange, S., & Ertl, T. (2014). Word cloud explorer: Text analytics based on word clouds. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1833–1842.
- Hernández, J. V. (2018). La olivicultura internacional. *Agricultura: Revista Agropecuaria y Ganadera*, 1022, 42–45.
- Herrero, M., Temirzoda, T. N., Segura-Carretero, A., Quirantes, R., Plaza, M., & Ibañez, E. (2011). New possibilities for the valorization of olive oil by-products. *Journal of Chromatography A*, 1218(42), 7511–7520.

- Hill, W., Stead, L., Rosenstein, M., & Furnas, G. (1995). Recommending and evaluating choices in a virtual community of use. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 194–201.
- Iliopoulou, E. F., Pachatouridou, E., Marianou, A. A., Michailof, C., Kalogiannis, K. K., & Lappas, A. A. (2023). Catalytic pyrolysis of olive mill wastes towards advanced bio-fuels and bio-chemicals using metal oxide catalysts. *Catalysis Today*, 420, 114151.
- ISMEA, 2024. (n.d.). *Tendenze olio, 2024*.
- Jin, R., Yuan, H., & Chen, Q. (2019). Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 175–188.
- Kalderis, D., & Diamadopoulos, E. (2010). Valorization of solid waste residues from olive oil mills: A review. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*, 4(1), 7–20.
- Khdaif, A., & Abu-Rumman, G. (2020). Sustainable environmental management and valorization options for olive mill byproducts in the Middle East and North Africa (MENA) region. *Processes*, 8(6), 671.
- Kinigopoulou, V., Hatzigiannakis, E., Guitonas, A., Oikonomou, E. K., Stefanou, S., & Gasparatos, D. (2022). Evaluation of Biobed Bio-Mixture from Olive Oil Mill Wastewater Treatment as a Soil Organic Amendment in a Circular Economy Context. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/app12147347>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264–272.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
- Kissling, R., Coughlan, D., Fitzpatrick, C., Boeni, H., Luepschen, C., Andrew, S., & Dickenson, J. (2013). Success factors and barriers in re-use of electrical and electronic equipment. *Resources, Conservation and Recycling*, 80, 21–31.
- Kitchenham, B., Budgen, D., Brereton, P., Turner, M., Charters, S., & Linkman, S. (2007). Large-scale software engineering questions - Expert opinion or empirical evidence? *Software, IET*, 1, 161–171. <https://doi.org/10.1049/iet-sen:20060052>

- Kounani, A., Pavloudi, A., Kontogeorgos, A., Tsiouni, M., & Petkou, D. (2024). Measuring circular economy in olive oil mills: A review of circularity indicators and tools. *Waste Management and Research*, 42(8), 681–693. <https://doi.org/10.1177/0734242X241241603>
- Kraiwanit, T., Limna, P., & Siripipatthanakul, S. (2023). NVivo for social sciences and management studies: A systematic review. *Advance Knowledge for Executives*, 2(3), 1–11.
- Kummu, M., De Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., & Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of the Total Environment*, 438, 477–489.
- Kyriakopoulos, G. L., Kapsalis, V. C., Aravossis, K. G., Zamparas, M., & Mitsikas, A. (2019). Evaluating circular economy under a multi-parametric approach: A technological review. *Sustainability*, 11(21), 6139.
- La Scalia, G., Micale, R., Cannizzaro, L., & Marra, F. P. (2017). A sustainable phenolic compound extraction system from olive oil mill wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3782–3788.
- Lahti, T., Wincent, J., & Parida, V. (2018). A definition and theoretical review of the circular economy, value creation, and sustainable business models: where are we now and where should research move in the future? *Sustainability*, 10(8), 2799.
- Lee, K., & Malerba, F. (2017). Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems. *Research Policy*, 46(2), 338–351.
- Legambiente. (2023). *Legambiente*.
- Lemaire, A., & Limbourg, S. (2019). How can food loss and waste management achieve sustainable development goals? *Journal of Cleaner Production*, 234, 1221–1234.
- Li, C. Z., Zhao, Y., Xiao, B., Yu, B., Tam, V. W. Y., Chen, Z., & Ya, Y. (2020). Research trend of the application of information technologies in construction and demolition waste management. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121458.
- Lim, W. M., & Rasul, T. (2022). Customer engagement and social media: Revisiting the past to inform the future. *Journal of Business Research*, 148, 325–342.
- Live Lozada, G. S., García López, A. I., Martínez-Férez, A., & Ochando-Pulido, J. M. (2022). On the modeling and optimization of two-phase olive-oil washing wastewater treatment and

polyphenols recovery by ceramic tubular microfiltration membranes. *Journal of Environmental Management*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115227>

Loise, V., Abe, A. A., Porto, M., Muzzalupo, I., Madeo, L., Colella, M. F., Rossi, C. O., & Caputo, P. (2024). Plant Waste-Based Bioadditive as an Antioxidant Agent and Rheological Modifier of Bitumen. *Materials*, 17(10), 2303.

López-García, A. B., Cotes-Palomino, T., Uceda-Rodríguez, M., Moreno-Maroto, J. M., Cobo-Ceacero, C. J., Andreola, N. M. F., & Martínez-García, C. (2021). Application of life cycle assessment in the environmental study of sustainable ceramic bricks made with ‘alperujo’(Olive pomace). *Applied Sciences*, 11(5), 2278.

Lozada, G. S. L., López, A. I. G., Martínez-Férez, A., & Ochando-Pulido, J. M. (2022). On the modeling and optimization of two-phase olive-oil washing wastewater treatment and polyphenols recovery by ceramic tubular microfiltration membranes. *Journal of Environmental Management*, 316, 115227.

Luzi, F., Pannucci, E., Clemente, M., Grande, E., Urciuoli, S., Romani, A., Torre, L., Puglia, D., Bernini, R., & Santi, L. (2021). Hydroxytyrosol and oleuropein-enriched extracts obtained from olive oil wastes and by-products as active antioxidant ingredients for poly (vinyl alcohol)-based films. *Molecules*, 26(7), 2104.

MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 23–44.

Magdich, S., Rouina, B. B., & Ammar, E. (2020). Olive Mill Wastewater Agronomic Valorization by its Spreading in Olive Grove. *Waste and Biomass Valorization*, 11(4), 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0471-y>

Makarova, I., Kuznetsov, D., Buyvol, P., & Shubenkova, K. (2021). Transport Optimization of the Reverse Logistics System During Territories Sustainable Development. *Second Conference on Sustainable Development: Industrial Future of Territories (IFT 2021)*, 368–373.

Mallamaci, R., Budriesi, R., Clodoveo, M. L., Biotti, G., Micucci, M., Ragusa, A., Curci, F., Muraglia, M., Corbo, F., & Franchini, C. (2021). Olive tree in circular economy as a source of secondary metabolites active for human and animal health beyond oxidative stress and inflammation. *Molecules*, 26(4), 1072.

Manthos, G., Zagklis, D., Zafiri, C., & Kornaros, M. (2024). Techno-Economic Assessment of Anaerobic Digestion for Olive Oil Industry Effluents in Greece. *Sustainability (Switzerland)*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/su16051886>

- Maranesi, M., Dall’Aglio, C., Acuti, G., Cappelli, K., Trabalza Marinucci, M., Galarini, R., Suvieri, C., & Zerani, M. (2021). Effects of dietary polyphenols from olive mill waste waters on inflammatory and apoptotic effectors in rabbit ovary. *Animals*, 11(6), 1727.
- Marcolin, R. (2024). *Economia Circolare e innovazione nel settore agroalimentare: un’analisi qualitativa delle strategie aziendali per la valorizzazione degli scarti di produzione*.
- Matos, M., Barreiro, M. F., & Gandini, A. (2010). Olive stone as a renewable source of biopolyols. *Industrial Crops and Products*, 32(1), 7–12.
- Mayring, P. (2004). Qualitative content analysis. *A Companion to Qualitative Research*, 1(2), 159–176.
- McKenzie, B. M. (2009). Prolegomena to a new ecological perspective in entrepreneurship. *Academy of Entrepreneurship Journal*, 15(1).
- Medouni-Haroune, L., Zaidi, F., Medouni-Adrar, S., & Kecha, M. (2018). Olive pomace: From an olive mill waste to a resource, an overview of the new treatments. *J. Crit. Rev.*, 5(6), 1–6.
- Mentink, B. A. S. (2014). Circular business model innovation. *Delft University of Technology & Leiden University*.
- Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 703–722.
- Merli, R., Preziosi, M., Acampora, A., Lucchetti, M. C., & Petrucci, E. (2020). Recycled fibers in reinforced concrete: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119207.
- Micheaux, H., & Aggeri, F. (2021). Eco-modulation as a driver for eco-design: A dynamic view of the French collective EPR scheme. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125714.
- Migunov, R. A., Syutkina, A. A., Zaruk, N. F., Kolomeeva, E. S., & Arzamastseva, N. V. (2023). Global challenges and barriers to Sustainable Economic Growth in the Agribusiness Sector. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 20, 923–930.
- Mirani, A., & Goli, M. (2021). Optimization of cupcake formulation by replacement of wheat flour with different levels of eggplant fiber using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 42, e52120.

- Mohan, S. V., Nikhil, G. N., Chiranjeevi, P., Reddy, C. N., Rohit, M. V, Kumar, A. N., & Sarkar, O. (2016). Waste biorefinery models towards sustainable circular bioeconomy: critical review and future perspectives. *Bioresource Technology*, 215, 2–12.
- Moktadir, M. A., Ahmadi, H. B., Sultana, R., Liou, J. J. H., & Rezaei, J. (2020). Circular economy practices in the leather industry: A practical step towards sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119737.
- Montegiove, N., Gambelli, A. M., Calzoni, E., Bertoldi, A., Puglia, D., Zadra, C., Emiliani, C., & Gigliotti, G. (2024). Biogas Production with Residuals Deriving from Olive Mill Wastewater and Olive Pomace Wastes: Quantification of Produced Energy, Spent Energy, and Process Efficiency. *Agronomy*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy14030531>
- Nasini, L., & Proietti, P. (2014). Olive harvesting. *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, 87–105.
- Ncube, A., Fiorentino, G., Panfilo, C., De Falco, M., & Ulgiati, S. (2022). Circular economy paths in the olive oil industry: a Life Cycle Assessment look into environmental performance and benefits. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 1–21.
- Network, C. E. (2021). Rapporto sull'economia circolare in Italia 2021. *Focus Sull'Economia Circolare Nella Transizione Alla Neutralità Climatica. Fondazione per Lo Sviluppo Sostenibile*.
- Niaounakis, M., & Halvadakis, C. P. (2006). *Olive processing waste management: literature review and patent survey*.
- Nicastro, R., & Carillo, P. (2021). Food loss and waste prevention strategies from farm to fork. *Sustainability*, 13(10), 5443.
- North American Olive Oil Association. (n.d.). Retrieved September 14, 2024, from <https://www.aboutoliveoil.org/>
- Nunes, L. J. R., Loureiro, L. M. E. F., Sá, L. C. R., & Silva, H. F. C. (2020a). Evaluation of the potential for energy recovery from olive oil industry waste: Thermochemical conversion technologies as fuel improvement methods. *Fuel*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118536>
- Nunes, L. J. R., Loureiro, L. M. E. F., Sá, L. C. R., & Silva, H. F. C. (2020b). Thermochemical conversion of olive oil industry waste: Circular economy through energy recovery. *Recycling*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/recycling5020012>

- Nunes, M. A., Costa, A. S. G., Bessada, S., Santos, J., Puga, H., Alves, R. C., Freitas, V., & Oliveira, M. B. P. P. (2018). Olive pomace as a valuable source of bioactive compounds: A study regarding its lipid-and water-soluble components. *Science of the Total Environment*, 644, 229–236.
- Ochando-Pulido, J. M., & Martínez-Férez, A. (2017). About the recovery of the phenolic fraction from olive mill wastewater by micro and ultracentrifugation membranes. *Chemical Engineering Transactions*, 60, 271–276. <https://doi.org/10.3303/CET1760046>
- Otero, P., Echave, J., Chamorro, F., Soria-Lopez, A., Cassani, L., Simal-Gandara, J., Prieto, M. A., & Fraga-Corral, M. (2023). Challenges in the application of circular economy models to agricultural by-products: Pesticides in Spain as a case study. *Foods*, 12(16), 3054.
- Özcan, M. M., & Matthäus, B. (2017). A review: Benefit and bioactive properties of olive (*Olea europaea* L.) leaves. *European Food Research and Technology*, 243, 89–99.
- Pardalis, N., Xanthopoulou, E., Zamboulis, A., & Bikiaris, D. N. (2024). Olive stone as a filler for recycled high-density polyethylene: A promising valorization of solid wastes from olive oil industry. *Sustainable Chemistry for the Environment*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.scenv.2024.100090>
- Parra-López, C., Reina-Usuga, L., Carmona-Torres, C., Sayadi, S., & Klerkx, L. (2021). Digital transformation of the agrifood system: Quantifying the conditioning factors to inform policy planning in the olive sector. *Land Use Policy*, 108, 105537.
- Polit, D. F. (2004). *Nursing research: Principles and methods*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Polonio, D., Gómez-Limón, J. A., La Cal, J. A., & Villanueva, A. J. (2024). The circular bioeconomy of the olive oil industry: Deterministic and probabilistic profitability of olive mill by-product gasification. *Biomass and Bioenergy*, 189. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107350>
- Poponi, S., Arcese, G., Ruggieri, A., & Pacchera, F. (2023). Value optimisation for the agri-food sector: A circular economy approach. *Business Strategy and the Environment*, 32(6), 2850–2867.
- Prajapati, H., Kant, R., & Shankar, R. (2019). Bequeath life to death: State-of-art review on reverse logistics. *Journal of Cleaner Production*, 211, 503–520.
- Qiao, F., & Qiao, N. (2013). Circular economy: an ethicaland sustainable economic development model. *Prakseologia*, 154, 253–272.
- Quero, J. (2022). *Unveiling the Antioxidant Therapeutic Functionality of Sustainable Olive Pomace Active Ingredients*, Antioxid. Basel.

- Rahman, A. (2007). Application of remote sensing and GIS technique for urban environmental management and sustainable development of Delhi, India. In *Applied remote sensing for urban planning, governance and sustainability* (pp. 165–197). Springer.
- Ranta, V., Keränen, J., & Aarikka-Stenroos, L. (2020). How B2B suppliers articulate customer value propositions in the circular economy: Four innovation-driven value creation logics. *Industrial Marketing Management*, 87, 291–305.
- Rapa, M., & Ciano, S. (2022). A review on life cycle assessment of the olive oil production. *Sustainability*, 14(2), 654.
- Richardson, N. (n.d.). Sustainability and Sustainable Development (SD). In *Sustainable Marketing Planning* (pp. 3–35). Routledge.
- Rocha, K. O., Brandão, F., Mendes, C., Carvalho, M. G. V. S., Mazierski, P., Zaleska-Medynska, A., Gomes, J., Martins, R. C., & Domingues, E. (2024). Olive mill waste bio-based catalyst application in advanced oxidation processes for wastewater treatment. *Catalysis Today*, 432. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2024.114618>
- Romani, A., Campo, M., Urciuoli, S., Marrone, G., Noce, A., & Bernini, R. (2020). An industrial and sustainable platform for the production of bioactive micronized powders and extracts enriched in polyphenols from *Olea europaea* L. and *Vitis vinifera* L. wastes. *Frontiers in Nutrition*, 7, 120.
- Romero-García, J. M., Niño, L., Martínez-Patiño, C., Álvarez, C., Castro, E., & Negro, M. J. (2014). Biorefinery based on olive biomass. State of the art and future trends. *Bioresource Technology*, 159, 421–432.
- Ronca, C. L., Marques, S. S., Ritieni, A., Giménez-Martínez, R., Barreiros, L., & Segundo, M. A. (2024). Olive Oil Waste as a Source of Functional Food Ingredients: Assessing Polyphenolic Content and Antioxidant Activity in Olive Leaves. *Foods*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/foods13020189>
- Rosenberg, M. (2021). Thoughts about food security, food loss and waste and what has to be done. *AIMS Agric Food*, 6, 797–798.
- Russo, R. E., Ventura, M., Fattobene, M., Zamponi, S., Conti, P., Berrettoni, M., & Giuli, G. (2023). Hydrometallurgical Molybdenum Recovery from Spent Catalyst Using Tartaric Acid Derived from Agrifood Waste. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(43), 15644–15650.

- Saade, M. R. M., Yahia, A., & Amor, B. (2020). How has LCA been applied to 3D printing? A systematic literature review and recommendations for future studies. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118803.
- Salomone, R., Cappelletti, G. M., Malandrino, O., Mistretta, M., Neri, E., Nicoletti, G. M., Notarnicola, B., Pattara, C., Russo, C., & Saija, G. (2015). Life cycle assessment in the olive oil sector. *Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector: Case Studies, Methodological Issues and Best Practices*, 57–121.
- Salomone, R., Ioppolo, G., & Battaglia, G. (2010). *Environmental impacts from olive oil production: a Life Cycle Assessment case study in the Province of Messina (Sicily)*.
- San Vicente-Navarro, A., Los Santos-Ortega, J., Fraile-García, E., & Ferreira-Cabello, J. (2024). Methodology for Sustainability Assessment for the Use of Ground Olive Stones in Mortar Bricks for Facades. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/app14083388>
- Sánchez-Sánchez, C., González-González, A., Cuadros-Salcedo, F., & Cuadros-Blázquez, F. (2020). Two-phase Olive mill waste: A circular economy solution to an imminent problem in Southern Europe. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122789.
- Savitz, A. (2013). *The triple bottom line: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success-and how you can too*. John Wiley & Sons.
- Sayın, B., & Kaban, G. (2024). Biotechnological Innovations Unleashing the Potential of Olive Mill Wastewater in Added-Value Bioproducts. *Foods*, 13(14), 2245.
- Scherhauer, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., & Obersteiner, G. (2018). Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management*, 77, 98–113.
- Schiavi, D., Francesconi, S., Taddei, A. R., Fortunati, E., & Balestra, G. M. (2022). Exploring cellulose nanocrystals obtained from olive tree wastes as sustainable crop protection tool against bacterial diseases. *Scientific Reports*, 12(1), 6149.
- Sciubba, F., Chronopoulou, L., Pizzichini, D., Lionetti, V., Fontana, C., Aromolo, R., Socciarelli, S., Gambelli, L., Bartolacci, B., & Finotti, E. (2020). Olive mill wastes: A source of bioactive molecules for plant growth and protection against pathogens. *Biology*, 9(12), 450.
- Senatore, G., & Teofili, S. (2021). Waste and Circular economy. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 12(3), 47–61.

- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710.
- Shahparvari, S., Nasirian, A., Mohammadi, A., Noori, S., & Chhetri, P. (2020). A GIS-LP integrated approach for the logistics hub location problem. *Computers & Industrial Engineering*, 146, 106488.
- Silvestri, L., Forcina, A., Di Bona, G., & Silvestri, C. (2021a). Circular economy strategy of reusing olive mill wastewater in the ceramic industry: How the plant location can benefit environmental and economic performance. *Journal of Cleaner Production*, 326, 129388.
- Silvestri, L., Forcina, A., Di Bona, G., & Silvestri, C. (2021b). Circular economy strategy of reusing olive mill wastewater in the ceramic industry: How the plant location can benefit environmental and economic performance. *Journal of Cleaner Production*, 326. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129388>
- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126, 5113–5142.
- Spiliotis, X., Karayannis, V., Lamprakopoulos, S., Ntampeglitis, K., & Papapolymerou, G. (2020). Synthesis and characterization of greener ceramic materials with lower thermal conductivity using olive mill solid byproduct. *Physics and Engineering*, 1, 96–106.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435–438.
- Stempfle, S., Carlucci, D., de Gennaro, B. C., Roselli, L., & Giannoccaro, G. (2021). Available pathways for operationalizing circular economy into the olive oil supply chain: Mapping evidence from a scoping literature review. *Sustainability*, 13(17), 9789.
- Strategy, P. (2018). A European strategy for plastics in a circular economy. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. Brussels, 12.
- The International Olive Oil Council. (2023). *The International Olive Oil Council*. <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2023/12/IOC-Olive-Oil-Dashboard.html#production-1>
- Torrìsi, S., Anastasi, E., Longhitano, S., Longo, I. C., Zerbo, A., & Borzì, G. (2018). Circular economy and the benefits of biomass as a renewable energy source. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 5(4), 175–181.

- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.
- Tsoutsos, T., Tournaki, S., Gkouskos, Z., Paraíba, O., Giglio, F., García, P. Q., Braga, J., Adrianos, H., & Filice, M. (2019). Quality characteristics of biodiesel produced from used cooking oil in Southern Europe. *ChemEngineering*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/chemengineering3010019>
- Tsui, T.-H., & Wong, J. W. C. (2019). A critical review: emerging bioeconomy and waste-to-energy technologies for sustainable municipal solid waste management. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, 1, 151–167.
- United Nations. (2015). *The 17 Goals - Agenda 2030*. <https://sdgs.un.org/goals>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2019). *Manual for Vosviewer Version 1.6. 10. CWTS Meaningful Metrics*, 1-53.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.
- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate change and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37(1), 195–222.
- Vivaldi, G. A., Zaccaria, D., Camposeo, S., Pasanisi, F., Salcedo, F. P., & Portoghese, I. (2022). Appraising water and nutrient recovery for perennial crops irrigated with reclaimed water in Mediterranean areas through an index-based approach. *Science of The Total Environment*, 820, 152890.
- Yolcan, O. O. (2023). World energy outlook and state of renewable energy: 10-Year evaluation. *Innovation and Green Development*, 2(4), 100070.
- Zerva, A., Pentari, C., & Topakas, E. (2020). Crosslinked enzyme aggregates (CLEAs) of laccases from *Pleurotus citrinopileatus* induced in olive oil mill wastewater (OOMW). *Molecules*, 25(9), 2221.
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321–335.