



Sostenibilità ambientale ed economica della valorizzazione dei rifiuti agricoli

Relatore: Chiar.mo Prof. Ing. Giuseppe Vignali

Correlatrice: Ing. Roberta Stefanini

Tesi di Laurea Triennale di: Chiara Previdi (n. 307361)

Nell'elaborato vengono trattate le differenti tecnologie utilizzate per la valorizzazione dei residui agricoli, prodotti sia nella fase di raccolto che in quella di post raccolto, ponendo particolare attenzione alla possibilità di utilizzo dei prodotti finali.

Come metodologia di ricerca è stata effettuata un'analisi della letteratura scientifica pubblicata sul database Scopus. Gli studi presi in considerazione, per un totale di 851 pubblicazioni, sono stati successivamente filtrati estrapolando tutte le pubblicazioni contenenti le keywords, ovvero le parole chiave utilizzate dagli autori, ritenute più appropriate ai fini della ricerca. Una volta acquisito il complesso dei dati, sono stati esaminati solo gli articoli scientifici, i conference paper, le review e gli editorial, omettendo le duplicazioni. Sono stati quindi analizzati i titoli e, ove necessario, gli abstract al fine di verificare l'attinenza dei documenti con il tema principale di studio. Al termine di questa fase sono rimaste 82 pubblicazioni.

Successivamente è stata svolta un'analisi descrittiva degli articoli scientifici riscontrati sulla base dell'anno di pubblicazione, della diffusione geografica, della lingua adottata e della tipologia di documento. Il dato più interessante è quello inerente agli anni di pubblicazione in quanto è emerso come, a partire dal 2015, vi sia stato un crescente aumento di articoli relativi alla materia oggetto della ricerca. L'anno 2022 è aggiornato al primo trimestre.

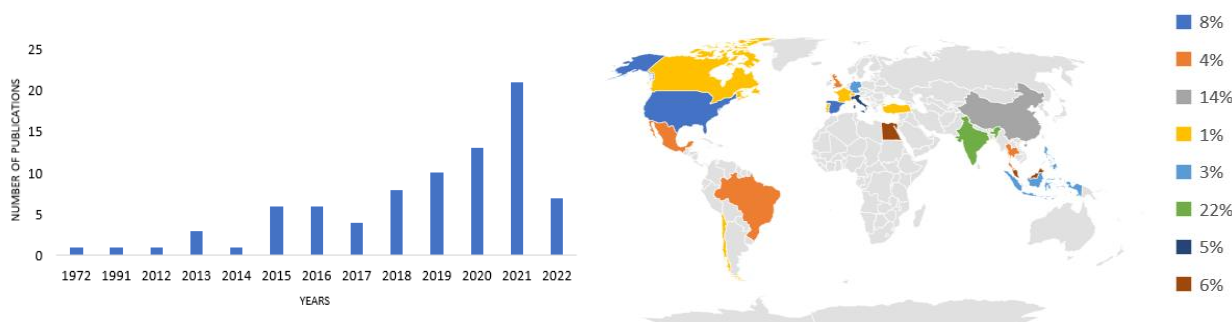


Figura 1: anni di pubblicazione e mappa delle ricerche

E' stato effettuato uno studio delle keywords utilizzate dagli autori all'interno delle pubblicazioni. Nella tabella realizzata (di cui si riporta uno stralcio nella Tabella 1) è stata analizzata la frequenza di apparizione delle parole chiave nei documenti e la loro persistenza. Mediante una correlazione tra frequenza e persistenza delle varie keywords, è stato quindi possibile elaborare la loro progressione temporale.

KEYWORDS	FREQUENZA	PERSISTENCY	%	YEAR OF FIRST APPEARANCE
BIOCHAR	15	10	5,51%	2012
ANAEROBIC DIGESTION	12	7	4,41%	2015
BIOMASS	7	8	2,57%	2013
CROP RESIDUES	7	6	2,57%	2014
BIOENERGY	6	8	2,21%	2014

Tabella 1: keywords



Sulla base della documentazione individuata, è stata sviluppata un'analisi dei principali prodotti ottenibili dal riciclo degli scarti agricoli, nello specifico il Biochar, il digestato, il compost, la silice e la cutina. Si è posta attenzione ai processi produttivi utilizzati, con particolare riferimento alla loro sostenibilità ambientale, ai benefici ottenibili dall'applicazione ed ai vantaggi dal punto di vista economico.

Il Biochar è un prodotto di grande interesse in quanto consiste in un materiale organico altamente versatile che può essere efficacemente impiegato in varie filiere produttive, oltre naturalmente a quelle agricole. Le metodologie di produzione ad oggi maggiormente diffuse utilizzano la tecnica di conversione termochimica e sono la torrefazione (suddivisa in torrefazione lenta, veloce, catalitica e a microonde), la pirolisi (distinguibile in pirolisi lenta e veloce), la gassificazione e il trattamento idrotermale. Come detto, si tratta di un prodotto che offre buone possibilità di utilizzo sia nelle colture agricole, infatti migliora la fertilità dei suoli garantendo accumulo di carbonio organico nel tempo, sia che in altre filiere quali l'allevamento, quale mangime per animali, e chimico/industriali, quale adsorbente di metalli pesanti. Inoltre, è un materiale che offre buoni vantaggi anche dal punto di vista economico, in quanto la sua produzione non richiede attrezzature particolarmente costose.

Il digestato costituisce uno dei prodotti più innovativi nell'ambito della valorizzazione di rifiuti. Tuttavia, allo stato attuale, non riscontra ancora un adeguato sviluppo sebbene sia un materiale derivato della digestione anaerobica, tecnologia già ampiamente diffusa. Il suo scarso utilizzo è legato in particolare all'impossibilità di trattare ampi quantitativi di biomasse ed inoltre un suo uso improprio può generare il fenomeno della volatilizzazione dell'ammoniaca, della contaminazione da agenti patogeni e di una eccessiva fertilizzazione. Per queste ragioni è ancora molto dibattuto il tema di una sua effettiva sostenibilità ambientale. Dal punto di vista economico è stato comunque osservato che la realizzazione di un impianto di digestione è un progetto che offre vantaggi economici nel breve e medio periodo.

Il compostaggio, processo attraverso il quale avviene la produzione di compost, è certamente una delle tecnologie più ecologicamente sostenibili e vantaggiose sebbene la durata dell'intero processo risulti essere piuttosto lunga (circa 90 giorni). Inoltre non richiede impianti o strutture particolarmente complesse: è un'attività che può essere sviluppata in contesti anche aziendali.

La silice è un composto presente negli scarti agricoli e la sua separazione si ottiene mediante la tecnica di estrazione, effettuata in tre modi differenti: con il trattamento termico, il trattamento chimico e il trattamento biologico. Grazie alle sue caratteristiche, tale materiale può essere utilizzato in vari settori produttivi, primo fra tutti quello farmaceutico.

Infine, la cutina è l'ultimo prodotto preso in esame nell'elaborato: essa viene estratta attraverso un processo di depolimerizzazione dagli scarti agricoli. Costituendo una valida alternativa all'utilizzo di plastiche a base di petrolio, può essere considerato un prodotto chiave connesso alle tematiche di sostenibilità ambientale.

Negli ultimi anni molteplici sono le attività di ricerca scientifica che stanno sviluppando impianti su scala pilota o dimostrativa tesi a migliorare le sopra citate tecnologie. Alcuni tra i più significativi progetti riguardano gli impianti di digestione anaerobica. Gli sviluppi più interessanti di questo processo produttivo prevedono l'estrazione di CO₂ dal biogas, la produzione di molecole ad alto valore aggiunto e la combinazione di digestato e biochar come fertilizzante. In conclusione, si può senz'altro affermare che la valorizzazione dei rifiuti agricoli non solo è un tema attuale, ma continuerà ad essere oggetto di studio e di ricerca anche nel prossimo futuro, al fine di aggiornare le tecnologie rendendole sempre più sostenibili sia da un punto di vista economico che ambientale.