



ALLEGATO 2

Area tematica di Ricerca

Bando pubblico per la selezione di proposte progettuali nell'ambito del PNRR, MISSIONE 4 "Istruzione e ricerca" – COMPONENTE 2 "Dalla ricerca all'impresa" – LINEA DI INVESTIMENTO 1.4 "POTENZIAMENTO STRUTTURE DI RICERCA E CREAZIONE DI "CAMPIONI NAZIONALI DI R&S" SU ALCUNE KEY ENABLING TECHNOLOGIES" – Programma di Ricerca e Innovazione "AGRITECH – NUOVI MODELLI DI ECONOMIA CIRCOLARE IN AGRICOLTURA ATTRAVERSO LA VALORIZZAZIONE E IL RICICLO DEI RIFIUTI", CN00000022, SPOKE 8, CUP G43C22003330005, finanziato dall'Unione Europea – NextGenerationEU

Contesto generale

L'agricoltura è stata tradizionalmente un settore in cui i concetti fondamentali della circolarità e della valorizzazione degli scarti sono sempre stati presenti, sebbene in forma elementare, frammentata e legata ad un necessario uso efficiente delle scarse risorse disponibili.

Con l'evoluzione delle conoscenze, delle tecnologie e dei prodotti di sintesi, che hanno consentito un incredibile incremento delle produzioni e della sicurezza alimentare, alcuni degli elementi di circolarità sono andati perduti o sono comunque stati drasticamente ridimensionati a vantaggio di un sistema lineare.

L'attuale consapevolezza della finitezza delle risorse, degli impatti sull'ambiente e della perdita di biodiversità che l'approccio lineare comporta, unitamente al processo di digitalizzazione che ha caratterizzato l'ultimo decennio, ha portato ad una rivitalizzazione e rivisitazione degli antichi approcci in chiave moderna e di sostenibilità di lungo periodo.

In generale, l'economia circolare in agricoltura non mira solamente a ridurre gli sprechi, a massimizzare l'efficienza nell'uso delle risorse e a ridurre la produzione di rifiuti e scarti, tutte azioni che possono rappresentare encomiabili obiettivi di maggior sostenibilità ma anche senza un reale cambiamento di paradigma. Essa, piuttosto, si pone l'obiettivo di recuperare e valorizzare quanto resta da un determinato processo di produzione e/o trasformazione, rendendolo la materia per ulteriori processi di trasformazione e produzione, con un approccio a cascata e circolare che consenta una progressiva riduzione dei rifiuti in uscita dall'intero sistema.

Finalità e obiettivi generali

Lo SPOKE "Circular economy in agriculture through waste valorization and recycling" del Centro Nazionale A si colloca nel contesto sopra delineato ponendosi l'obiettivo generale di contribuire alla conversione del sistema agricolo e agroalimentare lineare in uno circolare che, implementando i principi dell'economia circolare e le moderne conoscenze e tecnologie, riesca ad utilizzare e valorizzare i rifiuti, gli scarti i sottoprodotti ed i coprodotti provenienti dai diversi processi e filiere agroalimentari.

In particolare, i rifiuti, gli scarti i sottoprodotti ed i coprodotti vengono considerati come materia prima da trasformare in nuove molecole, nuovi prodotti, energia e per recuperare acqua e nutrienti, per l'agricoltura. Gli ambiti in cui si articolano le attività dello SPOKE sono quattro:

- Ottenere, caratterizzare e testare biomolecole/polimeri/biomateriali di alto valore con proprietà biologiche e/o potenziale tecnologico a partire da rifiuti, sottoprodotti e co-prodotti delle filiere agroalimentari o anche da altri settori purché il prodotto finale sia destinato al comparto agroalimentare. In tale ambito sono state identificati tre filoni di attività:



- biomolecole, biopolimeri e biomateriali, che mostrano proprietà biologiche e/o applicazioni tecnologiche per l'agricoltura (ad esempio, molecole per la protezione delle piante, biostimolanti, ecc.) estratti, purificati, caratterizzati e testati attraverso nuovi approcci chimici, fisici e chimico-fisici "verdi" (ad esempio solventi verdi, NADES, solventi fluorosi, liquidi ionici, estrazioni assistite da microonde, ultrasuoni ed enzimi, fluido supercritico, funzionalizzazione di molecole);
- prodotti chimici fini e di massa (ad esempio proteine e peptidi - polisaccaridi - lipidi - fibre - aromi - acidi organici - solventi - vitamine - biocatalisi - chimica di flusso - zucchero C5-C6 - glicerolo - PHA - VFA ecc.), prodotti fermentati (ad esempio, acido citrico) e sostanze chimiche utili ad alto valore aggiunto (ad esempio, composti promotori della crescita delle piante e microrganismi - inibitori di vie metaboliche che danno origine a molecole tossiche o indesiderate; conservanti - antiossidanti - antibiofilm - antimicrobici) e biomolecole per bioplastiche e biopolimeri, ottenuti attraverso approcci biotecnologici basati su microbi e insetti e strategie di fermentazione;
- nuovi materiali da costruzione e materiali compositi (ad esempio, biocompositi a base di fibre vegetali - compositi cementizi a base di rifiuti ad alte prestazioni con un minore impatto di CO₂ - rivestimenti - idrogeli - compostabili per sostituire la torba nei substrati per la coltivazione senza suolo - ecc.).
- Ridurre la dipendenza energetica dell'agricoltura e contribuire alla sua de-carbonizzazione evitando qualsiasi conflitto con la produzione di mangimi e alimenti, promuovendo una produzione agroenergetica sostenibile attraverso la valorizzazione dei rifiuti e approcci biologici e termochimici in grado di produrre elettricità/calore e combustibili avanzati. In tale ambito sono state identificati tre filoni di attività:
 - Biotecnologie per la produzione di elettricità/calore e combustibili avanzati da rifiuti, con particolare riferimento alla digestione anaerobica avanzata (stadio/i singolo/i e multiplo/i) di biomasse lignocellulosiche e oleaginose come sostituti o come integrazione delle colture energetiche per la produzione di biocarburanti avanzati (ad esempio biometano - bioetanolo - bioDME - bioLNG - BioH₂) - calore e bioenergia.
 - Tecniche termochimiche (es. pirolisi - gassificazione - liquefazione idrotermale) per la produzione di bio-oli o syngas da rifiuti agricoli, nonché processi chimico-fisici per la trasformazione del biometano in idrogeno e dell'energia in idrogeno dai materiali di scarto adeguatamente pretrattati e miscelati;
 - Approcci biotecnologici e termochimici che producono energia e che sviluppano come co-prodotto la CO₂ che può essere valorizzata come materia prima per alimentare tecnologie innovative bio e no-bio che producono molecole/prodotti.
- Sviluppare, testare e convalidare tecnologie innovative per produrre fertilizzanti, biofertilizzanti e ammendanti per sostenere la fertilità del suolo e mitigare il cambiamento climatico. In tale ambito sono state identificati tre filoni di attività:
 - processi chimico-fisici per il recupero di nutrienti - materia organica - e acqua dal trattamento integrato dei rifiuti agricoli e delle acque reflue per produrre fertilizzanti e acqua mediante tecnologie integrate chimiche - termochimiche - e a membrana in linea con le linee guida del nuovo regolamento UE sui fertilizzanti;
 - utilizzo della frazione organica dei rifiuti per la produzione sostenibile di fertilizzanti organici e di emendamenti organici con proprietà di sequestro del carbonio (ad esempio biochar - hydrochar - biochar arricchito con fosforo e azoto bioassimilabili - ecc. ottenuti attraverso processi termochimici e biologici e/o effetti combinati di disidratazione - compostaggio - pellettizzazione - o granulazione



- di diversi rifiuti agricoli (agroalimentari - forestali - rifiuti lanieri - fitorimedio - residui di fermentazione) e di effluenti zootecnici;
- produzione di fertilizzanti ed ammendanti organici a valore aggiunto con diverse attività (biostimolanti, biocontrollo, ecc.) utili a promuovere la fertilità biologica del suolo, la riduzione dei prodotti agrochimici e la biodiversità del suolo, ottenuti attraverso approcci biotecnologici (ad esempio, microrganismi), anche in combinazione con microbiomi soppressivi per la biodiversità e la protezione degli organismi vegetali.
- Sviluppare e applicare metodologie innovative per la valutazione economica e la valutazione della sostenibilità delle tecnologie circolari in agricoltura. In tale ambito sono state identificati due filoni di attività:
 - aspetti socioeconomici della transizione socio-tecnica verso modelli di economia circolare nel settore agricolo con riferimento alle tecnologie e ai processi di valorizzazione dei rifiuti e ai percorsi di transizione, con particolare attenzione al coordinamento, alla governance e ai flussi di diffusione dell'innovazione nelle filiere.
 - valutazione integrata della sostenibilità (impatto ambientale, sociale ed economico - triple bottom-line) delle tecnologie/biotecnologie sviluppate per riqualificare, valorizzare e recuperare i rifiuti nelle fasi di coltivazione e post-raccolta.

Ambiti e Campi di Applicazione

Le proposte progettuali, coerenti con le finalità e gli obiettivi generali precedentemente illustrati, dovranno far specifico riferimento ad uno solo degli Ambiti e ad uno o più Campi di Applicazione riportati nella tabella seguente.

Ambito	Campo di Applicazione
Nuove molecole, prodotti e processi ad alto valore aggiunto per la valorizzazione di rifiuti, scarti, sottoprodotti e coprodotti agricoli o per l'agricoltura	Industrializzazione di processi di chimica verde e di estrazioni verdi per ottenere componenti e biomolecole ad alto valore aggiunto o nuovi prodotti a partire da biomasse, scarti, sottoprodotti o co-prodotti agricoli o sottoprodotti derivanti dall'industria alimentare.
	Industrializzazione di processi biotecnologici per la valorizzazione e trasformazione enzimatica, microbica o operata da insetti degli scarti, sottoprodotti e co-prodotti agro-industriali attraverso strategie <i>bio-based</i> innovative, sostenibili ed efficienti, al fine di ottenere estratti, molecole di alto valore aggiunto, biomassa microbica o microalghe o nuovi prodotti.
	Industrializzazione di processi per ottenere e processare biomateriali polimerici da scarti, sottoprodotti e co-prodotti agricoli o da composti e/o materiali da essi derivati, per ottenere <i>film</i> , rivestimenti e materiali rigidi.



Ambito	Campo di Applicazione
Produzione di energia da rifiuti, scarti, sottoprodotti e coprodotti agricoli	Pirolisi lenta di biomasse lignocellulosiche per la produzione di <i>biochar</i> , caratterizzazione e <i>upgrading</i> , <i>cracking</i> biocatalizzato del metano in unità pilota a flusso continuo, e fornitura di dati sperimentali per la valutazione della massa, dell'energia e della sostenibilità, e analisi di <i>scale-up</i> industriale.
	Sviluppo di analisi di isotopi stabili (uno o più) per lo <i>scale up</i> di tecnologie bio e non bio di produzione di energia da scarti di sottoprodotti agricoli.
	Bioteecnologie per produrre elettricità/calore e combustibili avanzati da scarti, sottoprodotti e co-prodotti agricoli (solidi, liquidi, gassosi).
	Tecniche termochimiche per produrre elettricità/calore e combustibili avanzati da scarti, sottoprodotti e co-prodotti agricoli (solidi, liquidi, gassosi).
	Trasformazione dei gas di scarico in materia prima da scarti, sottoprodotti e co-prodotti agricoli per alimentare tecnologie innovative bio e non-bio che producono molecole/prodotti.



Ambito	Campo di Applicazione
Recupero di nutrienti e materia organica dai rifiuti per ridurre l'uso di prodotti agrochimici e chiudere il ciclo dei rifiuti	Inquadramento normativo italiano ed EU, mercato attuale e potenziale, necessità e potenzialità di produzione e commercializzazione di formulazioni commerciali prodotte a partire da scarti e rifiuti, relativi alle seguenti categorie: <ul style="list-style-type: none">- Concimi inorganici a base P (es. struvite),- Concimi organici a base P (es. separati solidi),- Concimi a base N-NH₄ (es. solfato ammonico da processi di <i>strippaggio</i> e/o da processi a membrana),- <i>Biochar</i>, Frazioni solide di digestati (da reflui zootecnici e/o da rifiuti organici),- Ammendanti organici bioattivati con microorganismi (funghi, batteri, micorrize),- Biostimolanti (di diversa natura),- Correttivi (es. carbonati di recupero) Si precisa che non è necessario sviluppare tutte le precedenti categorie.
	Caratterizzazioni chimico agrarie, valutazioni ambientali, valutazioni agronomiche di biofertilizzanti (concimi, biostimolanti, ammendanti e correttivi) prodotti a partire da scarti e rifiuti relativamente alle seguenti categorie: <ul style="list-style-type: none">- Concimi inorganici a base P (es. struvite),- Concimi organici a base P (es. separati solidi),- Concimi a base N-NH₄ (es. solfato ammonico da processi di <i>strippaggio</i> e/o da processi a membrana),- <i>Biochar</i>, Frazioni solide di digestati (da reflui zootecnici e/o da rifiuti organici),- Ammendanti organici bioattivati con microorganismi (funghi, batteri, micorrize),- Biostimolanti (di diversa natura),- Correttivi (es. carbonati di recupero). Si precisa che non è necessario sviluppare tutte le precedenti categorie.

Ambito	Campo di Applicazione
Sviluppo di distretti agricoli basati sulle nuove tecnologie circolari in agricoltura	Progettazione e sviluppo di un distretto agricolo circolare per integrare nelle filiere e nei territori agricoli di destinazione le nuove tecnologie che valorizzano scarti, residui e sottoprodotti della produzione agricola, preferibilmente attraverso approcci di simbiosi agro-ecologica.
	Dimostrazione della gestione di un distretto agricolo circolare per integrare le nuove tecnologie che valorizzano scarti, residui e sottoprodotti della produzione agricola nelle filiere e nei territori agricoli di destinazione, preferibilmente attraverso approcci di <i>Project-Cycle Management</i> e con l'attuazione di sistemi di monitoraggio continuo dei risultati.