

## **Task 3.6: Utilizzo del pastazzo di agrumi e di altre biomasse residuali tipiche mediterranee come matrici alternative per la produzione di biogas**

### **3.6.1 Breve stato dell'arte e riferimenti alla valenza di innovazione scientifica, economica e sociale dell'azione (max 1 pagina)**

I processi tecnologici utilizzati dall'industria agrumaria danno origine a tre prodotti principali: succo, olio essenziale e 'pastazzo' (insieme di scorze, polpe e semi). I primi due rappresentano i prodotti vendibili, mentre il terzo è un residuo di lavorazione con smaltimento attualmente normato dalla disciplina sui rifiuti. Si ritiene possibile utilizzare il pastazzo di agrumi come substrato per la fermentazione anaerobica per la produzione di biogas. In Italia è stato stimato un quantitativo annuo di agrumi trasformati pari a 1.000.000 di tonnellate (dati ISMEA, 2013). Da questi derivano circa 600.000 t/anno di pastazzo ed il costo associato allo smaltimento di ingenti quantitativi di questo refluo risulta eccessivamente oneroso per le aziende di trasformazione agrumaria che si trovano oggi a fronteggiare anche una crisi congiunturale che ha colpito l'intero comparto, dalla produzione alla commercializzazione. Il processo di lavorazione degli agrumi richiede inoltre anche notevoli quantitativi di acque di processo (lavaggio dei frutti, centrifughe, lavaggio degli impianti), che necessitano di processi di depurazione chimico-fisici e biologici.

La composizione chimica del pastazzo degli agrumi è interessante e offre ampie possibilità di utilizzazione per scopi bioenergetici. Negli ultimi anni sono state infatti proposte soluzioni biotecnologiche per la gestione dei residui agrumari, tra le quali la digestione anaerobica con produzione di biogas. Recentemente la *The Coca Cola Foundation* ha finanziato al Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia un progetto di ricerca industriale mirato alla valutazione dello sfruttamento del pastazzo di agrumi a fini energetici tramite un impianto pilota di digestione anaerobica. Riguardo al processo di produzione di biogas, ci si occuperà di ottimizzare la composizione della biomassa in ingresso all'impianto, valutando anche l'opportunità di miscelare i residui solidi con altri scarti liquidi di lavorazione agrumaria e con altre biomasse residuali tipiche dell'area mediterranea, disponibili a breve distanza rispetto al luogo di installazione dell'impianto (sansa, cladodi di *Opuntia*). Le attività saranno incentrate sul monitoraggio dei processi di digestione anaerobica condotti nello stesso impianto pilota già realizzato.

L'Italia produce più di 3 milioni di tonnellate di olive da olio ogni anno, con una produzione di olio di oliva superiore alle 300.000 tonnellate, per una produzione concentrata prevalentemente in Calabria, Puglia, Sicilia e Campania. I metodi comunemente utilizzati per la gestione dei rifiuti solidi e liquidi dei processi di estrazione dell'olio di oliva sono lo smaltimento mediante spargimento sul suolo, i processi di stoccaggio o di trattamento allo scopo di eliminare il carico inquinante, ed infine la produzione di energia. Gli scarti del frantoio rappresentano un problema ambientale principalmente per l'elevato contenuto di composti fenolici (1-6 g/L), per il carico inquinante (COD circa 180 g/L) distribuito tra olio (2%), acque reflue olearie (53%) e sansa (45%), con proprietà antimicrobiche, batteriostatiche e antiossidanti. Proprio in virtù di queste proprietà, dovute prevalentemente a polifenoli e tocoferoli, l'interesse per i sottoprodotti del frantoio ha condotto negli ultimi anni a tecniche di filtrazione su membrana per applicazioni molto specifiche nel campo del trattamento delle acque reflue industriali. I reflui oleari possono essere frazionati con tecnologie a membrana e i loro componenti principali essere riutilizzati come ingredienti in nuovi prodotti alimentari e/o nel settore zootecnico, in quello farmaceutico e per la generazione di energia (biogas) attraverso tecniche di fermentazione anaerobica.

*Opuntia ficus-indica*, o ficodindia, è una pianta succulenta che può arrivare ai 5 m di altezza e che rappresenta una risorsa poiché diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo ed in particolar modo in Sicilia, dove rappresenta un tratto caratteristico del paesaggio. La pianta è molto apprezzata per il frutto carnoso che presenta diverse colorazioni. Ha fusti modificati, di forma appiattita, i cladodi,

che vengono potati per diversi motivi legati alla resa, alla pulizia ed all'estetica della pianta. Un impianto di *Opuntia* già adulto può arrivare a produrre anche 10 tonnellate ha<sup>-1</sup> anno<sup>-1</sup> di cladodi quali residui di potatura. Appare chiaro, quindi, come anche questa mole di materiale vegetale, apparentemente di scarto, possa rappresentare una risorsa per la generazione di energia pulita. Le altre due linee della task, formulazione di nuovi fertilizzanti e prove agronomiche sul digestato, rappresentano la verifica della possibilità di chiudere utilmente i cicli biogeochimici della materia nell'utilizzo del pastazzo a fini energetici.

### ***3.6.2 Profilo ed esperienza dei proponenti e partecipanti in relazione all'attività (riportare anche max 5 pubblicazioni in totale) (max 1 pagina)***

#### **Task leader:**

**Simona Fabroni** - UO CREA-ACM, Ph.D., ricercatore del CREA-ACM. Dal settembre 2005 svolge, presso il Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee (CREA-ACM), ricerche sulla qualità nutrizionale e salutistica dei frutti destinati al mercato del fresco, sullo sviluppo di tecnologie industriali innovative per la produzione dei derivati principali (succhi ed essenze) e sulla estrazione di sostanze ad alto valore aggiunto dai sottoprodotti dell'industria agrumaria, ponendo inoltre particolare attenzione alla valorizzazione dei frutti e dei succhi delle arance pigmentate per il loro superiore valore nutraceutico. Dal 29 novembre 2010 è stata assunta a tempo indeterminato con la qualifica di ricercatore III livello (AGR 15 – Tecnologie Alimentari) presso lo stesso Centro. È autrice di 28 pubblicazioni di cui 13 su riviste internazionali con Impact Factor. È stata inoltre relatore a numerosi congressi nazionali ed internazionali. È referee di prestigiose riviste internazionali.

#### Partecipanti:

**Paolo Rapisarda** - UO CREA-ACM, dal 20 febbraio 1989 svolge attività di ricerca presso il Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee (CREA-ACM) di Acireale (CT) occupandosi in particolare di studi sulla qualità dei frutti e dei prodotti trasformati (succhi ed essenze) e sulla valorizzazione degli scarti dell'industria di trasformazione agrumaria mediante produzione di sostanze ad alto valore aggiunto e compost di qualità. Inoltre, effettua ricerche mirate alla individuazione di nuovi "marker" per differenziare i frutti biologici da quelli convenzionali e per l'identificazione geografica d'origine delle produzioni tipiche meridionali. È autore di 120 pubblicazioni scientifiche pubblicate su riviste internazionali e nazionali. Dal 1 settembre 2014 è Direttore del CREA-ACM.

**Giancarlo Rocuzzo** - UO CREA-ACM, ricercatore del CREA-ACM ad Acireale (CT). Svolge attività di ricerca sulla nutrizione minerale dei fruttiferi, irrigazione deficitaria e monitoraggio degli scambi gassosi nel sistema suolo-pianta, tecniche agronomiche in agricoltura biologica, produzione ed utilizzo di ammendanti compostati. È autore di 90 pubblicazioni scientifiche e divulgative pubblicate su riviste internazionali e nazionali.

**Filippo Ferlito** - UO CREA-ACM, Ph.D. in produttività delle piante coltivate, ricercatore del CREA-ACM ad Acireale (CT). Svolge attività di ricerca su breeding e caratterizzazione agronomica e molecolare di specie arboree e piccoli frutti, uso di PGR ed effetto sulla qualità dei frutti, produzione ed utilizzo di substrati in vivaistica. Ha svolto attività di insegnamento su specie ornamentali legnose e Frutticoltura presso l'Università di Catania. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche e divulgative pubblicate su riviste internazionali e nazionali.

**Flora Valeria Romeo** - UO CREA-ACM, Ph.D., Ricercatore del CREA-ACM dal 2010, svolge attività di ricerca che rientrano nel settore delle tecnologie e biotecnologie agroalimentari. Data l'esperienza decennale nel campo delle olive da tavola, si occupa della caratterizzazione delle

cultivar di olivo e dello studio della loro differente attitudine alla trasformazione in verde tramite fermentazione con starter microbici. Conduce studi inerenti la selezione di colture starter per il miglioramento e la standardizzazione di prodotti fermentati. Inerentemente ai vegetali fermentati, conduce studi sulle caratteristiche fenoliche della materia prima e sulle influenze reciproche che queste molecole hanno con le colture starter. Inoltre, sta avviando diverse collaborazioni con altre sedi del CREA ed in ambito universitario, per ampliare lo studio delle proprietà antimicrobiche o fago-deterrenti di estratti di origine vegetale.

**Nicolina Timpanaro** - UO CREA-ACM, ricercatore del CREA-ACM dal 2014. Svolge attività di ricerca e si occupa della caratterizzazione e valorizzazione di prodotti agroalimentari attraverso un approccio combinato sensoriale e strumentale contribuendo allo sviluppo ed applicazione di tecniche sensoriali basate su panel di giudici addestrati (metodi discriminativi e descrittivi). Inoltre svolge attività di ricerca sulle caratteristiche chimico-fisiche di frutti di agrumi e dei sottoprodotti dell'industria agrumaria.

#### Pubblicazioni

- Canali S, Di Bartolomeo E, Trinchera A, Nisini L, Tittarelli F, Intrigliolo F, Rocuzzo G, Calabretta ML, 2008. Effect of different management strategies on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. *Soil Use and management*, 25, 34-42.
- Rapisarda P., Calabretta M.L., Romano G., Intrigliolo F., 2005. Nitrogen metabolism components as a tool to discriminate between organic and conventional citrus fruits. *Journal Agric. Food Chem.*, 53, 2664-2669.
- Intrigliolo F, Calabretta ML, Giuffrida A, Torrisi B, Rapisarda P, Tittarelli F, Anselmi M, Rocuzzo G, Trinchera A, Benedetti A, 2001. Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. *L'informatore agrario*, 56(4), 35-39.
- Rocuzzo G, Fabroni S, Allegra M, Torrisi B, Rapisarda P, Camin F, Canali S, Intrigliolo F, 2012. Effects of Organic Fertilisation on 'Valencia latÈ Orange Bearing Trees. *Acta Hort.*, 933, 221-225.
- Trinchera A, Allegra M, Rea E, Rocuzzo G, Rinaldi S, Sequi P, Intrigliolo F, 2011. Organo-mineral fertilisers from glass-matrix and organic biomasses: a new way to release nutrients. A novel approach to fertilisation based on plant demand. *J Sci Food Agric*, 91, 2386-2393.

#### Collaborazioni esterne:

È prevista un accordo di programma con il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e con il Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A) dell'Università degli Studi di Catania per:

- l'utilizzo dell'impianto pilota per la produzione di biogas ed il reperimento di un congruo numero di campioni di mix (ingestato) e di digestato;
- l'esecuzione di prove di distribuzione meccanica del digestato quale fertilizzante in colture arboree, in particolare agrumi;
- l'individuazione della normativa di riferimento circa il digestato come ammendante;
- la valutazione economica del digestato e della relativa distribuzione nelle colture arboree.

#### **3.6.3 Obiettivi della task**

- Caratterizzazione chimica e fisica dell'ingestato e del digestato con costituzione di un data base ed utilizzo dei dati per il feed-back all'impianto e per la prosecuzione del progetto. Ottimizzazione della composizione della biomassa in ingresso ed eventuale fermentazione con altre biomasse residuali tipiche dell'area mediterranea quali sansa e cladodi di *Opuntia*. Particolare attenzione sarà posta sulla qualità e sulla quantità del biogas prodotto, sui parametri di controllo del processo, sulle definizioni degli input giornalieri e sui tempi di ritenzione.

- Valorizzazione, attraverso la digestione anaerobica, di alcune biomasse residuali delle coltivazioni e dei processi agroalimentari tipiche dell'area mediterranea, con particolare riferimento a quelle per le quali lo smaltimento, allo stato attuale, rappresenta un problema economico e ambientale.
- Meccanizzazione della distribuzione del digestato, sia della frazione solida che di quella liquida, in colture arboree, principalmente agrumi, così da ampliare la sua possibile utilizzazione agronomica.
- Formulazione di nuovi fertilizzanti. Per la loro composizione media, le frazioni solida e liquida del digestato presentano caratteristiche simili a quelle di un concime organo-minerale, così come definito dalla norma sui fertilizzanti. Vista la natura dell'ingestato si ritiene che alcune frazioni del digestato possano prestarsi anche alla complessazione di meso o microelementi.
- Utilizzazione agronomica dei residui della digestione anaerobica. Per la valutazione delle proprietà fertilizzanti del digestato saranno realizzate prove su piante di agrumi ornamentali o su portinnesti in contenitore.
- Individuazione delle norme nazionali e regionali per l'impiego come ammendante in agricoltura del digestato; valutazione economica relativa alla disponibilità dell'imprenditore agricolo a pagare il digestato, inteso come ammendante per i suoli.

### **3.6.4 Descrizione delle attività che saranno sviluppate nella task**

L'attività nella task 3.6 sarà articolata in 5 linee, di seguito specificate, che avranno come output sei deliverable.

Linea 1: saranno realizzate analisi in laboratorio delle materie prime in ingresso al processo di fermentazione anaerobica e delle varie frazioni del digestato prodotto. Questa linea è funzionale sia allo sviluppo dei mix in *feed* all'impianto, sia alle successive due linee.

Linea 2: saranno condotte prove di fermentazione anaerobica di diverse miscele di biomasse residuali tipiche mediterranee, quali pastazzo, sansa, cladodi di *Opuntia*, in funzione dei periodi della loro effettiva disponibilità, eventualmente mescolate con reflui zootecnici, residui vegetali o secondi raccolti (in rotazione alle colture tradizionali mediterranee) come la sulla e semidigestati fungenti da inoculo. Saranno variate le concentrazioni dei componenti costituenti la miscela delle biomasse avviate alla digestione anaerobica con lo scopo di massimizzare la produzione di biogas e verificare eventuali variazioni della concentrazione di metano in esso contenuta. Parallelamente saranno condotte prove di distribuzione meccanica del digestato prodotto con le prove di fermentazione anaerobica o proveniente da impianti industriali presenti nel territorio. Le prove saranno condotte principalmente in agrumeti utilizzando macchine in grado di interrare il digestato, evitando la dispersione di sostanze volatili, o in maniera localizzata per evitare l'imbrattamento delle piante.

Linea 3: Per la sua composizione media, la frazione fluida del digestato presenta mediamente le caratteristiche simili a quelle di un concime organo-minerale fluido in sospensione, così come definito dalla norma sui fertilizzanti. Vista la natura dell'ingestato, si ritiene che il digestato possa prestarsi anche alla complessazione di meso o microelementi. Saranno avviate delle prove, prima in laboratorio, poi su un impianto pilota, per la formulazione di concimi organo-minerali con microelementi.

Linea 4: Inoltre la ricerca mira anche alla valutazione degli aspetti relativi all'utilizzo agronomico dei residui della digestione anaerobica. Saranno quindi predisposte delle prove agronomiche per la valutazione delle proprietà fertilizzanti del digestato in contenitore su piante di agrumi ornamentali o su portinnesto. In uno schema a blocchi randomizzati saranno valutate sia l'efficacia che la

eventuale fitotossicità delle varie frazioni del digestato. Successivamente potranno essere realizzate prove preliminari in cella climatica o in serra dei nuovi formulati eventualmente prodotti.

Linea 5: Al fine di poter stabilire se il digestato prodotto durante il processo anaerobico di trasformazione delle matrici e dei sottoprodotti agricoli, è utilizzabile come ammendante in agricoltura, risulta necessario effettuare una preliminare analisi delle normative vigenti, nazionali e regionali. Tale analisi stabilirà le reali potenzialità di impiego in agricoltura. Per quanto attiene invece alla valutazione economica relativa alla disponibilità a pagare per impiegare, in sostituzione degli ammendanti convenzionali, quello derivante dal processo di digestione anaerobica, si procederà su un campione stratificato e rappresentativo di aziende agricole (per tipologia di coltura) alla somministrazione di un questionario appositamente predisposto per valutare il processo decisionale di acquisto.

### 3.6.5 Descrizione degli output della task (deliverable)

D.3.6.1: Output dell'attività sulla linea 1: report delle analisi dei sottoprodotti, presumibilmente dopo l'attività del 1° anno.

D.3.6.2 Output dell'attività sulla linea 2: report delle prove di fermentazione anaerobica e di distribuzione meccanica del digestato, disponibile alla fine del 2° anno.

D.3.6.3 Output dell'attività sulla linea 3: report delle prove di complessazione, disponibile dopo l'attività nel 2° anno.

D.3.6.4 Output dell'attività sulla linea 4: report delle prove agronomiche in contenitore, con produzione di un manoscritto da sottoporre per la pubblicazione, disponibile alla fine del progetto.

D.3.6.5 Output dell'attività sulla linea 5: report delle norme nazionali e regionali di riferimento relativo all'impiego come ammendante in agricoltura del digestato, disponibile dopo la fine del 1° anno di attività. Report relativo alla valutazione economica effettuata sulla disponibilità a pagare, presumibilmente disponibile un quadrimestre prima della fine del progetto.

D.3.6.6 Output di tutta la task: divulgazione report su sito web e funzione di trasferimento CREA (es. Agritransfer).

### 3.6.6 Articolazione temporale delle attività e dei deliverable previsti nella task (Gantt)

		Attività	Deliverable
Quadrimestri	1	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	2	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	3	Monitoraggio ingestato e digestato	D.3.6.1
	4	Analisi della normativa di riferimento sul digestato e sui vincoli alla distribuzione;	D.3.6.5
		Valutazione economica; Avvio prove formulazione Avvio prova agronomica	D.3.6.5 D.3.6.3
	5	Prove formulazione Prova agronomica;	D.3.6.3
Prove digestione e concimazione		D.3.6.2	
6	Prove formulazione	D.3.6.3	

	7	Prova agronomica	D.3.6.3
	8	Prova agronomica	D.3.6.4
	9	Divulgazione	D.3.6.6
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15	Divulgazione	D.3.6.6

### ***3.6.7 Risultati attesi, ricadute e benefici, ostacoli prevedibili ed azioni correttive***

Linea 1 – Database su mix in ingresso alla digestione anaerobica (ottimizzazione impianto) e caratteristiche effluenti.

Linea 2 – Ottimizzazione delle concentrazioni di alcune biomasse residuali come il pastazzo e la sansa nelle diete degli impianti di digestione anaerobica e verifica della possibile distribuzione meccanica del digestato in colture arboree mediterranee.

Linea 3 – Verifica formulazione fertilizzanti ad alto valore aggiunto a partire da effluenti.

Linea 4 – Verifica dell'efficacia agronomica degli effluenti per il corretto impiego in agricoltura.

Linea 5 – Maggiore conoscenza delle possibilità di impiego del digestato in agricoltura e stima della sensibilità dell'agricoltore all'impiego di tale prodotto.

Gli ostacoli previsti sono relativi all'approvvigionamento di “materie prime” per la task. La UO è in stretto contatto con altri impianti di digestione anaerobica, potendo in tal modo sopperire al reperimento di altri materiali per realizzare le attività previste, in caso di malfunzionamento dell'impianto pilota.

### ***3.6.8 piano di sfruttamento e divulgazione dei risultati***

I deliverable della Task saranno oggetto di pubblicazioni divulgative.

Si intende organizzare presso la UO un incontro divulgativo sull'oggetto delle attività nelle fasi conclusive del progetto.

Nell'ambito dell'accordo di programma con il Distretto Produttivo Agrumi di Sicilia e con il D3A dell'Università di Catania verranno attivate delle sinergie per il trasferimento e la divulgazione dei risultati.

### ***3.6.9 Tabelle delle richieste finanziarie per singola azione***

**Tabella 3.6.9.1:** Attrezzature tecnico-scientifiche di cui si richiede il finanziamento.

**Tabella 3.6.9.2:** Richiesta complessiva di finanziamento per la task.