



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

e.INS SPOKE 9

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS000000038

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa –

Linea di investimento 1.5 – Creazione e Rafforzamento di
«Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione
di «Leader Territoriali di R&S».

Codice CUP: F53C22000430001

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE



Implementare misure di protezione specifiche
e soluzioni innovative per preservare
l'ambiente e i servizi ecosistemici derivati,
creando così un valore economico aggiunto
per le comunità

WP 3 – Implementing circular economy in the regional agro-industrial sector

Integrazione di processi per la valorizzazione
di residui e sottoprodotti del settore
agroindustriale

Aldo Muntoni

Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale e
Architettura



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Gerarchia dei rifiuti



➤ Sistema Integrato di Gestione dei Rifiuti

➔ approccio **difensivo**

- ruolo centrale del riciclaggio

- relativamente poca attenzione a

- prevenzione
- riuso e manutenzione
- qualità del recupero



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI



Cina blocca rifiuti di plastica dall'estero. E l'Italia non
potrà più "esportare" a Pechino la sua carta da...

[Visita >](#)

**Li manderemmo in Africa o in Asia
se davvero oggi
fossimo in grado di recuperare
tanta «ricchezza»???**



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Oltre agli impatti della gestione dei rifiuti.....consumo di risorse!

Fonte: Overshoot.footprintnetwork.org



1970

1 Pianeta



e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS00000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Oltre agli impatti della gestione dei rifiuti.....**consumo di risorse!**

Fonte: [Overshoot.footprintnetwork.org](https://overshoot.footprintnetwork.org)



1970
1 Pianeta



2015
1,6 Pianeti





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Oltre agli impatti della gestione dei rifiuti.....consumo di risorse

Fonte: [Overshoot.footprintnetwork.org](https://overshoot.footprintnetwork.org)



1970
1 Pianeta



2025
2 Pianeti





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Oltre agli impatti della gestione dei rifiuti.....**consumo di risorse!**

Fonte: [Overshoot.footprintnetwork.org](https://overshoot.footprintnetwork.org/)



1970
1 Pianeta



2025
2 Pianeti



2060
3 Pianeti!?!



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



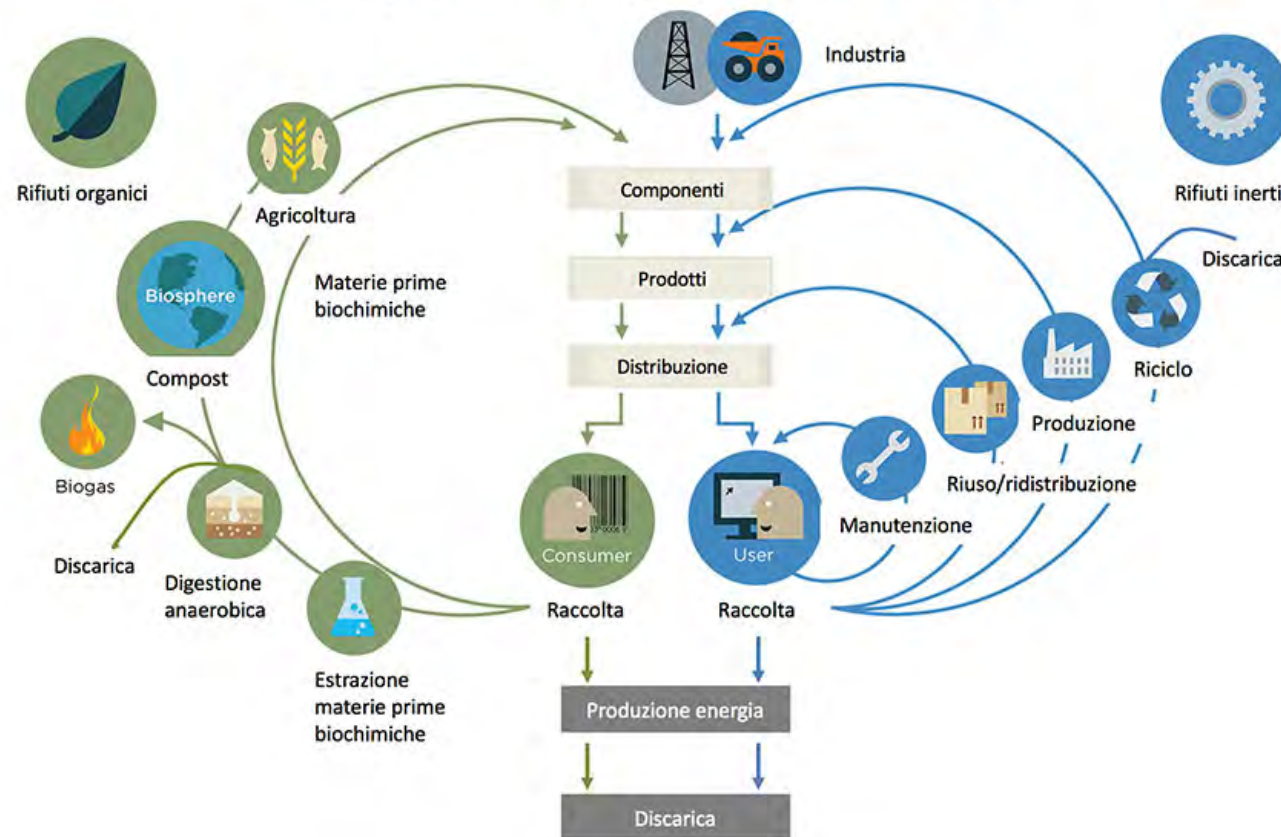
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI



Economia Circolare

- Ridurre il consumo di risorse primarie
- Ridurre gli impatti associati al consumo di risorse (gestione dei rifiuti inclusa)
- **Ridurre la produzione di rifiuti**
- **Superare i limiti del riciclaggio**
- **Manutenzione, riuso, recupero componenti**
- **Salto qualitativo del riciclaggio**
 - ottimizzazione quantitativa: **rifiuti zero**
 - ottimizzazione qualitativa: **valore di mercato**

Schema Economia circolare con suddivisione
dei prodotti **biologici** da quelli **tecnici**

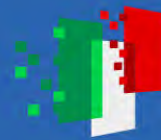




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

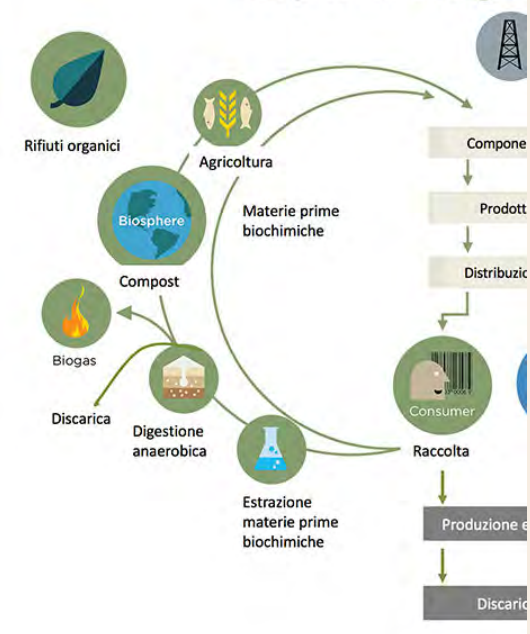


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Schema Economia circolo dei prodotti biologici



Residui biodegradabili

**Ampio spettro di prodotti
commercializzabili**

Integrazione di processi
Waste biorefinery



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI



Contesto agro-industriale

Numerosi flussi residuali o secondari



Flussi omogenei



**Presenza di sostanze
ad elevato valore aggiunto**

e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS000000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

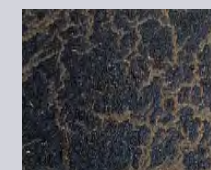
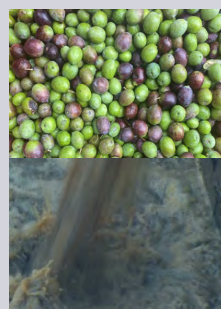
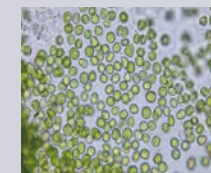
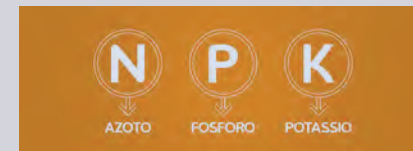
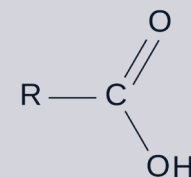
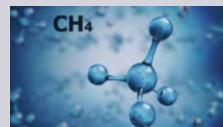
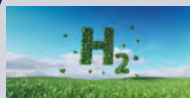
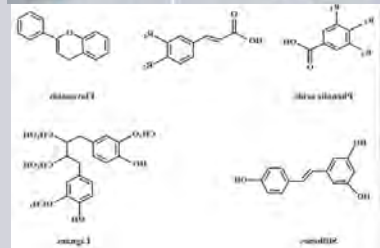


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

e.INS WP 3





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

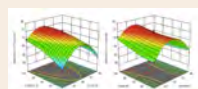
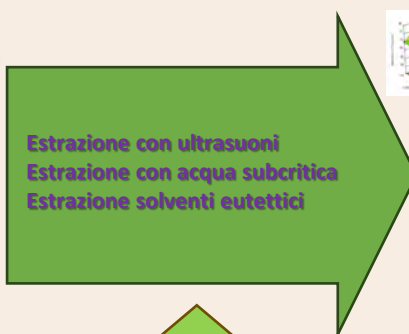


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

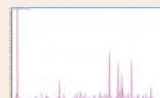
Task 3.4: Estrazione green di fito-composti ad elevato valore aggiunto e loro utilizzo in campo farmaceutico, nutraceutico, cosmetico.

Prof. Carlo I.G. Tuberose, Dott.ssa Valentina Masala (DISVA)

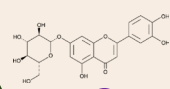
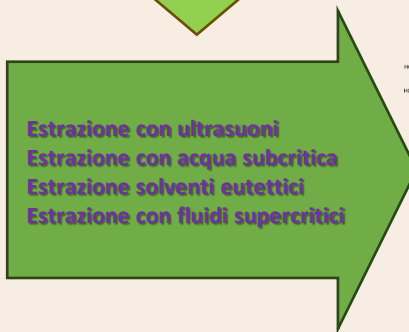
Fiori di zafferano



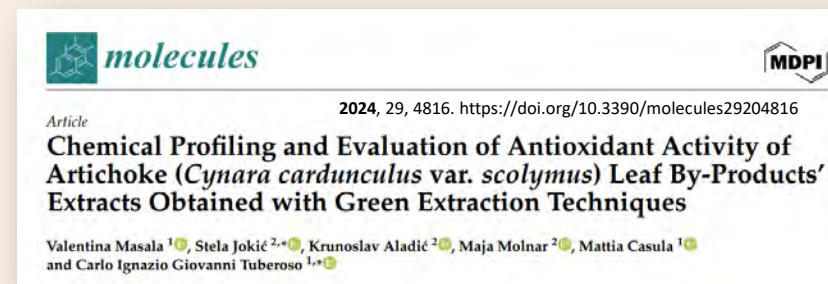
Caratterizzazione
chimica



Utilizzo in campo
alimentare, cosmetico
e farmaceutico



Caratterizzazione
chimica /
Attività antiossidante



Foglie di carciofo

e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS00000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.4: Estrazione green di fito-composti ad elevato valore aggiunto e loro utilizzo in campo farmaceutico, nutraceutico, cosmetico.

Prof. Alberto Angioni, Prof. Francesco Corrias, Dott. Alessandro Atzei (DISVA)



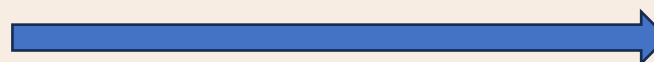
Scarti di lavorazione dei carciofi



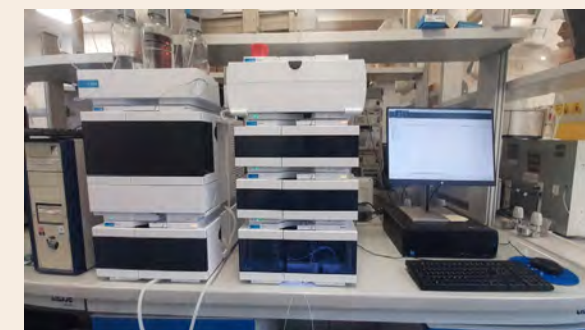
Scarti di lavorazione delle olive



Estrazione delle diverse frazioni
di interesse nutrizionale e
cosmetico attraverso l'utilizzo di
solventi Green



Caratterizzazione chimico-fisica
degli scarti mediante LC-DAD e
LC-MS/MS





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.4: Estrazione green di fito-composti ad elevato valore aggiunto e loro utilizzo in campo farmaceutico, nutraceutico, cosmetico.

Prof.ssa Maria Manconi, Prof.ssa Maria Letizia Manca, Dott.ssa Federica Fulgheri (DISVA)



Vinacce



Sansa



Sottoprodotto della
lavorazione del
pomodoro



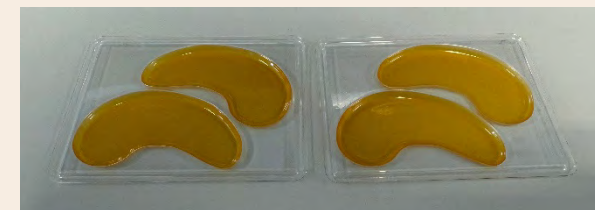
Siero del
formaggio

Trasformazione di
sottoprodotti agro-
industriali in prodotti
finiti e fruibili dal
consumatore

Applicazioni in diversi settori:
farmaceutico, nutraceutico e
cosmetico



Caramelle gommose con estratto di
sottoprodotti del pomodoro



Patch occhi con estratto di sottoprodotti del pomodoro



Siero viso antiossidante
con estratto di sansa



Farina di vinacce



Crema viso
antiossidante con
estratto di vinacce



Maschera viso
antiossidante con
estratto di sansa



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Fermentazione anaerobica e/o processi biochimici aerobici finalizzati al recupero di biocombustibili/vettori energetici e bioprodotto

Dott. Fabiano Asunis, Prof. Giorgia De Gioannis, Prof. Aldo Muntoni (DICAAR)



Dark Fermentation



Digestione anaerobica

e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS000000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



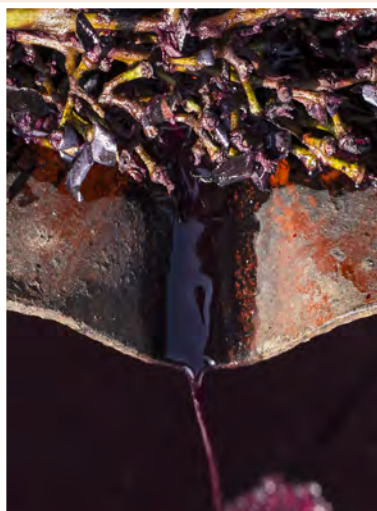
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Fermentazione anaerobica e/o processi biochimici aerobici finalizzati al recupero di biocombustibili/vettori energetici e bioprodotto

Dott. Fabiano Asunis, Prof. Giorgia De Gioannis, Prof. Aldo Muntoni (DICAAR)



Lattiero-caseario



Vitivinicolo



Oleario



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Fermentazione anaerobica e/o processi biochimici aerobici finalizzati al recupero di biocombustibili/vettori energetici e bioprodotto

Dott. Fabiano Asunis, Prof. Giorgia De Gioannis, Prof. Aldo Muntoni (DICAAR)



Idrogeno



Metano



Acido Lattico



Pool di acidi organici



Bioplastiche

e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS00000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



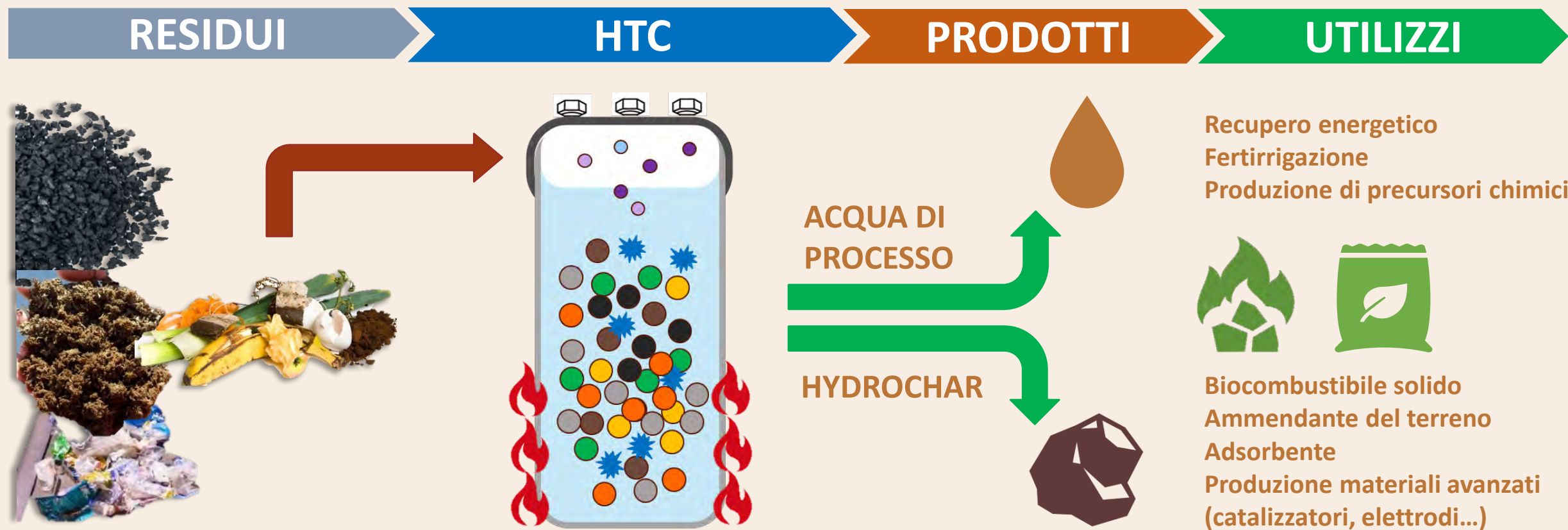
Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Processi termochimici finalizzati al recupero di vettori energetici, bioprodotto da utilizzare come ammendanti o per altri usi (ad esempio materiali adsorbenti per inquinanti)

Prof.ssa Giovanna Cappai, Dott. Gianluigi Farru (DICAAR)





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Processi termochimici finalizzati al recupero di vettori energetici, bioprodotto da utilizzare come ammendanti o per altri usi (ad esempio materiali adsorbenti per inquinanti)

Prof.ssa Giovanna Cappai, Dott. Gianluigi Farru (DICAAR)

Materiali:
scarti provenienti da...





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

Task 3.1: Processi termochimici finalizzati al recupero di vettori energetici, bioprodotto da utilizzare come ammendanti o per altri usi (ad esempio materiali adsorbenti per inquinanti)

Prof.ssa Giovanna Cappai, Dott. Gianluigi Farru (DICAAR)



Densificazione del carbonio, diminuzione di ceneri e ossigeno, aumento del potere calorifico superiore (HHV)

→ *Combustibile solido*



Ottima risposta alla germinazione a basse dosi (5%)
Effetti inibenti a maggiori concentrazioni, ma i post-trattamenti sono in grado di eliminare possibili composti fitotossici.

→ *Sostituto parziale della torba*

→ *Carbon sink*



Buone proprietà superficiali (superficie specifica, porosità...)

→ *Precursori per adsorbenti, elettrodi, polimeri*



Acque di processo: elevato contenuto di sostanza organica, di nutrienti, precursori chimici

→ *Recupero di nutrienti*



Distruzione patogeni

→ *Gestione di residui pericolosi*

Risultati



Task 3.5: Fotobioreattori algali per il riutilizzo dei nutrienti e uso delle alghe per l'estrazione di molecole bioattive e realizzazione di alimenti per l'acquacoltura.

Prof. Piero Addis, Prof. Alberto Angioni, Dott.ssa Viviana Pasquini (DISVA)

Criticità: le lagune sarde si caratterizzano per l'instabilità tra produzione /immissione di nutrienti creando degli shock e cambiamenti negli ecosistemi e le produzioni

Obiettivo: studiare la capacità di assorbimento e l'accrescimento in fotobioreattori tubulari, dell'alga verde *Ulva* sp. utilizzando diverse fonti di nutrienti

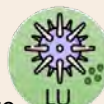


1) Reflui delle vasche di
allevamento del riccio di mare

2) Acqua di laguna (S. Gilla)

3) Digestato zootecnico

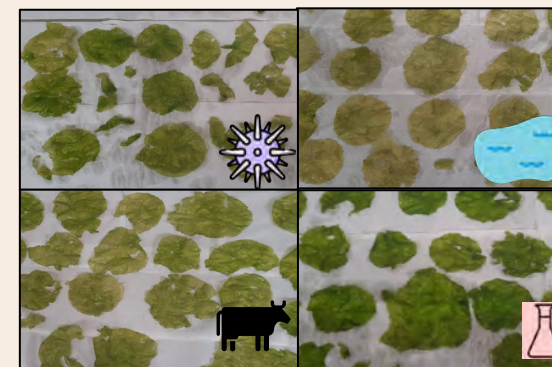
4) Mezzo di coltura standard



Risultati – le migliori performance di accrescimento sono state osservate 1) con mezzo di coltura standard, 2) digestato e 3) acque reflue di allevamento del riccio
L'Ulva è in grado di rimuovere in modo significativo le quantità di fosforo e azoto in tutti i mezzi di coltura mostrando ottime capacità di depurazione e conversione in biomassa

Caratterizzazione biochimica e composti bioattivi dell'alga verde *Ulva* sp.

- Un maggior quantitativo di **proteine** e **pigmenti** (Clorofilla *a*, *b* e Carotenoidi) erano presenti nell'*Ulva* prodotta con il mezzo standard e l'acqua reflua dei ricci rispetto agli altri mezzi di coltura
- La colorazione della biomassa è stata correlata positivamente con la composizione biochimica, in particolare con le proteine





Task 3.5: Fotobioreattori algali per il riutilizzo dei nutrienti e uso delle alghe per l'estrazione di molecole bioattive e realizzazione di alimenti per l'acquacoltura.

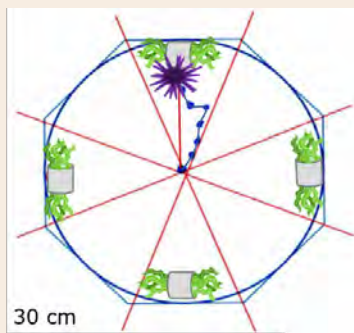
Prof. Piero Addis, Prof. Alberto Angioni, Dott.ssa Viviana Pasquini (DISVA)

Obiettivo: Utilizzare l'*Ulva* coltivata come fonte alimentare del riccio di mare *Paracentrotus lividus*

La preferenza alimentare del riccio di mare è stata studiata in vasche circolari esponendo i ricci all'alga verde *Ulva* sp. prodotta con diversi fonti di nutrienti.

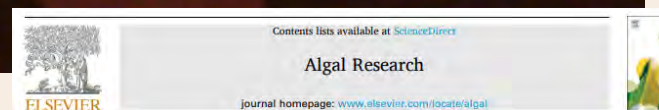
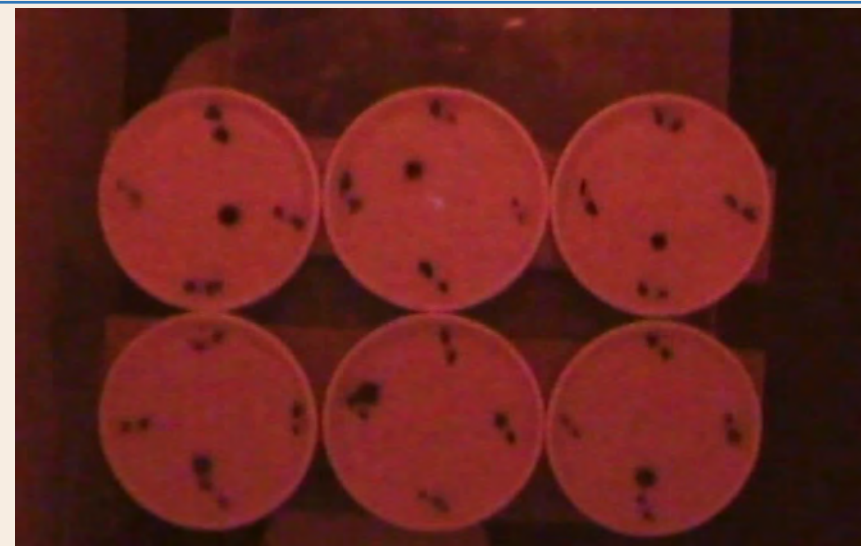
Le prove sono state registrate con videocamera digitale per poi essere analizzate metodi statistici considerando:

- Prima scelta tra i diversi tipi di *Ulva*
- Distanza percorsa dei ricci al cibo
- Tempo impiegato al cibo
- Velocità media per raggiungere il cibo
- Tortuosità del percorso



Risultati: il riccio di mare mostra una preferenza per l'*Ulva* coltivata con l'acqua reflua dell'allevamento del riccio, ricca in carboidrati.

I risultati aprono interessanti prospettive per il riutilizzo delle acque di allevamento in **sistemi a ricircolo**



Effects of different culture media on growth, composition, quality and palatability of the green algae *Ulva* sp. cultivated in cylindrical photobioreactors

Viviana Pasquini^{a,*}, Cecilia Biancacci^{b,1}, Massimo Milia^a, Davide Moccia^a, Paolo Solari^c, Alberto Angioni^d, Pierantonio Addis^a

^a University of Cagliari, Department of Life and Environmental Sciences, 09100 Cagliari, Italy

^b Cawthron Institute, Aquaculture Department, 139 Glen Rd, Glenelg, Nelson 7071, New Zealand

^c University of Cagliari, Department of Biomedical Sciences, Section of Physiology, 09042 Monserru, Italy





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI CAGLIARI

CONSIDERAZIONI FINALI

- Ruolo chiave del concetto di sottoprodotto**

(dal Piano Regionale Rifiuti Speciali in merito alla industria alimentare)

*«.....le attività economiche che impiegano **sottoprodotti** in luogo di materie prime convenzionali non hanno la necessità di acquisire le autorizzazioni ambientali, indispensabili, invece, per gestire i rifiuti*

*Ovviamente tutto ciò può comportare anche un notevole risparmio di costi, **ma questa importante opportunità, che costituisce uno dei pilastri dell'economia circolare, non ha avuto vita semplice nel nostro Paese come dimostrano ad esempio le numerosissime sentenze della Corte di cassazione, in parte contraddittorie e tendenzialmente assai restrittive, in materia***

*A causa del **quadro normativo poco chiaro e delle pesanti sanzioni previste in caso di gestione non corretta, accade spesso che le imprese preferiscano gestire gli scarti di produzione come rifiuti, e approvvigionarsi di materie prime vergini piuttosto che di sottoprodotti***

*Al fine di cogliere le opportunità delle norme comunitarie e nazionale relativamente all'individuazione dei sottoprodotti, **la Regione provvederà a redigere delle linee guida per gli operatori del settore, recanti un approfondimento sull'applicabilità della fattispecie all'industria alimentare e, in collaborazione con il modo dell'Università e della ricerca, sul possibile utilizzo dei sottoprodotti dell'industria alimentare nelle produzioni alimentari o in filiere diverse (energetica, cosmetica, farmaceutica ecc.), favorendo in tal modo una gestione più efficiente delle risorse»***

e.INS

e.INS – Ecosystem of Innovation for
Next Generation Sardinia - ECS000000038

SPOKE 9

PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE
DELL'AMBIENTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
Missione 4 – Componente 2 – Dalla Ricerca all'Impresa – Linea di investimento 1.5 – Creazione e
Rafforzamento di «Ecosistemi dell'Innovazione per la Sostenibilità», costruzione di «Leader
Territoriali di R&S». Codice CUP: F53C22000430001