



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Biomasse vegetali multigenerazione per la produzione di biocarburanti avio

Workshop online Progetto Aerotrazione con BioCarburanti (ABC)
Accordo di Cooperazione - MATTM CNR ENEA e MINISTERO della DIFESA

29/04/2021

Nicola Colonna, *Divisione Biotecnologie ed Agroindustria*



Progetto finanziato dal Ministero della Transizione Ecologica

Obiettivi attività 2

Valutazione di matrici vegetali idonee alla produzione di biocarburanti

Task 2.1 Identificazione, valutazione, selezione, confronto varietale e caratterizzazione chimica di colture dedicate, idonee, nel contesto italiano, alla produzione di biocarburanti per aviotrazione.

Task 2.2 Identificazione, selezione e valutazione comparativa delle matrici residuali dell'agricoltura e del settore agroindustriale italiano, idonee alla produzione di biocarburanti per aviotrazione.

Task 2.3 Studio e valutazione delle specie algali, delle tecnologie di allevamento e di processo e identificazione delle criticità per la competitività economica e la compatibilità ambientale.

Obiettivi generali e contesto

Elemento centrale di ogni ipotesi di produzione di biocarburanti è disporre di biomasse in quantità e qualità idonee e ad un costo competitivo.

Il costo della materia prima è il fattore primario nella valutazione e dipende da molteplici elementi concatenati lungo la filiera di produzione e trasformazione.

Produttività, Raccolta e Concentrazione, Logistica, Conservazione e Processi di trasformazione sono gli elementi cui porre maggiore attenzione.

Obiettivo Task 2.1

L'obiettivo della task è stato quello di valutare l'**idoneità** dell'**olio** estratto dai semi di colture **alternative** alle oleaginose tradizionali per la produzione di biocarburanti per aviotrazione.



Brassica carinata



Carciofo



Cartamo



Canapa

La scelta è ricaduta su colture «**sostenibili**»: input limitati, adattabili a terreni marginali, resistenza alla siccità, integrabili negli ordinamenti colturali tradizionali.

Caratterizzazione e analisi delle matrici



Le linee caratterizzate morfologicamente sono state:

- Brassica: 13
- Cartamo: 7
- Canapa: 3
- Carciofo: 45 + 7 ibridi x cardo

Il profilo degli acidi grassi è stato determinato per tutte le linee considerate, tranne per il carciofo e gli ibridi, di cui sono stati selezionati solo 6 genotipi di carciofo e 1 di ibrido.

La caratterizzazione degli olii è stata effettuata solo sulle linee più produttive dal punto di vista della quantità di semi.

Carciofo Violetto di Putignano

Carciofo x cardo ICC 4

Canapa Futura 75

Canapa Uso 31

Brassica Linea 4

Brassica Linea 57

Cartamo Linea 14

Cartamo Linea 19

Risultati Task 2.1

Considerando i risultati generali della caratterizzazione chimico-fisica, gli oli dei semi di **due linee di cartamo** e dell'**ibrido carciofo x cardo** hanno mostrato una buona resa in olio (22-29%) e parametri chimico-fisici maggiormente idonei alla loro trasformazione in biodiesel:

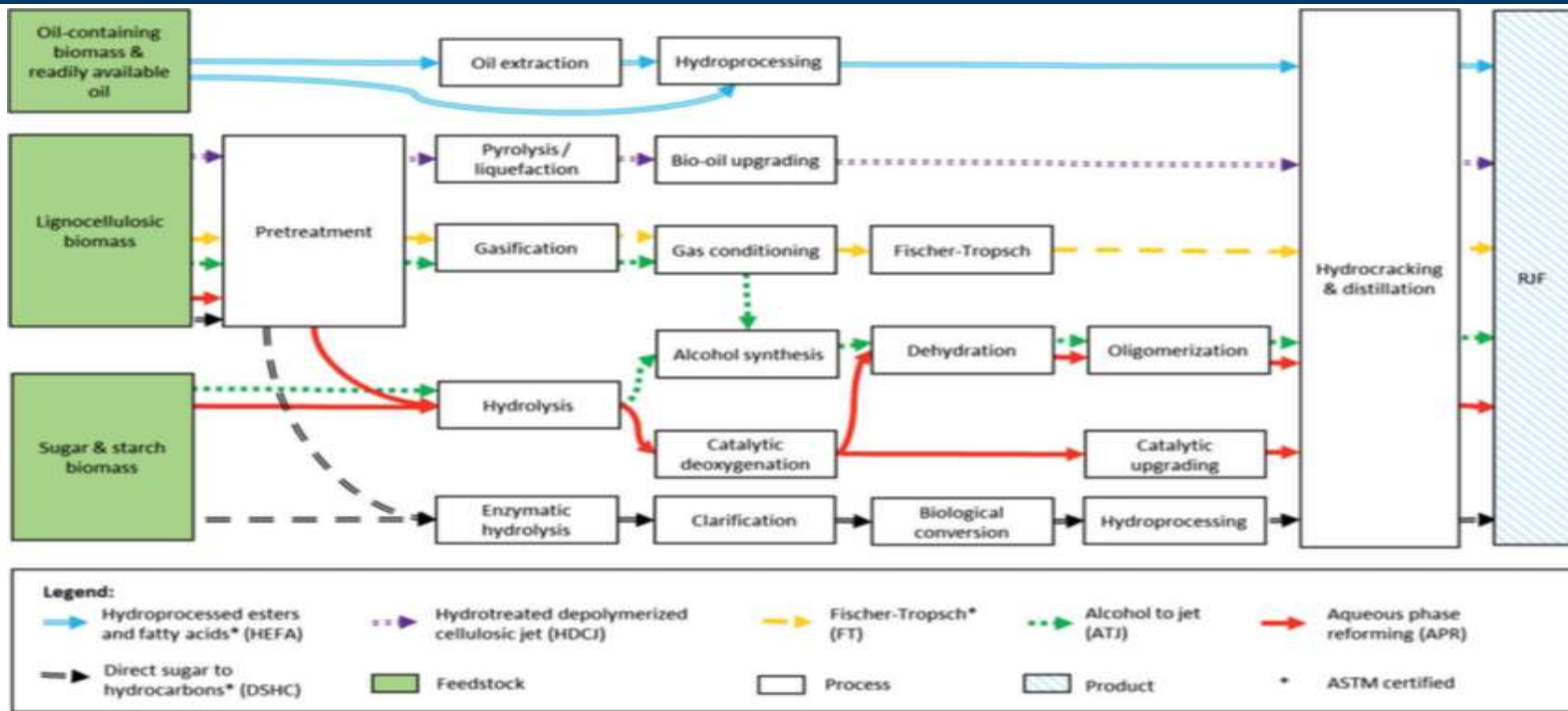
- **alta stabilità ossidativa** riferita sia al profilo degli acidi grassi che al n. di perossidi ($< 5 \text{ meq O}_2/\text{kg}$ olio);
- valori di **acidità** idonei ($< 5 \text{ mg KOH/g}$);
- idoneo **numero di iodio** ($< 140 \text{ g iodio}/100 \text{ g olio}$);
- valori di **viscosità** $\sim 40 \text{ mm}^2/\text{s}$ (limite ammesso $\leq 38 \text{ mm}^2/\text{s}$).

Indicazioni importanti sia per l'olio che per l'intera biomassa nell'ottica di una bioraffineria

Obiettivi Task 2.2

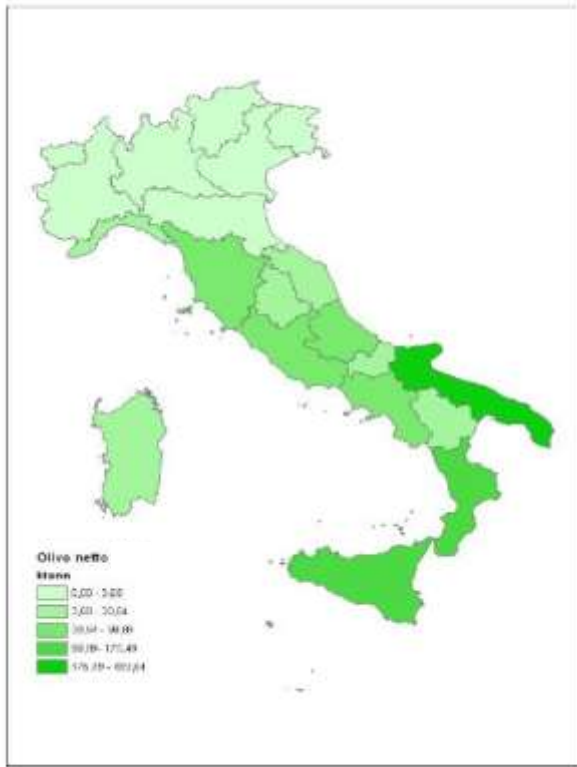
- Valutazione delle matrici residuali prodotte dal settore agricolo italiano suscettibili di estrazione di componenti oleose o di processamento, tramite tecnologie BTL, per produrre oli/grassi;
- Aggiornamento della stima di potenziale delle biomasse residuali, relativamente alle tipologie selezionate preliminarmente.

Tipologie di scarti e processi di conversione



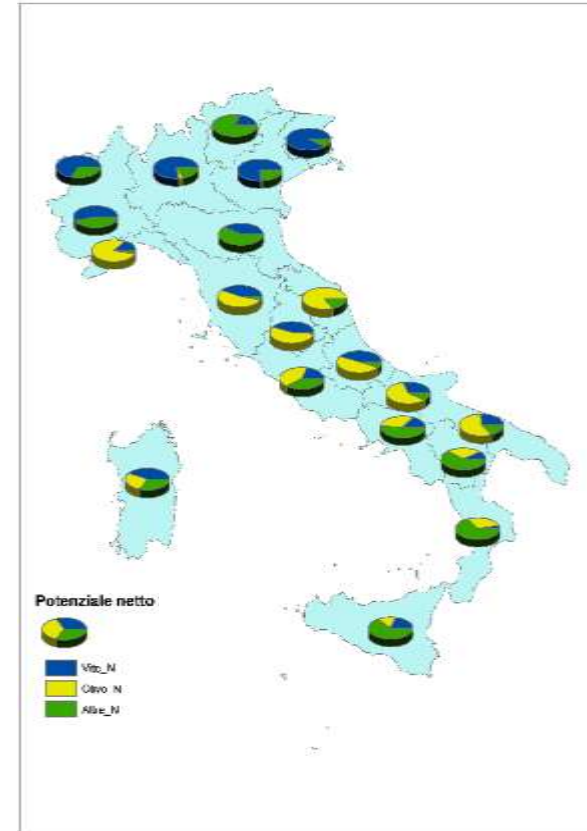
Fonte: Mawhood et al., 2016

Residui produttivi e distribuzione territoriale



Mappe regionali e provinciali di disponibilità potenziale di residui pagliosi, legnosi

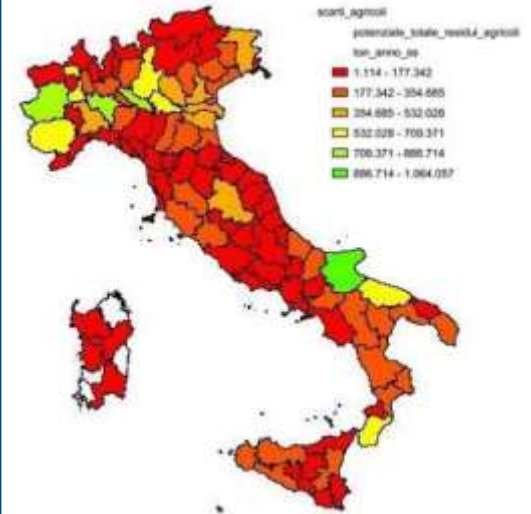
- Quantità
- Disponibilità
- Dispersione territoriale
- Frammentazione aziendale



Risultati Task 2.2

- Grandi quantità potenziale di residui ligno-cellulosici
- Elevato grado di dispersione territoriale e delle proprietà
- Usi concorrenziali per altre filiere energetiche e non
- Complessità logistica ed organizzativa elevata

Italia: Residui agricoli, potenziale totale



Fonte: ENEA, elaborazione provinciale

Obiettivi Task 2.3

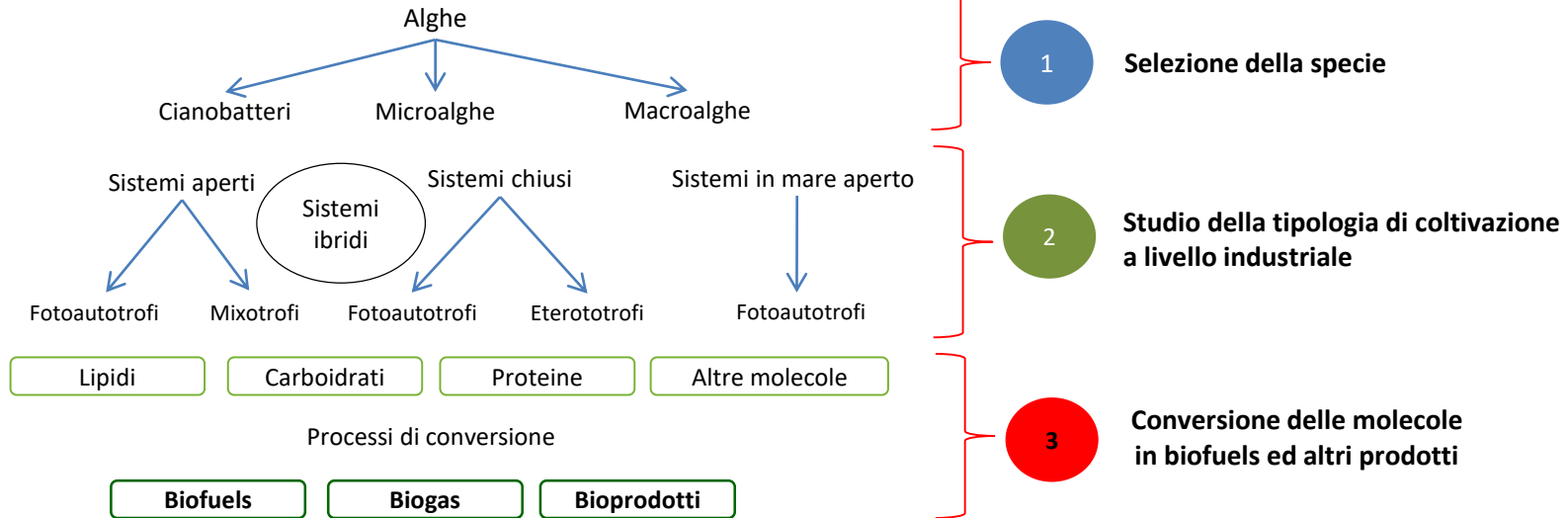
Studio e valutazione delle specie algali, delle tecnologie di allevamento e di processo attraverso l'analisi della letteratura scientifico-tecnica.

Obiettivi realizzativi:

- ✓ Analisi inerente le specie algali utilizzate per la produzione di biofuels e biojetfuels e le relative soluzioni tecnologiche adottate, oggetto di ricerche ed investimenti negli ultimi anni.
- ✓ Valutazione delle maggiori criticità economiche ed ambientali che rendono i jetfuels derivati dalle microalghe poco competitivi rispetto ai prodotti di origine fossile.

Flusso logico analisi

Schema preliminare per l'analisi delle specie algali per la produzione di biofuels e prodotti



1 Selezione specie

Le specie selezionate e valutate per la produzione di biofuels appartengono alla categoria delle microalghe che possono accumulare dal 40 al 70% di olio rispetto al peso secco (Chisti 2007).

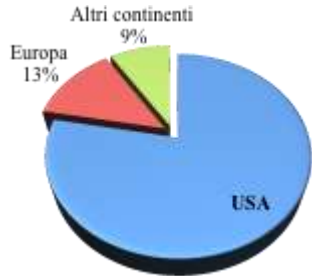
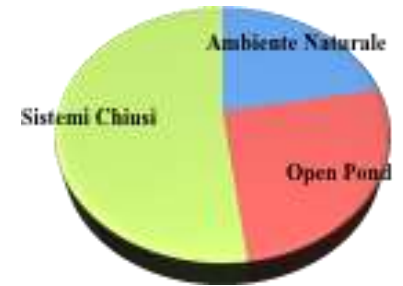
Le specie microalgali sono circa una ventina, appartenenti ai generi *Scenedesmus sp.*, *Chlamydomonas sp.*, *Chlorella sp.*, *Tetraselmis sp.*, *Porphyridium*, *Euglena*, e *Nannochloropsis sp.* e *Botryococcus braunii*

Metodi di coltivazione

2 Studio della tipologia di coltivazione a livello industriale

Sono state esaminate le aziende che, a livello mondiale, producono biofuels da microalghe evidenziando la tipologia di coltivazione (open ponds, ambiente naturale oppure i sistemi chiusi), e le loro strategie.

- Il 52% delle aziende produttrici di biofuels utilizza sistemi chiusi, cioè i fotobioreattori,
- il 26% coltiva in open ponds, laghetti o stagni artificiali
- il 22% in ambienti naturali (Slade & Bauen 2013)



- Il 78% delle aziende produttrici di biofuels si trova in USA,
- il 13% delle aziende si trova in Europa
- il 9% in altri continenti (Slade & Bauen 2013)

Slade, R., & Bauen, A. (2013). Micro-algae cultivation for biofuels: cost, energy balance, environmental impacts and future prospects. Biomass and bioenergy, 53, 29-38.

La produzione industriale

3

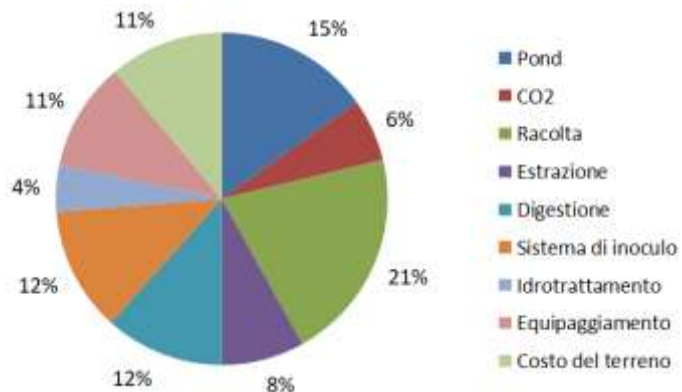
Produzione a livello industriale di biojetfuels da microalghe

A livello industriale, sono state identificate le aziende che producono biojetfuels dalle microalghe e le relative capacità produttive (Singh & Gu 2010).

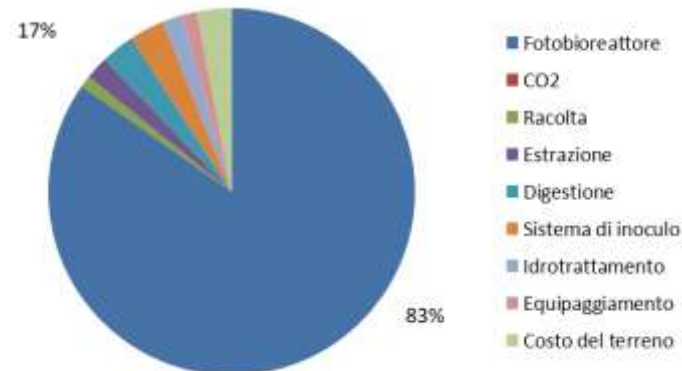
Azienda	Location	Capacità (GPY)	da
Algenol	Lee Country, Fla.	100,000	2012
Cellana (Shell – HR Biopetroleum)	Kona Pilot Facility (KPF), Kona, Hi.	-	2010
Culturing Solutions	Phyta-Pond Type II PhotoBioreactor, Tampa, Fla.	500,000	-
Inventure	Seattle, Wash.	-	-
Joule Biotechnologies	Leander, Texas	20,000	2010
Phycal	Honolulu, Hawaii	-	2010
Sapphire Energy	Columbus, N.M.	1,000,000	2007
Solazyme	Danville, Pa	-	2003

Singh, J., & Gu, S. (2010). Commercialization potential of microalgae for biofuels production. *Renewable and sustainable energy reviews*, 14(9), 2596-2610.

Confronto **open pond** e **fotobioreattori** per la produzione di bio-jetfuels.



% costi capitali per coltivazione in open pond



% costi capitali per coltivazione in fotobioreattore

Le maggiori criticità sono:

- produttività del sistema di coltivazione
- riduzione dei costi del sistema di coltivazione.

Vagliate e confrontate come possibili soluzioni a queste criticità.

Tipologia	Vantaggi	Svantaggi
Reattore a biofilm	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore produttività • Basso consumo energetico per la produzione, raccolta e dewatering 	<ul style="list-style-type: none"> • Carenza impianti pilota e su larga scala • Attività sperimentali di breve durata • Carente diffusione della luce e di CO₂
Reattore a membrana a biofilm	<ul style="list-style-type: none"> • Fase di raccolta migliorata • Potenziale applicazione come tecnologia di trattamento di un effluente secondario 	
Fotobioreattore a membrana	<ul style="list-style-type: none"> • Elevata concentrazione e produzione biomassa • Riduzione costi di raccolta • Riduzione costi reperimento di nutrienti e H₂O mediante l'utilizzo di acque reflue 	<ul style="list-style-type: none"> • Inibizione della crescita in acque reflue industriali cariche di inquinanti
Fotobioreattore off-shore	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore produttività della biomassa • Una buona produttività in termini di FAME • Riduzione dei costi per la miscelazione della coltura e per il controllo della temperatura mitigata dall'ambiente acquatico 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibili impatti ambientali • Difficoltà nel mantenere una produttività stabile della biomassa • Fouling

Conclusioni

Le matrici potenziali per la produzione di biocarburanti sono molte, la selezione ed il miglioramento genetico sono i due strumenti principali per ottenere varietà o tipi idonei ad un uso integrale della biomassa tale da abbatterne i costi;

L'uso dei residui è certamente una opportunità ma la logistica, la dimensione delle aziende agricole, gli usi alternativi degli stessi ed il costo rendono difficile disporre di grandi quantitativi concentrati in un areale limitato;

Nel contesto orografico, pedoclimatico e agricolo del nostro paese è necessario puntare ad un insieme di matrici prodotte e residuali piuttosto che ad una singola specie o tipo;

La produttività rimane un elemento chiave ma non può essere disgiunta dalla valutazione di altri fattori che determinano la convenienza agronomica ed economica per l'agricoltore ed influenzano il costo finale della materia prima.

Personale coinvolto e ringraziamenti

Task 2.1

Dott.ssa Paola Crinò
Dott.ssa Daniela Cuna
Dott.ssa Antonella Del Fiore
Dott.ssa Catia Stamigna
Dott.ssa Valentina Tolaini
Dott.ssa Patrizia De Rossi
Sig. Gianfranco Zingarelli
Dott. Nicola Colonna
Dott. Roberto Balducchi

Task 2.2

Dott.ssa Daniela Cuna
Dott. Nicola Colonna

Task 2.3

Ing. Antonio Molino

Le attività sono state svolte presso i Centri ricerca ENEA della Casaccia e di Brindisi dal personale della Divisione Biotecnologie ed Agroindustria

Si ringrazia l'ARSIAL per aver messo a disposizione i campi per le colture del carciofo e la South Hemp Tecno per aver fornito i semi delle varietà di Canapa utilizzati nelle prove.

Nicola Colonna, PhD
nicola.colonna@enea.it



Bioagro.sostenibilita.enea.it

Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali
Divisione Biotecnologie e Agroindustria
Centro Ricerche Casaccia
Via Anguillarese 301, Roma



Biomasse vegetali multigenerazione per la produzione di biocarburanti avio