

MI CROALGHE: fonte energetica del futuro ?

Ezio D'Addario, Federico Capuano
Eni Divisione Refining&Marketing
Centro Ricerche di Monterotondo, Roma

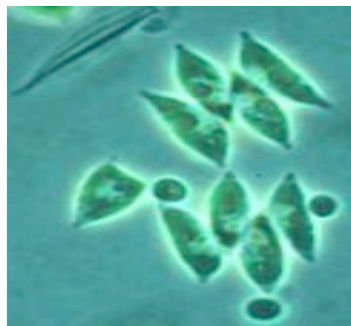
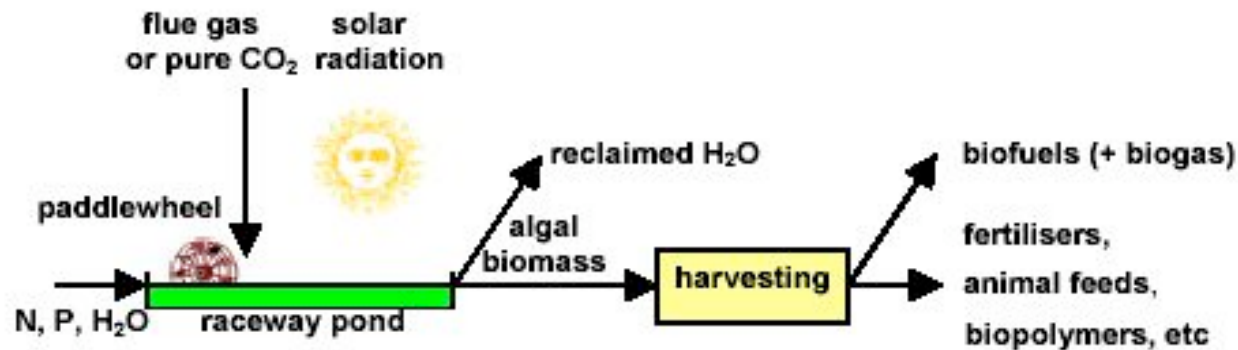
Convegno
Kyoto: clima, energia, economia
Gela
23-24 Aprile 2008

SOMMARIO

- Descrizione
- Microalghe oggi
 - Principali applicazioni
- Microalghe per produzioni energetiche
 - Potenziale
- Il progetto Eni
- Esigenze di ricerca
- Conclusioni

Microalghe

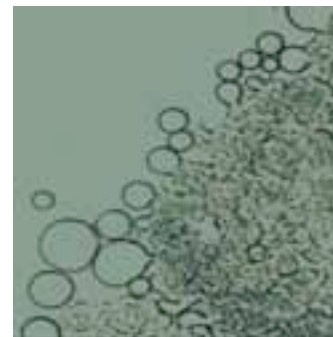
Organismi microscopici (10 - 40 micron) che vivono in sospensione acquosa e che sfruttano la reazione di fotosintesi clorofilliana



Scenedesmus



Spirulina



Botryococcus



Cyclotella

LO STATO ATTUALE

Settori di Mercato

- Additivi per alimenti (carotenoidi, ω 3 Acidi grassi poliinsaturi, etc.)
- Acquacultura
- Diagnostica (kits fluorescenti, composti marcati, enzimi di restrizione)

Prodotti di alto valore: centinaia USD/kg

SISTEMI di COLTIVAZIONE

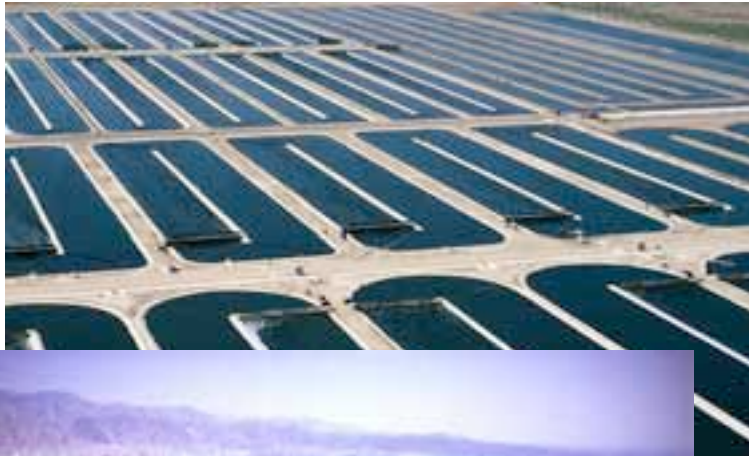
Nature Beta Technologies, Eilat, Israele

Open ponds 30-3000m², superficie 8 ettari



APPLICAZIONI CORRENTI SU LARGA SCALA

Produzione di additivi alimentari, prodotti farmaceutici, cosmetici



Mass culture of Microalgae (*Spirulina*) in open raceway, paddle wheel mixed ponds in California



Microalgae Ponds in Israel for beta-carotene production from *Dunaliella*



Cyanotech, Inc. , Hawaii USA
Produces *Spirulina* and
Haematococcus

IGV, Germania. Fotoreattori

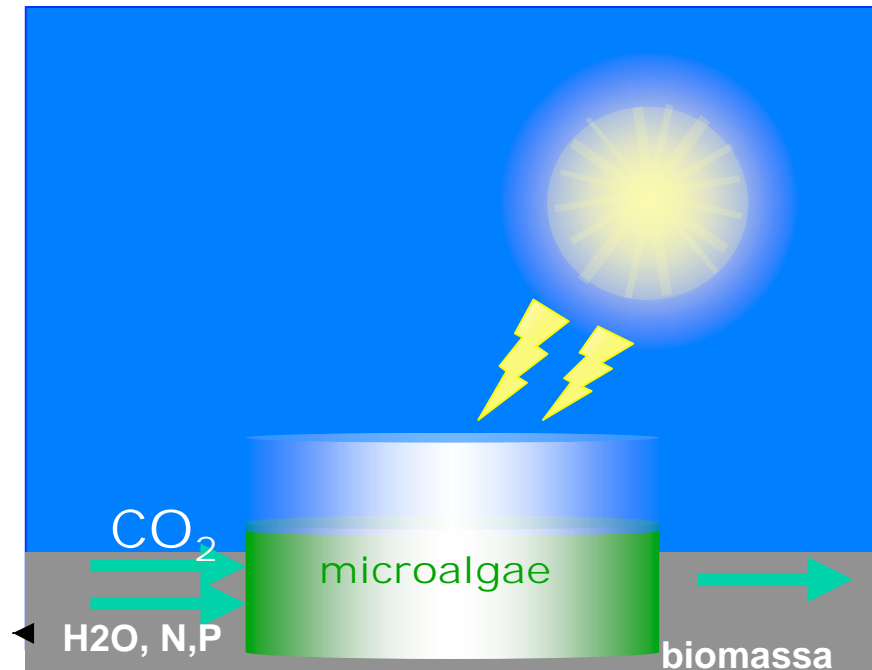


RICERCA SULLE MICROALGAE

Principali argomenti

- ✓ Biofertilizzanti
- ✓ Molecole Bioattive (biopesticidi, farmaceutici, biosensori, cosmetici)
- ✓ Trattamento reflui (nutrienti, metalli pesanti)
- ✓ Biofissazione CO₂
- ✓ Energia (biogas, biodiesel, idrogeno,..)

Biofissazione CO₂ con microalghe



Le microalghe convertono la CO₂ in biomassa sfruttando energia solare



Le microalghe possono:

- Immagazzinare carboidrati e lipidi
- Rimuovere N e P acque reflue

MI CROALGAE PER COLTIVAZIONI ENERGETICHE

Potenziale

- O Terreno agricolo non richiesto
- O Coltivazioni effettuabili con acqua di mare
- O Coltivazione in associazione con il trattamento delle acque reflue
- O Forte riduzione delle esigenze di terreno

Biofissazione CO₂ con microalghe

PRODUTTIVITA' DELLE FONTI VEGETALI

(ton/ettaro all'anno di olio)

Mais.....	0,15	
Soia.....	0,41	
Girasole.....	0,87	
Colza.....	1,08	
Palma.....	5,43	
Alghe.....	9,20 ¹	– 29,2 ²

1. *Minimo contenuto di olio sulla media annuale di Gela.*
2. *Resa estiva, massimo contenuto di olio
Valore massimo teorico: 97 t/ha/y*

Le microalghe presentano una produttività molto più elevata rispetto alle colture tradizionali

Progetto di Ricerca Eni

Obiettivo

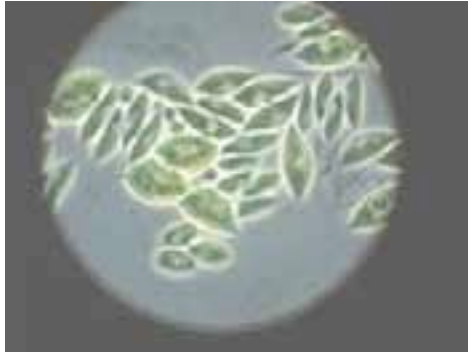
Sviluppare una tecnologia per l'abbattimento della CO₂ che consenta il passaggio dallo stato attuale del sistema di produzione delle microalghe (bassi quantitativi ad alto valore aggiunto) al sistema dei biocarburanti (alte quantità, basso costo unitario).

Principali tematiche R&D

- o Sviluppo di sistemi di coltivazione a basso costo, alta efficienza e alta stabilità
- o Utilizzo della CO₂ prodotta in raffineria
- o Utilizzo delle acque reflue per la coltivazione
- o Sviluppo di processi per l'estrazione e separazione dell'olio
- o Identificazione di tecnologie per la conversione dei sottoprodotti in vettori energetici (pirolisi, biometanazione, ecc.)

SISTEMI DI COLTIVAZIONE DELLE MICROALGAE

Centro Ricerche di Monterotondo



Identificazione / Isolamento ceppi

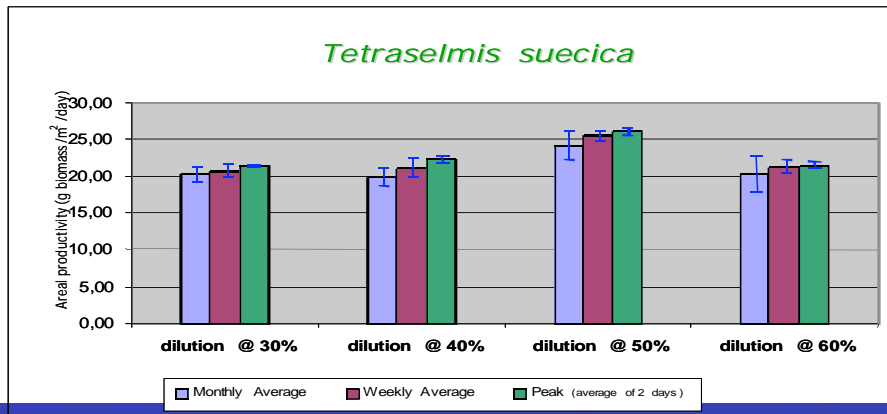
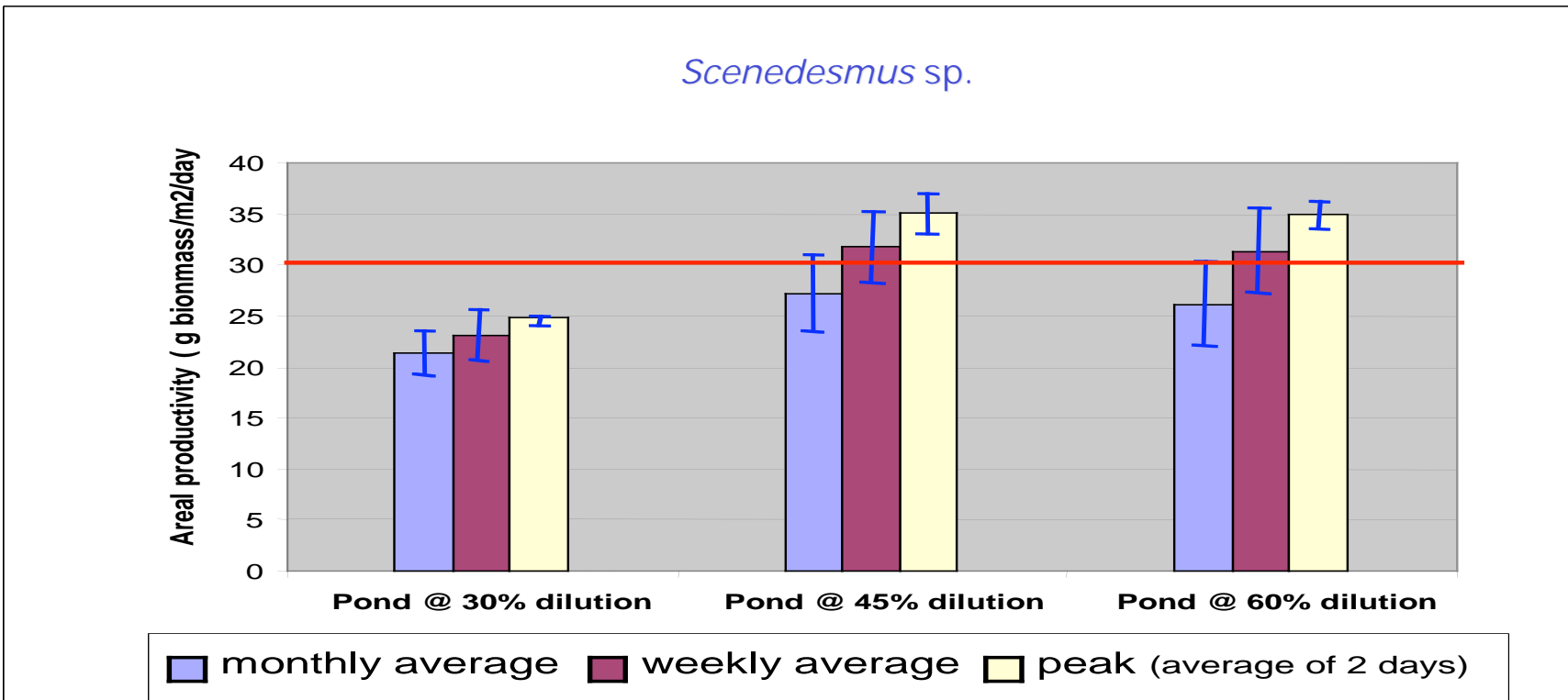


Crescita in camera climatica

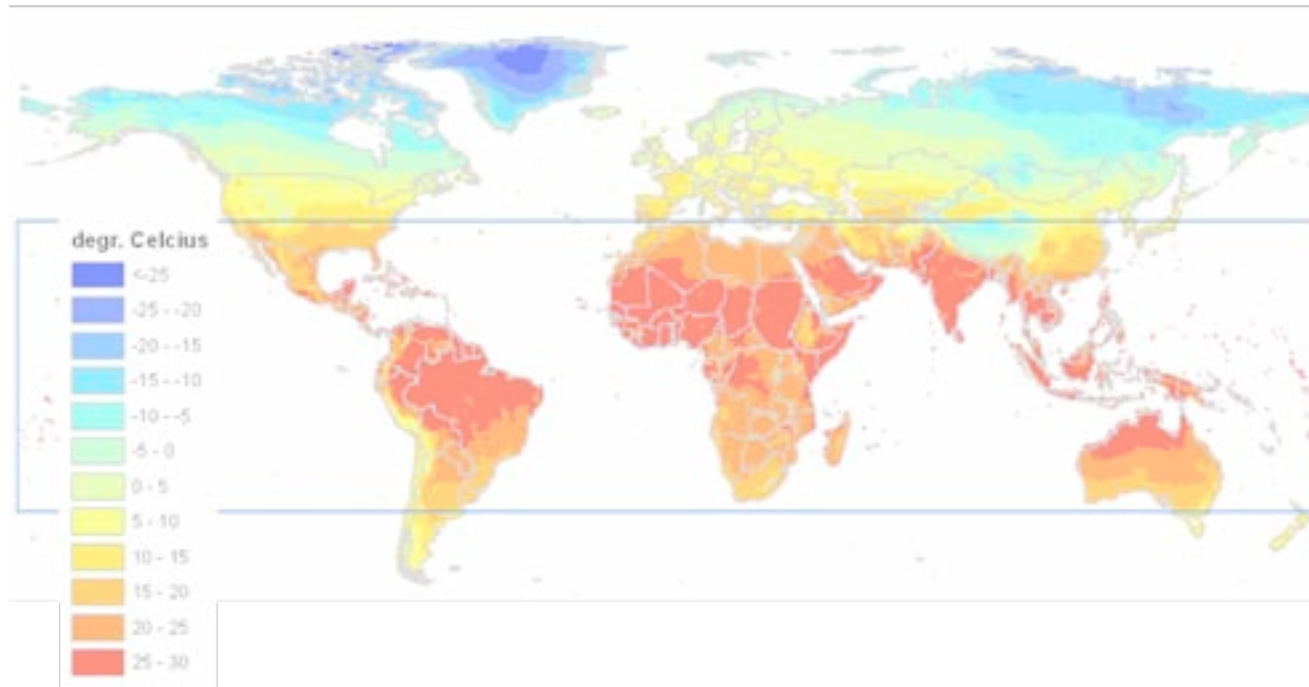


Coltivazione in Roux alla luce artificiale e naturale

TEST di PRODUTTIVITA' - EFFETTO DELLA VELOCITA' DI DILUIZIONE



Perchè Gela?



Le regioni più adatte per la coltivazione delle microalghe hanno una temperatura media annuale > 15 °C

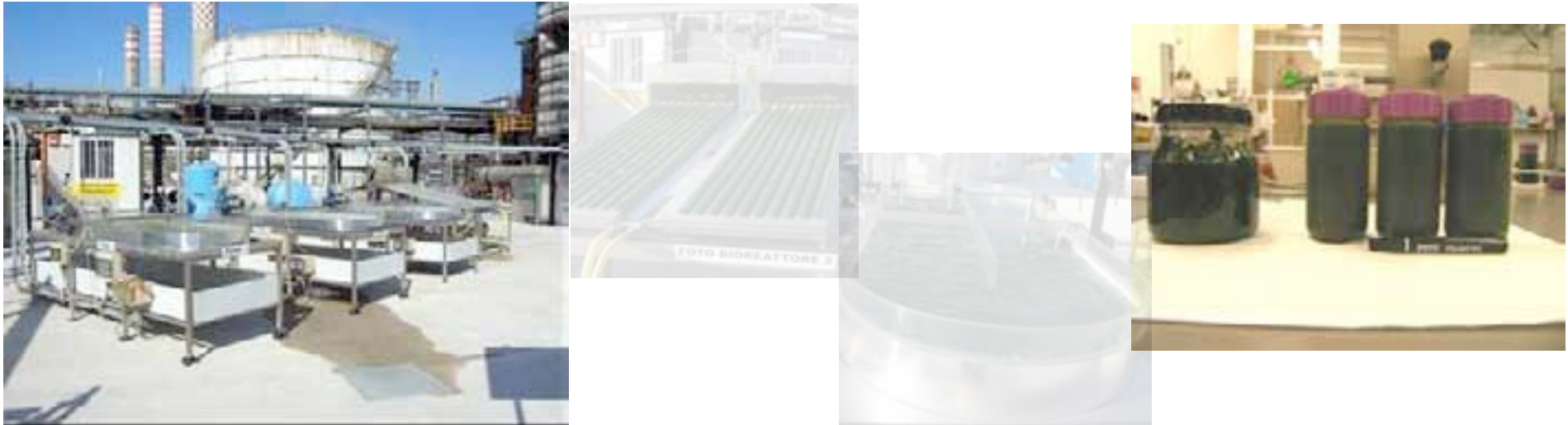
Perché Gela

- Disponibilità di CO₂ in forma concentrata dagli impianti di raffineria
- Disponibilità di acqua (*acque di scarico industriale ad alto contenuto di azoto, acqua marina*)
- Disponibilità di terreno
- Disponibilità di energia termica



Coltivazione microalghe

Impianto bench Gela



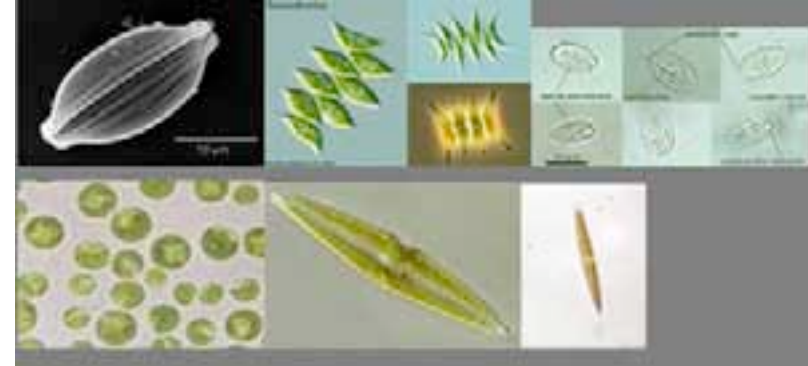
- o La CO₂ dall'impianto Texaco è utilizzabile per la crescita algale (*Scenedesmus sp.*).
- o L'acqua pre-trattata prelevata a valle del percolatore integrata con i nutrienti tipici è compatibile con la crescita algale.
- o È stata ottenuta una produttività significativa anche nel mese di dicembre. Produttività media ponds ottobre-novembre 11g/m² giorno (40 t/ha, anno); produttività dicembre 8 g/m² giorno (30 t/ha, anno)

BREVETTI

"Acque di scarico industriali per la coltivazione di microalghe", n. MI
007A 001278

"Processo per la produzione di biomassa algale ad alto contenuto
lipidico", n. MI 2007A 002343

Attività Genetiche/Biotecnologiche



Monitoraggio quantitativo per via genetica

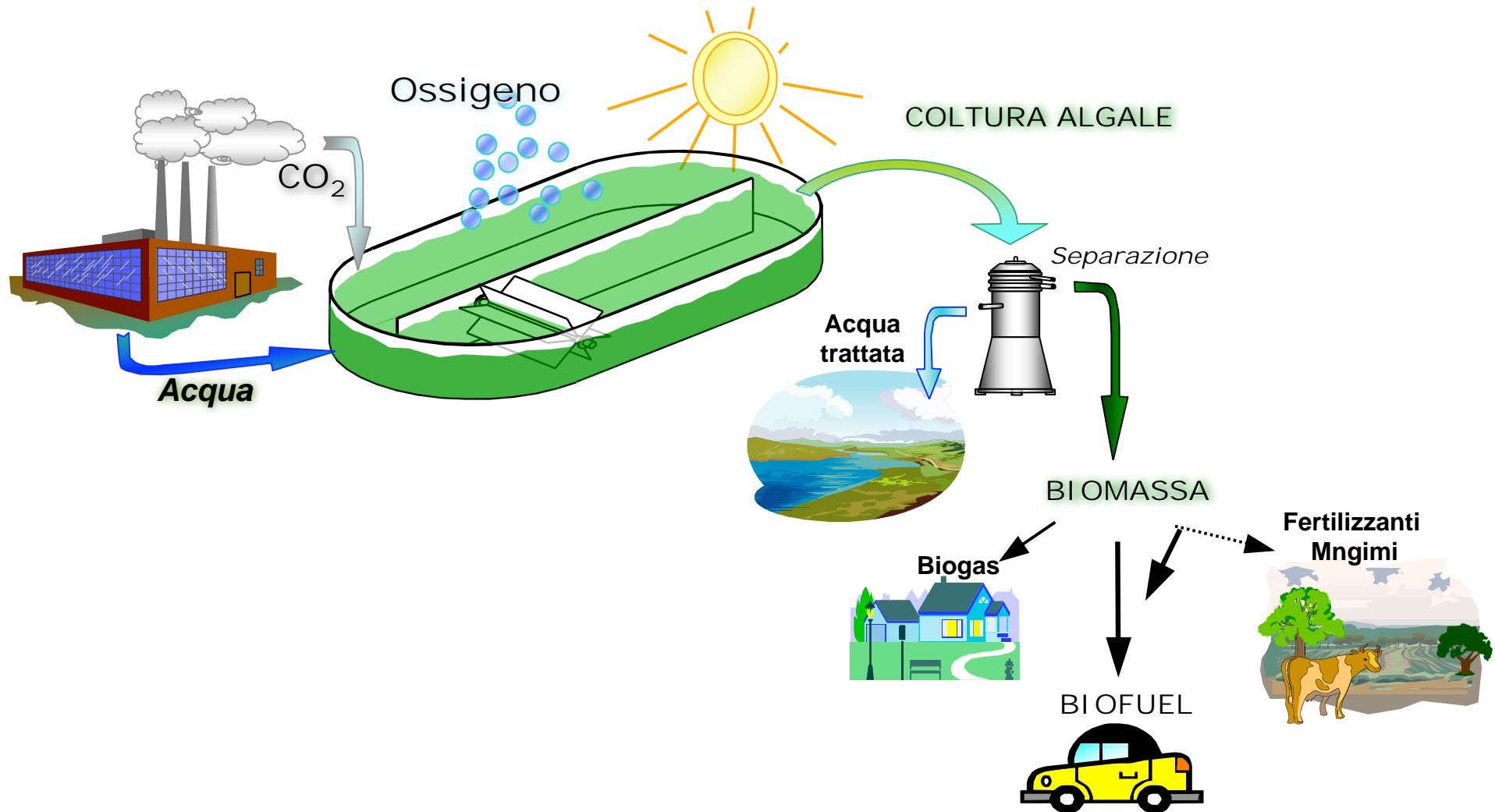
Sviluppata tecnica quantitativa specifica (qPCR) per le due specie più interessanti, in sviluppo un metodo 'da campo' dalla coltura alla quantificazione.

Isolamento e Classificazione specie autoctone (18 ceppi)

Identificata nuova specie

Fermentazione biobutanolo

Utilizzo estratti di *Scenedesmus* come fonte nutrienti per produzione fermentativa biobutanolo



CAMPIONI DI PRODOTTI



Miscela alge-solvente
Residuo dopo estrazione



Estratto Grezzo

Esterificato

Purificato

Caratterizzazione estratti

Principali molecole (GC MS): Acidi grassi liberi (C16), Clorofilla a

Sostanza	Estratto in ottano	Estratto in xilene
Carbonio, %	76,7	75,0
Idrogeno, %	11,6	10,4
Zolfo, %	0	0
Ossigeno, %	11,7	14,6
Fosforo, mg/kg	150	220
Magnesio, mg/kg	8	14
Clorofilla a, % *	4,8	6,4
Clorofilla b, % *	trascurabile	trascurabile

* Mg/Chl a 2,7 %

Scale-up del Progetto

Impianto pilota



Modulo 1



Modulo 2



Modulo 3



Fotobioreattori	
Dimensioni	20 m ²
Numero	3
Open pond	
Dimensioni	50 m ²
Numero	4

Fotobioreattori	
Dimensioni	20 m ²
Numero	12
Open pond	
Dimensioni	200 m ²
Numero	4

Fotobioreattori	
Dimensioni	20 m ²
Numero	60
Open pond	
Dimensioni	2000/1000 m ²
Numero	3

Tematiche di R&S

- o Coltivazione microalghe
- o Raccolta biomassa
- o Estrazione/Caratterizzazione lipidi
- o Valorizzazione sottoprodotti
- o Caratterizzazione nuovi isolati/Genetica
- o Consulenze/Networking: Università Firenze e Urbino, Dr. Benemann Berkeley, USA
- o Engineering/Procurement/Construction

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- ✓ Isolate e classificate specie autoctone di microalghe (area Raffineria di Gela)
- ✓ Individuati sistemi per la coltivazione dei nuovi isolati e la completa conversione in vettori energetici liquidi e gassosi della biomassa prodotta
- ✓ Provati su scala bench, presso la Raffineria di Gela, i sistemi di coltivazione e su scala di laboratorio i processi di conversione energetica della biomassa prodotta
- ✓ Eseguita la progettazione dell'impianto sperimentale di coltivazione, separazione e raccolta della biomassa da costruire presso la Raffineria di Gela (scala un ettaro su più moduli scaglionati nel tempo)
- ✓ Ricerche in corso per definire l'intero processo nell'ottica della messa a punto del know how industriale