



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

# Opportunità e ostacoli per lo sviluppo industriale di tecnologie basate sulle microalghe

*Algae Event: Prospettive di produzione e utilizzo delle alghe*  
Rimini, 7 Novembre 2017

**ECOMONDO**  
the green technologies expo

Fabrizio Bezzo

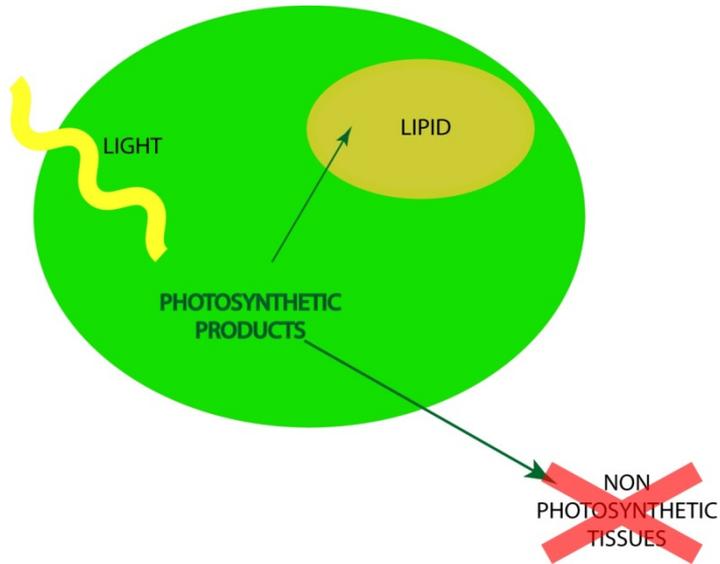
PAR-Lab (Padova Algae Research Laboratory)  
& CAPE-Lab (Computer-Aided Process Engineering Laboratory)  
Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Università degli Studi di Padova

Padova Algae Research Laboratory



# Opportunità

## Alcune evidenze



- ▶ La cellula è **tutta fotosinteticamente attiva**
  - ▶ Produttività per ettaro molto elevate (potenziale >100 ton/ha/anno)
- ▶ **Alto contenuto in lipidi: 30-70%**
  - ▶ **Prodotti ad alto valore aggiunto** (carotenoidi, etc.)
- ▶ Potenzialmente **nessuna necessità di terreni agricoli**
- ▶ Potenzialmente **nessun utilizzo di acqua dolce**



# Opportunità

Vasto mercato di interesse

---

- ▶ Opportunità in campo **energetico**
  - ▶ Carburanti liquidi (biodiesel, jetfuels)
  - ▶ Carburanti gassosi (biogas)



# Opportunità

Vasto mercato di interesse

---

- ▶ Opportunità in campo **alimentare**
  - ▶ Coltivazione di specie a diretto uso alimentare
    - ▶ Inclusa alimentazione animale (ad esempio, piscicoltura)
  - ▶ Produzione di additivi di interesse nutraceutico



# Opportunità

Vasto mercato di interesse

---

- ▶ Opportunità in campo **chimico/farmaceutico**
  - ▶ Estrazione diretta di prodotti chimici di interesse
  - ▶ Trasformazione di trigliceridi, etc. (bioraffineria)



# Opportunità

Vasto mercato di interesse

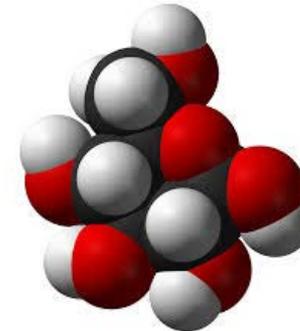
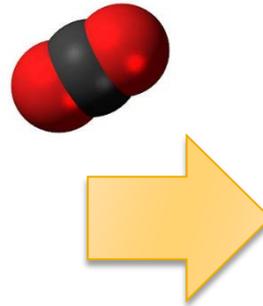
---

- ▶ Opportunità in campo **ambientale**
  - ▶ Trattamento acque reflue
  - ▶ Cattura CO<sub>2</sub>



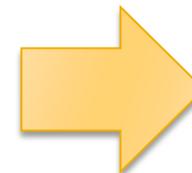
# Tuttavia...

Qualche cenno sulla produttività



*In teoria*

Conversione teorica luce **~13%**



*In pratica*

**1-3%**

Produzione teorica **>300 ton/ha/anno**



**40-70 ton/ha/anno**

# Perché?

L'evoluzione non è un accidente

---

Ambienti naturali



**VS.**

Ambienti artificiali



# Un sistema complesso

... e complessità costa

---



Produttività simile: quale costa di più?



# Un problemi di costi

... e quindi una necessità di ricavi

---

- ▶ Immaginare **oggi** costi di produzione paragonabili a processi di trasformazione di fonti fossili (nel caso di utilizzo energetico) o a produzioni agricole in campo aperto è probabilmente molto **poco realistico**
- ▶ Le opportunità di business sono quindi ristrette all'utilizzo delle microalghe per produzioni ad **alto valore aggiunto**
  - ▶ Unica parziale eccezione il trattamento reflui



# Che fare?

Una serie di sfide

---

- ▶ Ottimizzare progettazione e gestione dei **processi**
- ▶ Accelerare **evoluzione** delle specie
- ▶ **Nuove alghe** per produzioni ad alto valore aggiunto



# Che fare?

## La progettazione

---

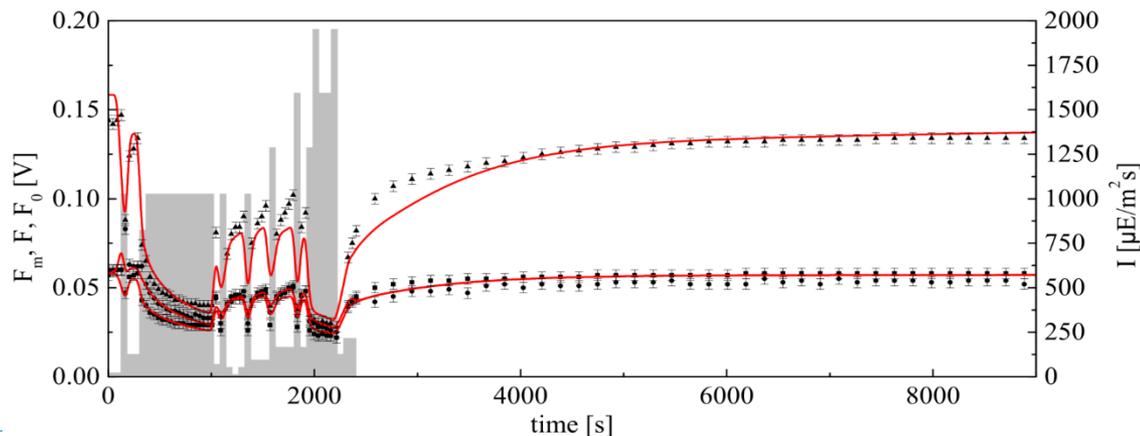
- ▶ Approccio alla progettazione è ancora molto basato su **esperienza** e su miglioramenti per tentativi
- ▶ Inoltre, molta attenzione è stata data a incremento **produttività** più che a **diminuzione dei costi**



# Che fare?

## La progettazione

- ▶ Necessario **approccio quantitativo** simile a molti settore dell'ingegneria di processo
  - ▶ Coltivare alghe è un processo industriale
- ▶ Serve maggiore comprensione e quantificazione di tutti i meccanismi legati a fotosintesi e metabolismo
  - ▶ Comprensione degli effetti sinergici o antagonisti dei parametri produttivi (luce, temperatura, nutrienti)



# Che fare?

## La progettazione

---

- ▶ Agire su **sorgenti di costo**
  - ▶ Riduzione della complessità impiantistica
  - ▶ Ottimizzazione della produzione fotosintetica
  - ▶ Ottimizzazione delle spese energetiche
  - ▶ Ottimizzazione consumo nutrienti



# Che fare?

## La progettazione

- NUTRIENTS**

1 ton of biomassa algale richiede:

- **60-90** kg of **N**

- **3-15** kg of **P**

Recuperare nutrienti da  
**acque reflue**

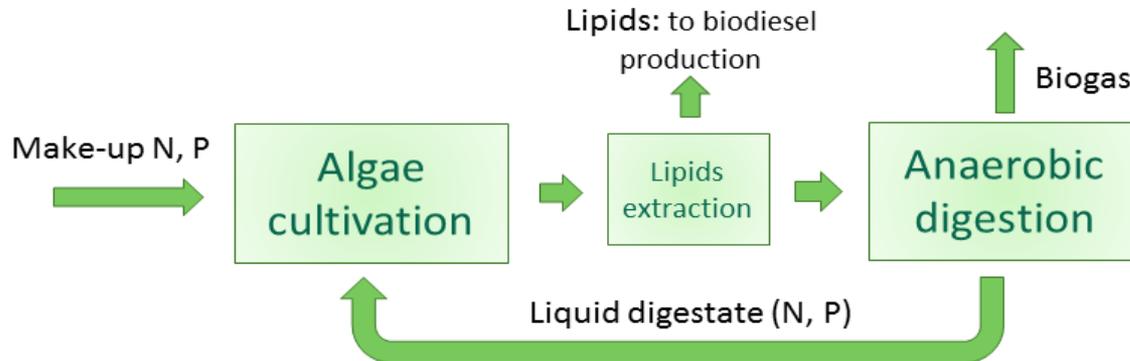
**Recuperare e riciclare**  
nutrienti (inclusi quelli nella  
biomassa residua)



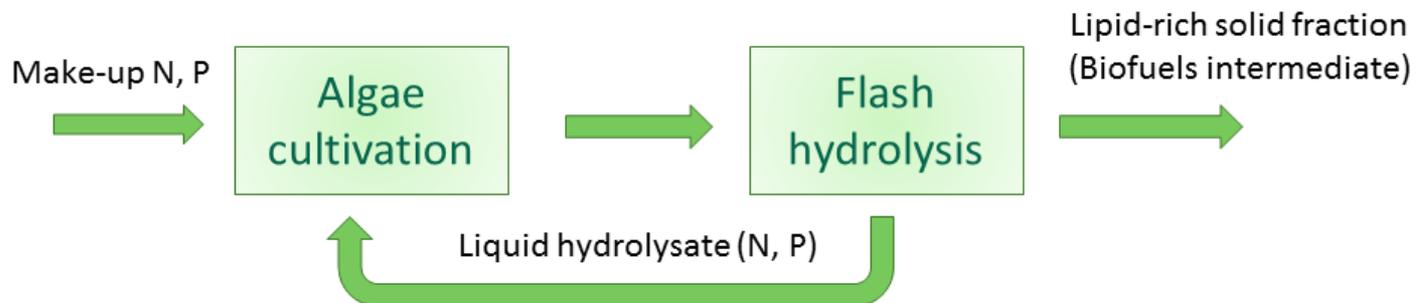
# Che fare?

## La progettazione

### ➔ **Trattamenti biologici:** Digestione anaerobica della biomassa residua

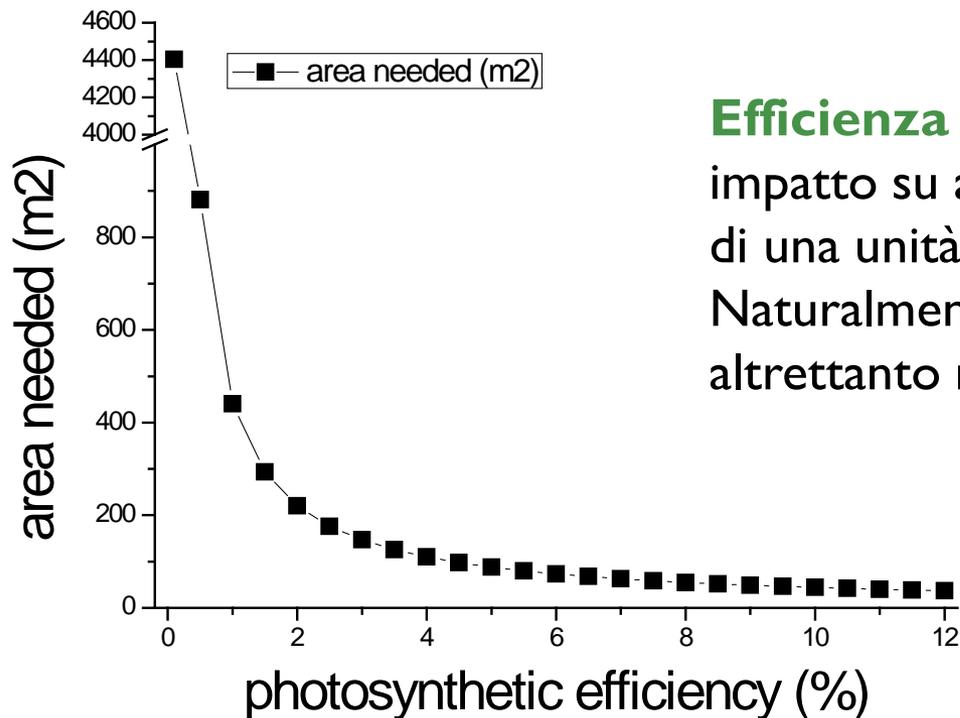


### ➔ **Trattamenti termici:** Idrolisi flash di biomassa umida a elevate T e P



# Che fare?

## La selezione genetica



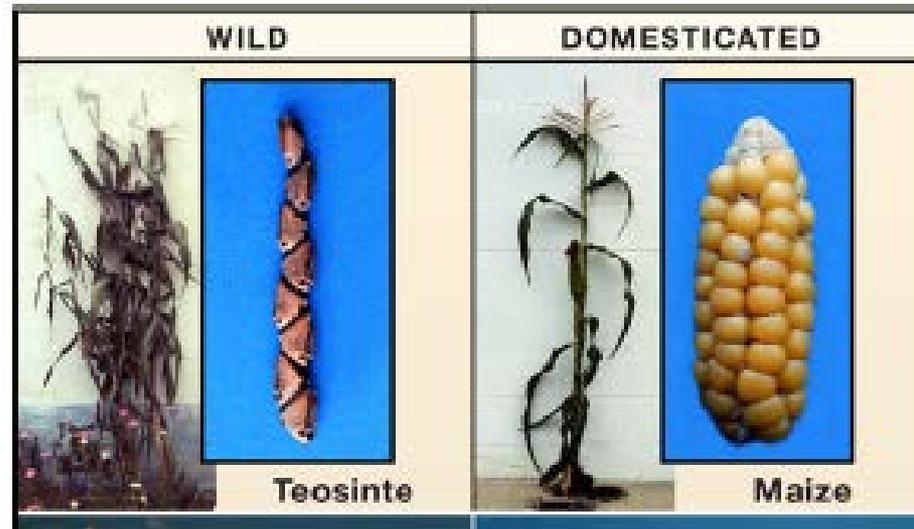
**Efficienza fotosintetica** ha enorme impatto su area necessaria per la produzione di una unità di biomassa. Naturalmente questo ha un impatto altrettanto rilevante sui costi di produzione.

# Che fare?

## La selezione genetica

---

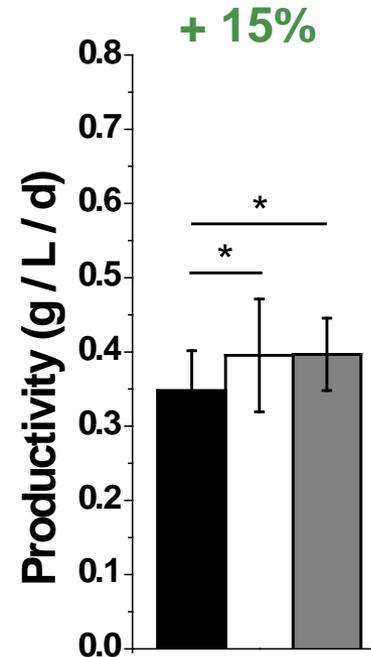
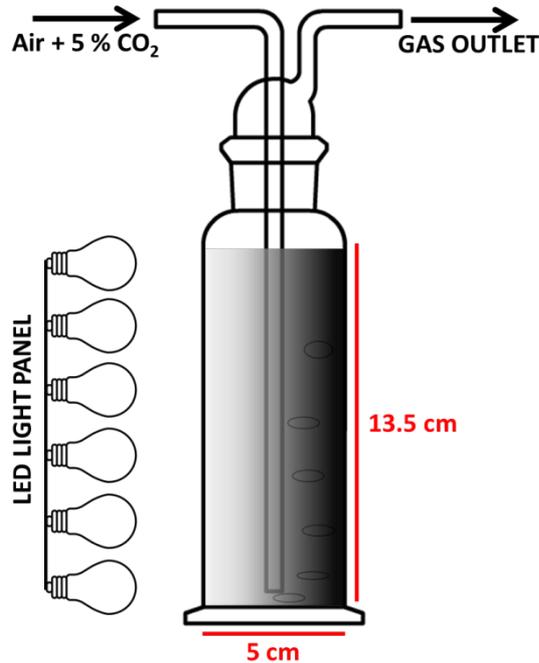
**Accelerare selezione e miglioramenti genetici** che agricoltura ha compiuto in migliaia di anni



# Che fare?

## La selezione genetica

Selezionare mutanti ad alta produttività

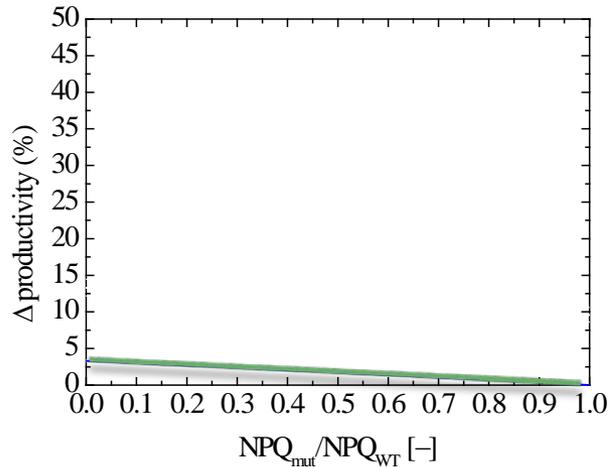


# Che fare?

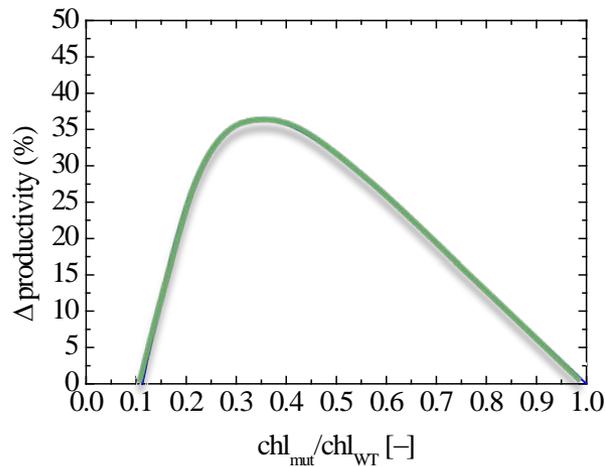
## La selezione genetica

Comprendere quali **caratteristiche genetiche** hanno maggiore **impatto su produttività**

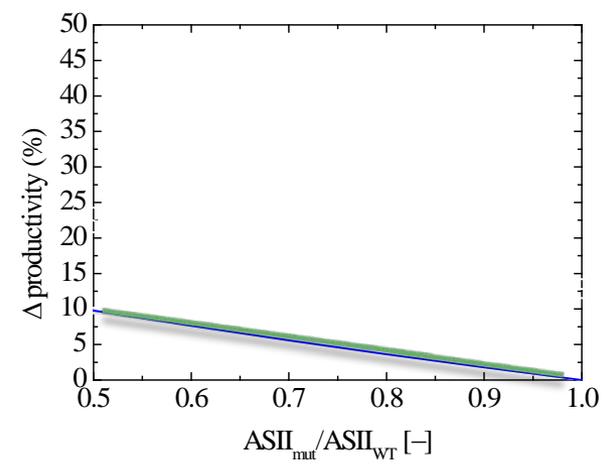
Reduction of NPQ



Chl reduction



Reduction of antenna size

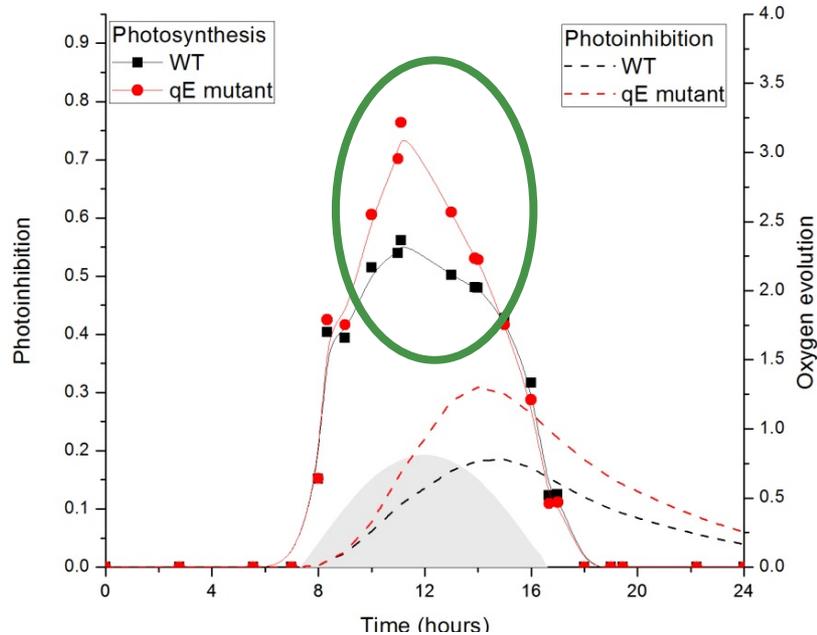


# Che fare?

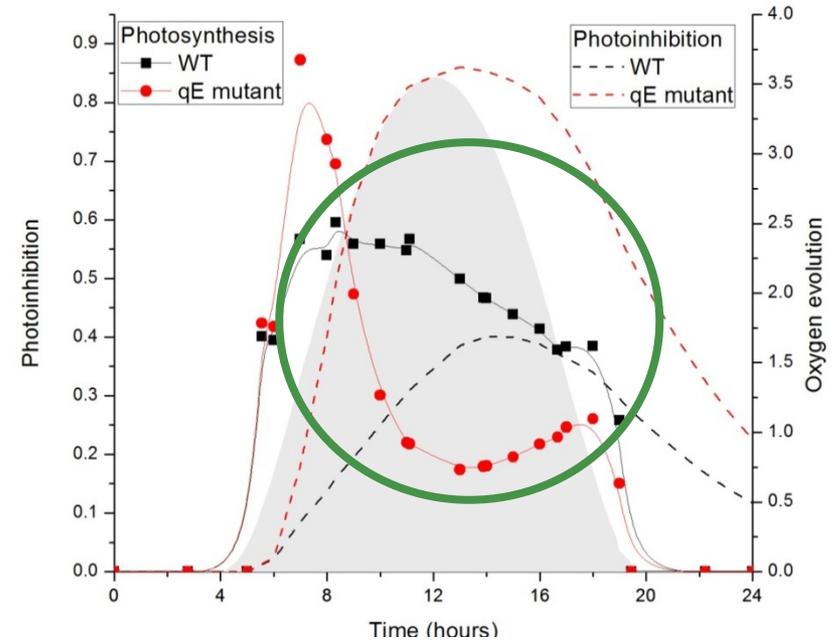
## La selezione genetica

Quali alghe per quali condizioni climatiche?

Elevata produttività a gennaio



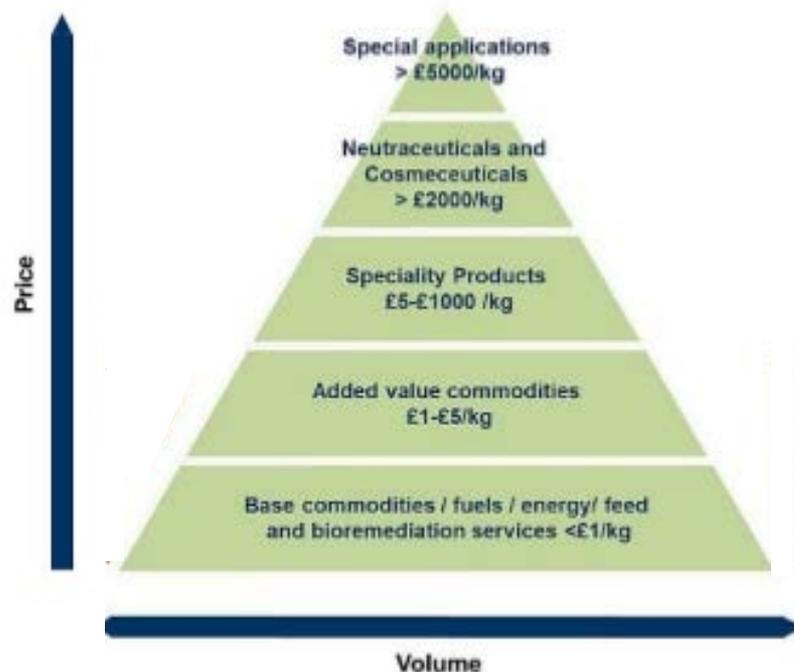
Elevata produttività a luglio



# Che fare?

## Nuove alghe e nuovi prodotti

- ▶ Solo poche alghe sono state commercialmente sfruttate
  - ▶ Enorme **potenziale ancora da scoprire**
- ▶ ... ma attenzione ad aspetti regolatori!



# Conclusioni

## e prospettive future

---

- ▶ Le **opportunità** commerciali per lo sfruttamento delle microalghe sono **molto promettenti**
- ▶ Applicazioni in **settori ad alto valore aggiunto**, dove profitto è possibile, si stanno sostituendo all'iniziale visione di impatto delle microalghe sul mercato energetico
  - ▶ È prematuro escludere alghe per utilizzo energetico, ma non è un business conveniente oggi
- ▶ **Costo di produzione** è ancora parametro fondamentale
  - ▶ Necessaria ottimizzazione a livello di ingegneria di processo
  - ▶ Necessaria selezione di specie adatte a coltivazione in ambiente industriale



# Grazie per l'attenzione

---



[www.parlab.biologia.unipd.it](http://www.parlab.biologia.unipd.it)

