

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale***  
***«Coltivazione autotrofica e mixotrofica di Haematococcus  
pluvialis: esperimenti in batch e in continuo»***

Tutor universitario: Prof. Eleonora Sforza

Laureando: *Emma Ramigni*

Padova, 05/07/2023

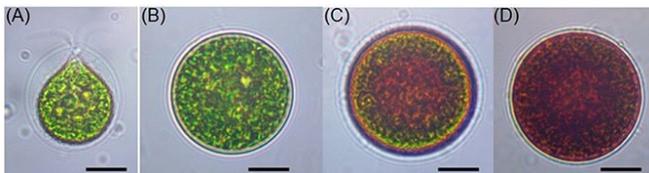
# **HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS: UNA MICROALGA DAL COMPLESSO CICLO VITALE**

Produzione di **astaxantina** fino al 5% della biomassa



$\beta$ -carotenoide dalle proprietà antiossidanti

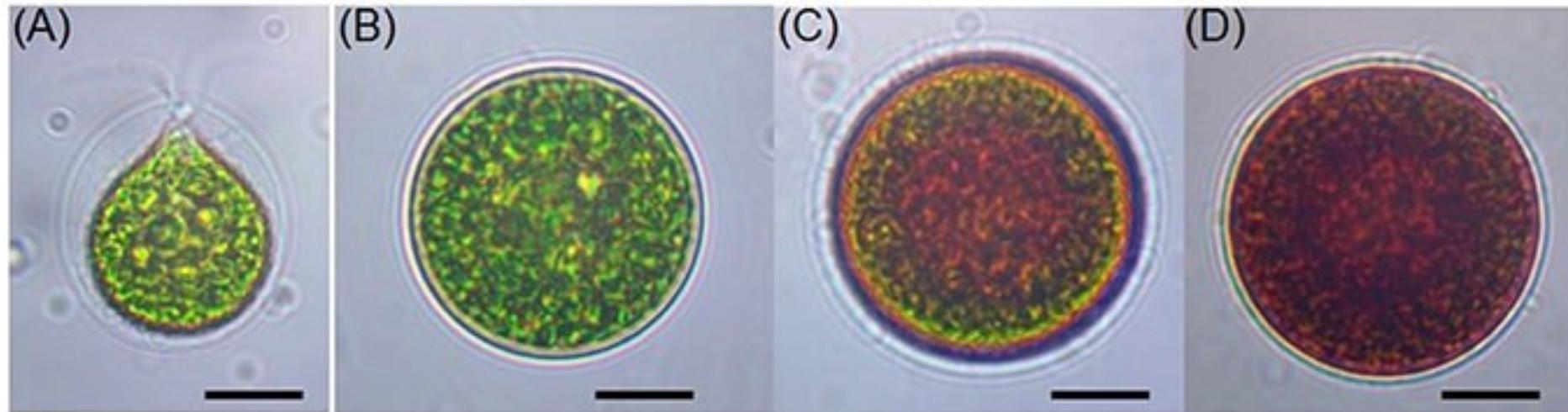
Complesso ciclo vitale



Two – step system  
Sistema utilizzato a livello  
industriale

**A) Fase vegetativa:**

- Cellule motili
- Dimensioni ridotte
- In grado di riprodursi per mitosi



**B) Fase intermedia:**

- Cellule ferme
- Dimensioni sferiche
- Colore verde acceso
- In grado di riprodursi per mitosi

**D) Fase finale:**

- Cellule ferme
- Dimensioni sferiche
- Colore rosso

A livello industriale viene sfruttato il

# two - step system

## PRIMA FASE

**Fase verde:** favorire la crescita di biomassa garantendo condizioni favorevoli  
(abbondanza di nutrienti, luce e temperatura adeguate)

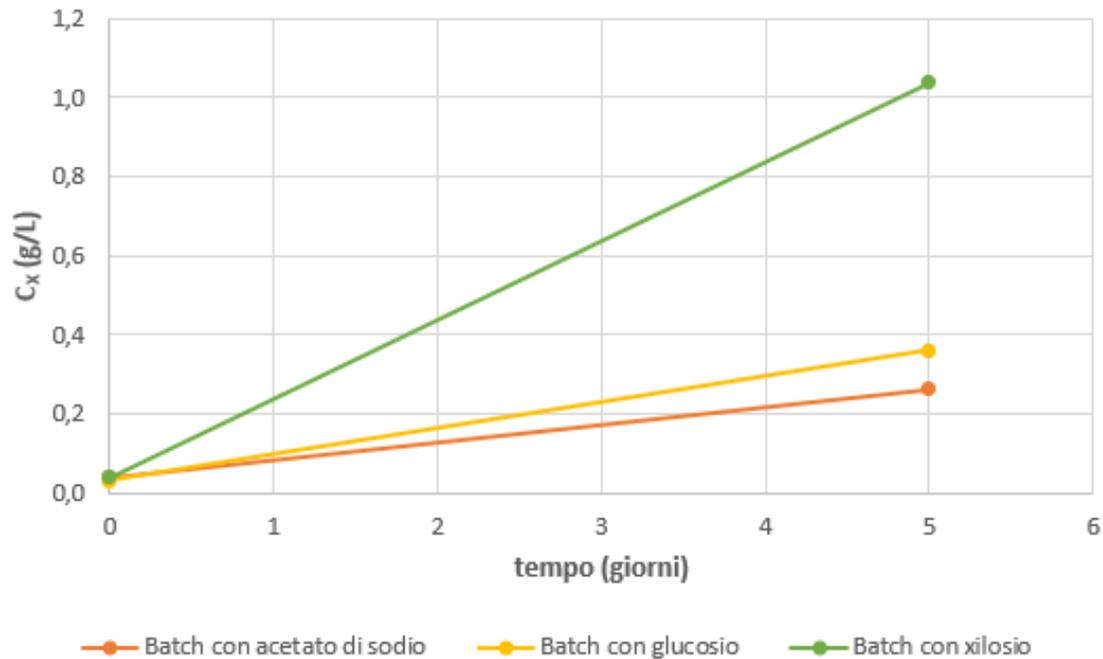
## SECONDA FASE

**Fase rossa:** indurre la sintesi e l'accumulo intracellulare di astaxantina tramite condizioni sfavorevoli  
(assenza di azoto o eccessiva intensità luminosa)

- **Caratterizzazione** della fase vegetativa della **crescita** della specie *H. pluvialis* studiando l'**influenza** di alcune **variabili di processo** sulla crescita stessa e se è possibile **migliorare** il processo lavorando su di esse
- Analizzare la **produttività** del sistema in **continuo** confrontandola con quella del sistema in **batch**

- È possibile aumentare la velocità di crescita e raggiungere concentrazioni più elevate?

- Qual è il substrato ottimale da sfruttare come fonte di carbonio organico per *H. pluvialis*?



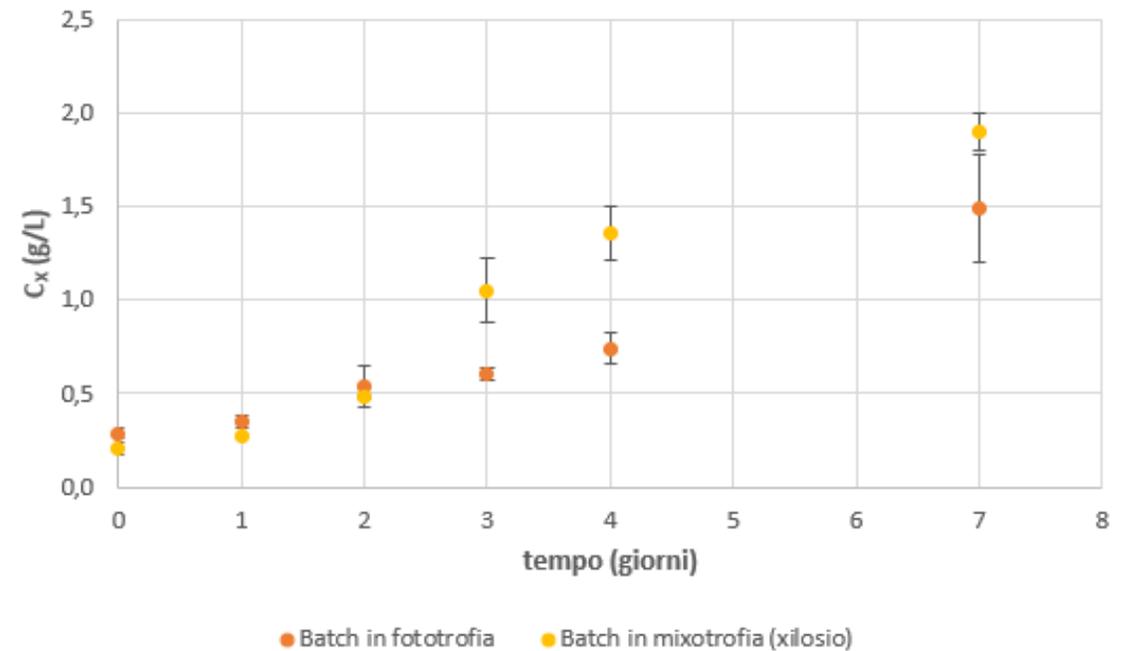
Fonte di carbonio organico	$\mu_{\max}$ (d <sup>-1</sup> )
acetato di sodio	0.38
glucosio	0.41
xilosio	0.66

- Qual è il substrato ottimale da sfruttare come fonte di carbonio organico per *H. pluvialis*?

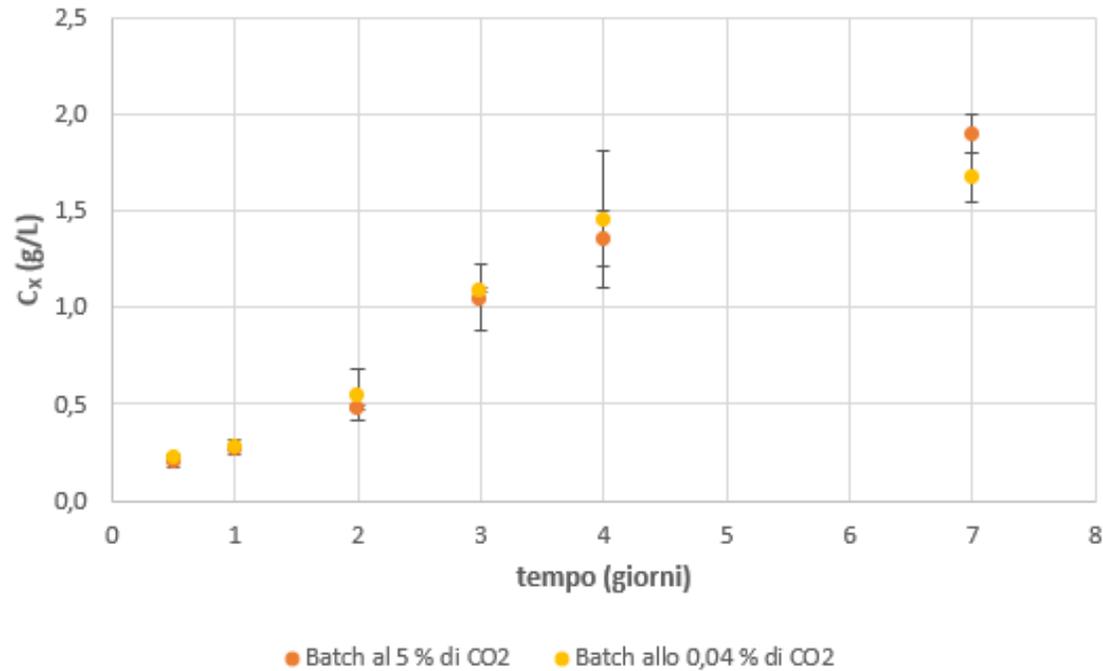
✓ xilosio

Tipologia di coltivazione	$\mu_{\max}$ (d <sup>-1</sup> )
fototrofia	0.22 ± 0.01
mixotrofia con xilosio	0.31 ± 0.03

- Confronto tra le curve di crescita in condizioni fototrofiche e mixotrofiche



- È possibile aumentare la velocità di crescita e raggiungere concentrazioni più elevate?
- ✓ Tramite la coltivazione mixotrofica con xilosio
  
- Che influenza ha la concentrazione di carbonio inorganico in coltivazioni mixotrofiche?

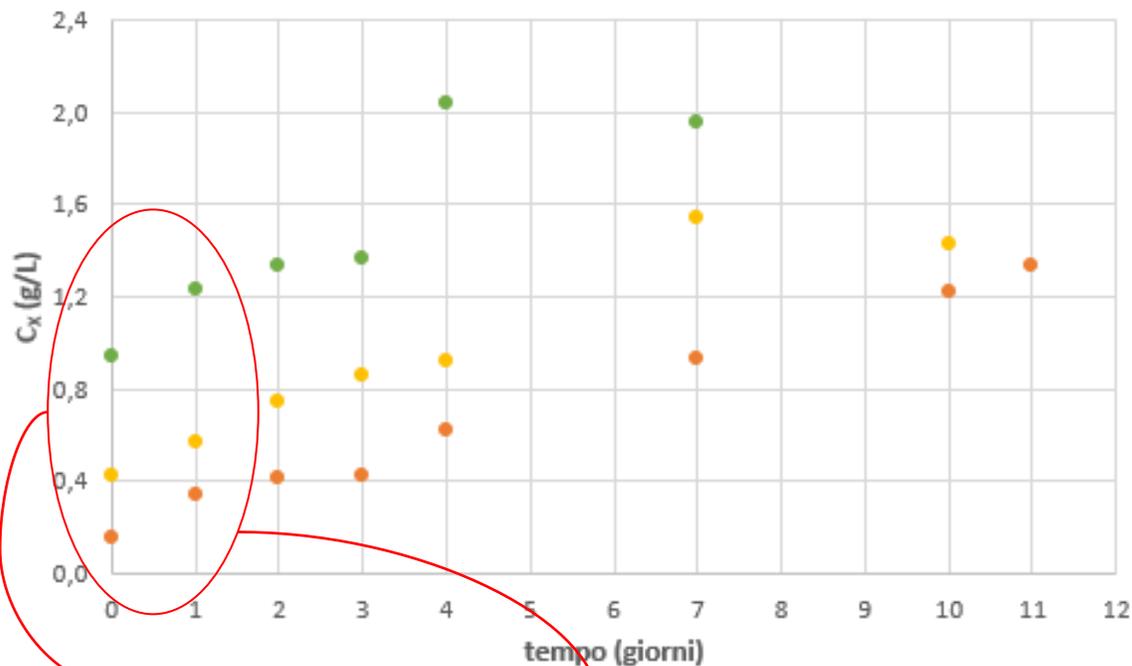


% di CO <sub>2</sub>	$\mu_{\max}$ (d <sup>-1</sup> )
0,04%	0.56 ± 0.04
5%	0.56 ± 0.05

**Non** risentono della diversa concentrazione di carbonio inorganico

 Non richiede input di CO<sub>2</sub>

- È possibile aumentare la velocità di crescita e raggiungere concentrazioni più elevate?
  - ✓ Tramite la coltivazione mixotrofica con xilosio
- Qual è l'effetto dell'intensità luminosa in coltivazioni fototrofiche?
- Che influenza ha la concentrazione di carbonio inorganico in coltivazioni mixotrofiche?
  - ✓ Non ha alcuna influenza



Concentrazione iniziale di biomassa (g/L)	$\mu_{\max}$ (d <sup>-1</sup> )
0.16	0.16 ± 0.01
0.43	0.17 ± 0.02
0.95	0.18 ± 0.02

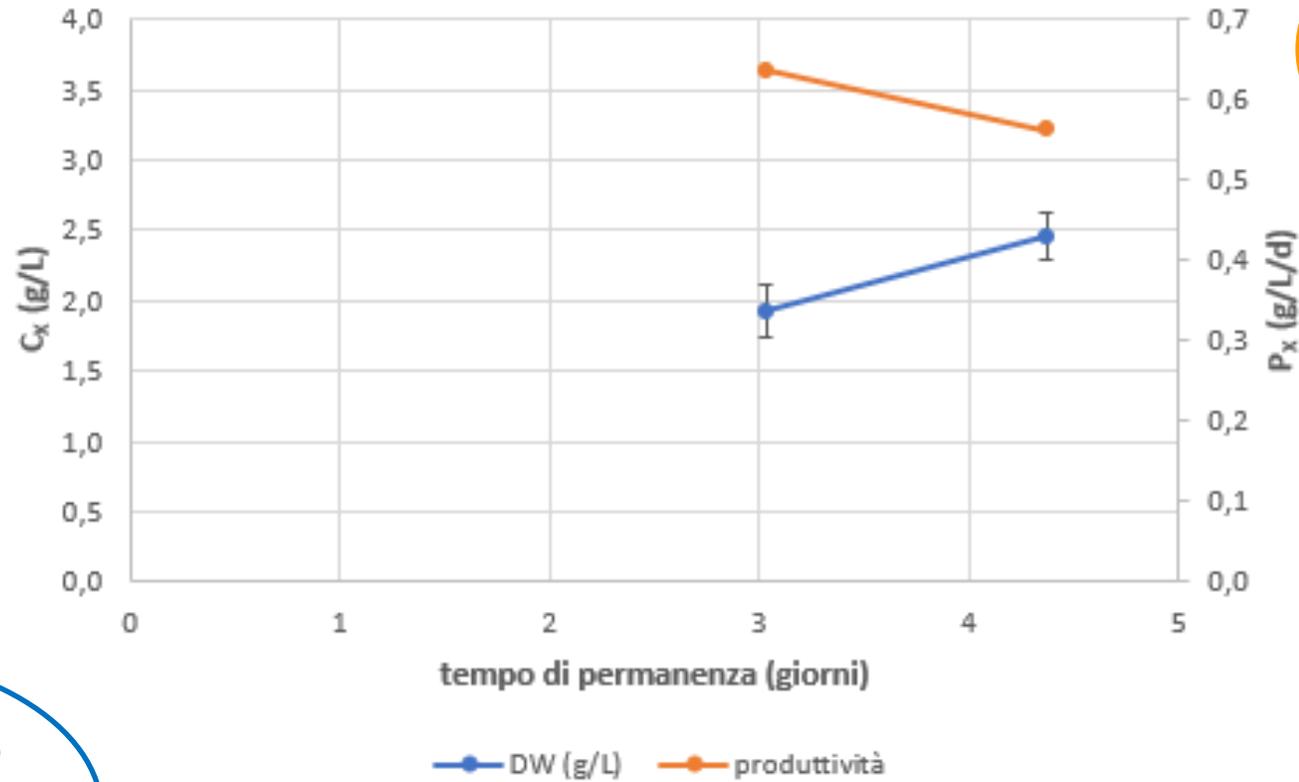
Assenza totale o parziale di fase latente prima dell'entrata in fase esponenziale

Dovuto alla biomassa usata per la preparazione del batch



Conveniente aggiungere una fase preliminare alla fase verde del *two-step system*

- È possibile aumentare la velocità di crescita e raggiungere concentrazioni più elevate?
  - ✓ Tramite la coltivazione mixotrofica con xilosio
- Che influenza ha la concentrazione di carbonio inorganico in coltivazioni mixotrofiche?
  - ✓ Non ha alcuna influenza
- Qual è l'effetto dell'intensità luminosa in coltivazioni fototrofiche?
  - ✓ Leggero nella velocità di crescita mentre dilata i tempi nella concentrazione cellulare
- In quanto a produttività di biomassa e di astaxantina è migliore il sistema batch o quello in continuo?



**Produttività  
ottimale per:  
 $\tau < 4$**

**Concentrazione  
cellulare maggiore  
nel  $\tau$  maggiore**

Coltivazione	Produttività di biomassa (g/L/d)	Produttività di astaxantina (mg/L/d)
Batch in fototrofia	0.18	9
Batch in fototrofia con partenza da mixotrofia a $C_{X,in}$ pari a 0.95	0.27	13.6
Continuo a $\tau$ pari a 3.03	0.62	5



Usare il sistema in continuo per produrre grandi quantità di biomassa e successivamente indurre la sintesi di astaxantina in diversi lotti di raccolta

Dati ottenuti considerando una concentrazione di astaxantina in batch pari al 5% e in continuo pari allo 0.8%

- È possibile aumentare la velocità di crescita e raggiungere concentrazioni più elevate?
  - ✓ Tramite la coltivazione mixotrofica con xilosio
- Che influenza ha la concentrazione di carbonio inorganico in coltivazioni mixotrofiche?
  - ✓ Non ha alcuna influenza
- Qual è l'effetto dell'intensità luminosa in coltivazioni fototrofiche?
  - ✓ Leggero nella velocità di crescita mentre dilata i tempi nella concentrazione cellulare
- In quanto a produttività di biomassa e di astaxantina è migliore il sistema batch o quello in continuo?
  - ✓ Per la produttività di biomassa è conveniente un sistema in continuo, per la produttività di astaxantina il sistema in batch

La coltivazione in mixotrofia:

- **Migliora la crescita:**

Sia la concentrazione cellulare, sia la velocità di crescita

- **Non richiede aggiunta di CO<sub>2</sub>:**

Non necessita di insufflazione al 5% di CO<sub>2</sub> perché lavora con lo stesso rendimento allo 0.04% (composizione dell'aria)

- **Riduce i tempi:**

Usata come coltivazione del preinoculo riduce o elimina la fase latente permettendo un passaggio diretto alla fase esponenziale nella fase verde



**Migliora** la produttività di astaxantina e di biomassa, anche se dal punto di vista della biomassa rimane migliore il sistema in continuo

*GRAZIE PER L'ATTENZIONE*