



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

**ANÁLISIS Y MODELADO DE LOS
PROCESOS QUÍMICOS ASOCIADOS
AL CULTIVO DE ORGANISMOS
FOTOSINTÉTICOS EN
FOTOBIORREACTORES**

AUTOR: BRUNO FASCE CLEMENTE

TUTOR: JAVIER FERMÍN URCHUEGUÍA SCHÖLZEL

COTUTOR: DAVID FUENTE HERRAIZ

Curso Académico: 2015-16

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN TEÓRICA.....	2
1.1. PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	2
1.2. CIANOBACTERIAS.....	2
1.3. Synechocystis sp. PCC 6803.....	3
1.4. FIJACIÓN DEL CARBONO.....	4
1.5. MECANISMOS DE CONCENTRACIÓN DE CARBONO.	5
1.6. FOTOBIORREACTORES.....	9
1.6.1. Introducción a los fotobiorreactores.....	9
1.6.2. Luz.....	9
1.6.3. Crecimiento.....	10
1.6.4. Disponibilidad de CO ₂	11
1.6.5. Temperatura.....	11
1.6.6. pH.....	11
1.7. MODELOS PREVIOS.....	12
CAPÍTULO 2: OBJETIVO DEL DOCUMENTO.....	14
CAPÍTULO 3: MODELO MATEMÁTICO PROPUESTO.....	15
3.1. SOLUBILIZACIÓN DEL CO ₂	15
3.2. MECANISMOS DE FIJACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE CARBONO.....	18
3.3. OBTENCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.....	20
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO.....	32
CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXO.....	36

ÍNDICE DE LAS FIGURAS

Figura 1. Estructura celular de una cianobacteria.....	2
Figura 2. Cúmulo de <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803 (microscopía óptica).	3
Figura 3. Representación 3D de un carboxisoma.	4
Figura 4. Ciclo de Calvin.	5
Figura 5. Distribución de especies carbónicas en la cianobacteria.	6
Figura 6. Esquema con la estructura probable y localización en la membrana de las cinco formas de transportar el Ci en cianobacterias [34]	7
Figura 7. Diferentes fotobiorreactores.	9
Figura 8. Distintas reacciones que tienen lugar en la solubilización del CO ₂ [25].....	12
Figura 9. Ciclo metabólico del CO ₂ en el interior de una cianobacteria.	18
Figura 10. Representación de la concentración de CO ₂ presente en el citoplasma frente al tiempo.	23
Figura 11. Representación de la concentración de HCO ₃ presente en el citoplasma frente al tiempo.	24
Figura 12. Representación de la concentración de CO ₂ presente en el carboxisoma frente al tiempo.	24
Figura 13. Representación de la concentración de HCO ₃ presente en el carboxisoma frente al tiempo.	25
Figura 14. Representación de la concentración de CO ₂ presente en el medio acuoso frente al tiempo.	25
Figura 15. Representación de la concentración de HCO ₃ presente en el medio acuoso frente al tiempo.	26
Figura 16. Representación de la concentración de H ₂ CO ₃ presente en el medio acuoso frente al tiempo.	26
Figura 17. Representación de la concentración de CO ₃ presente en el medio acuoso frente al tiempo.	26
Figura 18. Distribución de distintas especies carbónicas en función del pH.	27
Figura 19. Representación de la concentración de H ⁺ presente en el medio acuoso frente al tiempo.	28

Figura 20. Representación de la concentración de OH^- presente en el medio acuoso frente al tiempo.	28
Figura 21. Representación del pH del medio acuoso frente al tiempo.	29
Figura 22. A la izquierda, la variación del CO_2 en el medio acuoso frente al tiempo. A la derecha, la variación del HCO_3^- en el medio acuoso frente al tiempo. Ambas simulaciones son para distintos números de células en el fotobiorreactor.	29
Figura 23. Variación del pH respecto al tiempo para diferentes cantidades de células en el fotobiorreactor.	30
Figura 24. Variación de la actividad enzimática de RuBisCO frente al tiempo para distintas cantidades de células en el fotobiorreactor.	30
Figura 25. Consumo de CO_2 (g) respecto al tiempo para distintas cantidades de células en el fotobiorreactor.	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de símbolos y abreviaciones.....	1
Tabla 2. Comparación de los distintos modelos describiendo las reacciones de solubilización de CO_2	13