

I TALLER INTERNACIONAL DE MICROALGAS Y PLANTAS ACUATICAS

Organizado por:



DECA

División de Estudios
sobre Contaminación Ambiental

CNIC

XII Seminario Científico

28- 30 Junio, 1995

Centro Nacional de Investigaciones Científicas

CNIC

CONTROL DE LA PRODUCCION DE ALGAS A PARTIR DE MEDICIONES DE pH, CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y OTROS INDICADORES

G. Benítez, J.R. Fagundi, M. del C. Espinosa, V. Ferrera, E. Alvarez, J. Vega, J.L. Conde.

Introducción

Con el objetivo de controlar el proceso de producción de algas del tipo Spirulina, se diseñó un experimento consistente en exponer un cultivo de estas algas durante 18 días a la acción de la luz, monitoreando los cambios del medio mediante mediciones sistemáticas de pH, conductividad eléctrica y análisis de HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} por volumetría; así como de clorofila y densidad óptica por espectrofotometría. Ocasionalmente se suministró un flujo de CO_2 a fin de mantener el pH en un intervalo adecuado (Sosa Texcoco, 1977).

Materiales y métodos

Se utilizó una cubeta plástica de 50 X 50 cm² provista de un sistema de paletas acopladas a un motor eléctrico con el fin de mantener una agitación lenta y continua del medio de cultivo. El mismo fue expuesto en las horas diurnas durante 18 días a la acción de la luz suministrada por cuatro lámparas de neón de 40 w cada una, situadas a una altura de 40 cm de la superficie del líquido.

Como medio de cultivo se utilizó el denominado Zarrouk, para 25 l del mismo se emplearon los siguientes componentes:

NaCl	25	g	EDTA sódico	2	g
NaNO ₃	62,5	g	K ₂ SO ₄	25	g
CaCl ₂	4	g	MgSO ₄	5	g
FeSO ₄	0,25	g	K ₂ HPO ₄	12,5	g
			NaHCO ₃	400	g

Se tomaron diariamente alícuotas de 50 ml, a las que se les hicieron análisis de macrocomponentes por volumetría y se midió cada día el pH y la conductividad eléctrica. Además se determinó clorofila y densidad óptica por métodos espectrofotométricos.

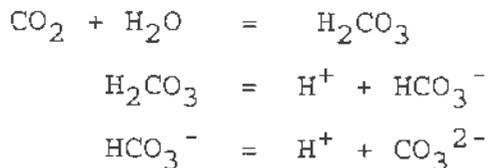
Resultados y discusión

Los resultados de las mediciones químico-físicas aparecen en la tabla 1. Los cambios producidos durante el experimento se

observan mejor en las figuras 1 y 2. Como puede apreciarse en la figura 1, la variación en el tiempo de la concentración de HCO_3^- se comporta como una imagen especular en relación a la concentración de CO_3^{2-} y del valor del pH, es decir, cuando crece el primero disminuyen las otras dos magnitudes y viceversa.

En los primeros seis días del experimento (en los cuales no se aplicó el CO_2), como resultado del proceso metabólico de las microalgas se produjo una disminución del HCO_3^- de 8464 mg/l a 7487 mg/l, mientras que la concentración del ion CO_3^{2-} se incrementó de 1875 a 2700 mg/l y el pH aumentó de 8,5 a 9,5 unidades (Tabla 1). La concentración de carbonato total sufrió una disminución de 10339 a 10187 mg/l. Sin embargo, a pesar de esta disminución de concentración, la conductividad eléctrica incrementó su valor de 19600 a 22300 uS/cm como consecuencia de la mayor conductividad específica del ion CO_3^{2-} en relación al ion HCO_3^- : 60 y 37 uS/cm a 18 °C respectivamente (Defrancesco, 1991). En ese mismo período, el ion Cl^- acusa un incremento no explicable, mientras que los contenidos de Ca^{2+} y Mg^{2+} experimentaron ligeras disminuciones aunque estas concentraciones se encuentran en el orden del error analítico.

En la figura 1 se muestra mediante flechas los suministros de CO_2 (8 veces entre los días 6 y 17). Mediante el control del pH se logró mantener una proporción bastante estable de iones HCO_3^- y CO_3^{2-} , lo cual está regido por los siguientes equilibrios químicos:



En general, la concentración total de $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ aumentó de 10339 a 1350 mg/l (Tabla 1), mientras que Ca^{2+} y Mg^{2+} disminuyeron ligeramente (de 24 a 12 mg/l). En el intervalo que duró el proceso produjo un creciente aumento de la producción de alga, tal como se aprecia en la figura 2 a través de los valores de clorofila y densidad óptica las cuales presentaron un ascenso progresivo.

Conclusiones

Como resultado de este estudio de carácter preliminar se puso de manifiesto la conveniencia de controlar la producción del metabolismo de las algas del tipo *Spirulina* mediante el suministro adecuado de CO_2 a partir de mediciones de pH, conductividad eléctrica, determinación de los macroconstituyentes por valoración; así como análisis de clorofila y densidad óptica por métodos espectrofotométricos.

Mediante correlaciones matemáticas entre los diferentes indicadores de calidad se podría racionalizar su número y controlar el proceso a partir del pH y la conductividad eléctrica,

así como los correspondientes modelos de correlación. Esto será objeto de estudio en el futuro, contemplándose además la implementación de un programa de computación específico para estos objetivos.

Bibliografía

Defrancesco F. *Acqua. Appunti introduttive alla scienza, alla tecnica, alla difesa delle acque naturali.* Ed.: Temi, 187 pp., 1991.

Sosa Texcoco S.A. *Manual para el control del cultivo industrial de Spirulina.* Departamento de Algas y Proteínas. México, 1977.

Tabla 1. Resultados de las determinaciones químico-físicas realizadas durante un experimento de cultivo de Spirulinas

Fecha	Hora	T °C	pH	CE uS/cm	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	Ca ⁺	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻
					-----mg/l-----				
27 5 92	9:00	26,0	8,59	19600	8464	1875	671	24	10339
28 5 92	9:00	25,5	8,72	18700	8692	1725	710	24	10417
29 5 92	10:00	26,5	9,11	20800	8769	1725	710	24	10494
29 5 92	14:00	26,5	9,14	21100	8540	1725	710	24	10265
30 5 92	12:00	27,0	9,29	21600	8006	2175	710	24	10181
1 6 92	12:00	27,0	9,55	23300	7487	2700	710	24	10187

1 6 82	19:00	27,0	9,38	22000	8006	2325	---	--	10331
2 6 92	14:00	28,0	9,56	22200	7168	3075	710	18	10243

3 6 92	11:00	27,5	9,47	22400	7854	2700	799	18	10554

4 6 92	14:00	28,0	9,45	22300	7930	2625	799	18	10555
5 6 92	12:00	29,0	9,60		8006	2775	799	12	10781

6 6 92									

8 6 92	12:00	28,0	9,42	23900	8083	2600	834	12	10783

9 6 92	12:00	27,0	9,38	23900	8388	2925	834	12	11317
10 6 92	12:00	27,5	9,52	24100	8083	3150	852	12	11232

11 6 92									

12 6 92	12:00	28,0	9,60	24300	8159	3375	888	12	11534

13 6 92									

23 6 92	13:00	---	9,67	26700	9226	4275	976	12	1350

*: aplicaciones de CO₂

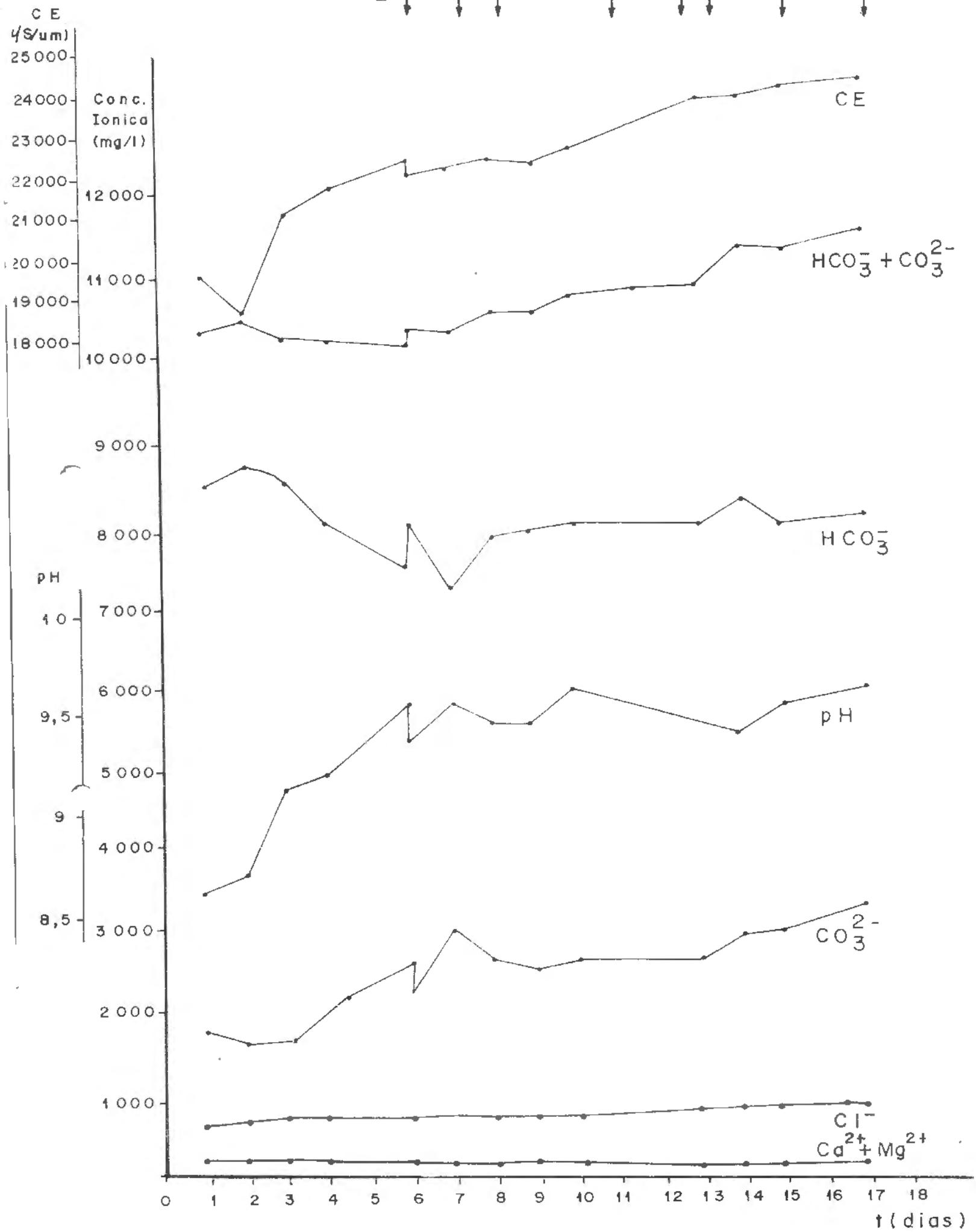
Tabla 2. Resultados de las determinaciones de clorofila y densidad óptica durante el experimento de cultivo de Spirulina.

Fecha	Clorofila			Total	Densidad Optica
	A	B	C		
27 5 92	1,722	0	0,128	1,850	0,0723
28 5 92	0,967	0	0,050	0,017	0,0625
29 5 92	2,982	0	0,252	3,234	0,0498
1 6 92	6,593	0,497	0,272	7,362	0,2505
3 6 92	4,710	0,539	1,081	6,331	0,3314
4 6 92	8,937	0,154	0,545	9,636	0,3849
8 6 92	8,213	2,832	2,276	13,320	0,4211
9 6 92	8,114	3,512	2,002	13,630	0,5325
11 6 92	10,080	3,479	3,067	16,630	0,6511
17 6 92	10,430	1,757	1,939	14,120	0,7640
22 6 92	20,400	1,399	1,812	23,610	0,9763

Fig. 1. Variación temporal de la conductividad eléctrica, el pH y la concentración iónica durante el proceso de cultivo de Spirulina. (I): Suministro de CO₂.

Fig. 2. Variación temporal de la clorofila y la densidad óptica durante el proceso de cultivo de Spirulina.

CO₂ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓



Clorofila total
(mg/l)

2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1

Densidad
Optica

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

Clorofila

Densidad Optica

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

h (horas)

