

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE PROTEÍNAS DE LA BIOMASA DE *SPIRULINA (ARTHROSPIRA) MAXIMA* CULTIVADA EN CONDICIONES AMBIENTALES EN BIOREACTORES

^aVázquez Pérez, R.N., ^aHernández Uribe, F., ^aVillegas Aguilera, M.M., ^bMartínez Murillo, R.,
^bLópez García, K.E., ^cPérez Barragán, C.E. y ^{*a}Arredondo Vega, B.O.

^aCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Laboratorio de Biotecnología de Microalgas. Km 1 carretera a San Juan de la Costa, El Comitán. La Paz Baja California Sur, México. ^bInstituto Tecnológico de La Paz. Blvd. Forjadores 4720 Colonia 8 de Octubre 2a sección. La Paz Baja California Sur, México. ^cInstituto Tecnológico Superior de Misantla. Km 1.8 carretera a Loma del Cojolite s/n, Misantla, Veracruz, México. *kitty04@cibnor.mx

RESUMEN

Se evaluó la calidad de la biomasa de la cianobacteria *Spirulina (Arthrospira) maxima* en biorreactores cilíndricos en condiciones ambientales utilizando el medio Jourdan. Los cultivos se hicieron por cuadruplicado de julio a septiembre del 2013. La temperatura ambiental osciló de 20°C (noche) a 43°C (día), la intensidad luminosa durante el día varió de 1,000 a 5,500 lux, ciclo de luz:oscuridad de 10:14h a 14:10h, y pH entre 9.9 y 10.5. A los 5 días la biomasa se cosechó con tamices de 30 y 20 µm, se secó a 50°C, se pesó y se mantuvo en congelación. Los resultados fueron: rendimiento de la biomasa 1343 mg/L y 45 mg/L. El contenido de proteínas totales osciló de 70 a 40%. Se propone el cultivo masivo a mayor escala de *Spirulina (Arthrospira) maxima* para obtener biomasa rica en proteínas como complemento alimenticio para el hombre así como extraer otros productos.

ABSTRACT

Biomass quality of the cyanobacterium *Spirulina (Arthrospira) maxima* was evaluated in cilindric biorreactors with Jourdan medium at environmental conditions. Cultures were done by quadruplicate from July to September in 2013. The environmental conditions were: temperature 20°C (night) to 43°C (day), light intensity in the day from 1,000 to 5,500 lux, pH from 9.9 to 10.5, and light:dark cycle was from 10:14h to 14:10h. Biomass was harvested at 5th day with mesh of 30 a 20 µm, and then dried at 50°C, weighed and kept at freezer. The results were: biomass yield: 1343 mg/L to 45 mg/L, and total proteins were between 70 to 40%. Massive scale up of *Spirulina (Arthrospira) maxima* was proposed in order to get biomass rich in protein that could be used as supplement for humans and to get added value products.

Palabras clave: *Spirulina (Arthrospira) maxima*, composición bioquímica, biorreactor.

Área: Microbiología y biotecnología.

INTRODUCCIÓN

Con más de 3500 años, las cianobacterias como la *Spirulina* han poblado diversos ambientes acuáticos en todo el planeta. Algunas de estas ancestrales formas de vida, han demostrado ser un excelente sustrato alimenticio para humanos así como para animales (Ayala y Ayala, 2010). La *Spirulina* es considerada como “alimento funcional o promotor de la salud” o “nutraceútico” ya que provee beneficios a la salud, en la prevención y tratamiento de enfermedades. Estudios nutricionales han demostrado que es una de las mejores fuentes de proteínas de alta calidad, de fácil digestibilidad y absorción, ya que contiene un alto porcentaje de proteínas (50 a 70%) así como todos los aminoácidos esenciales.

El cultivo de *Spirulina* data de la época de los aztecas quienes asentados en el lago de Texcoco observaron la formación de una “nata verdeazul” que recolectaron y secaron al rayo de sol. A esta “nata verdeazul” le llamaron “tecuítlatl o amomoxtle” el cual formó parte de su alimentación, de la misma manera, en el lago Tchad de Africa los nativos de esa región la consumieron llamándola “dihé”.

En la década de los 70's nuestro país en colaboración con Francia iniciaron el proyecto “Sosa Texcoco: Producción de *Spirulina* como complemento alimenticio”, diseñando el sistema de cultivo “El Caracol”, que generó una producción anual de 300,000 kg de biomasa seca grado alimenticio. Esta biomasa se exportaba principalmente a USA, sin embargo, a raíz del incremento de la contaminación ambiental, la calidad de la biomasa de *Spirulina* presentaba una elevada carga bacteriana así como contaminada con metales pesados, por lo que la empresa cerró en 1993 y el cultivo masivo de *Spirulina* desapareció. En la actualidad, en países como Cuba, Chile, USA, China, Japón, Israel han desarrollado diferentes sistemas de cultivo, generando biomasa y comercializándola. Recientemente en México se ha retomado el interés por el cultivo de *Spirulina* y a través de colaboraciones con empresas enfocadas a la industria de alimentos. Vital Foods y Michel en colaboración con el CIBNOR estamos desarrollando sistemas de producción de biomasa seca de *Spirulina* para incorporarlo a los productos que comercializan. De lo anterior surge el presente trabajo cuyo objetivo fue cultivar y escalar a nivel piloto en bioreactores en columna de 350L la cianobacteria *Spirulina maxima*, en condiciones ambientales y evaluar la calidad de la biomasa.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Organismo: la cepa de la cianobacteria de *Spirulina (Arthrospira) maxima* (UTEX LB2342) se mantiene en el Cepario del CIBNOR en el medio Schlosser (1982) en condiciones controladas de laboratorio.

2. Escalamiento y condiciones de cultivo: inóculos de *Spirulina (Arthrospira) maxima* cultivados en matraces con 1.6L se sincronizaron en el medio Jourdan (2006) durante tres ciclos, en condiciones de laboratorio. A los 5 días de cultivo los matraces con el inóculo se escalaron a recipientes con 16L con el mismo medio. Las condiciones de laboratorio fueron: temperatura $24\pm 1^{\circ}\text{C}$, ciclo de luz:oscuridad 12:12h, aireación continua, pH 10.5 e intensidad luminosa 1500 lux. A los 5 días se escalaron a columnas de 90L que colocaron en condiciones ambientales. Después de 5 días de cultivo, la cianobacteria de las columnas se utilizó para inocular bolsas con 350L (Figura 1).

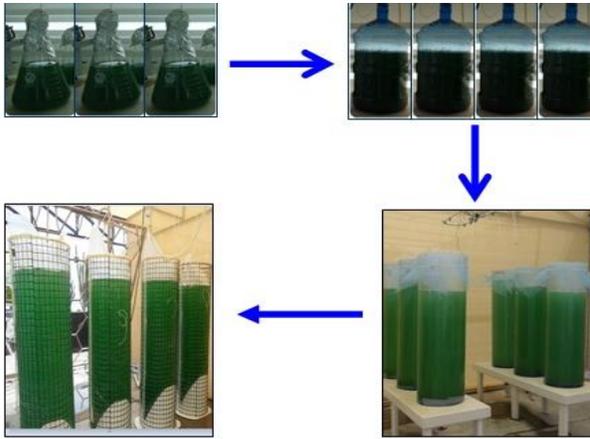


Figura 1. Escalamiento del inóculo de *Spirulina (Arthrospira) maxima* en columnas de 350L.

3. Cosecha de la biomasa de la cianobacteria *Spirulina (Arthrospira) maxima*: la biomasa de la cianobacteria se cosechó con tamices de 30 y 20 μm (Figura 2), se lavó con agua corriente estéril y se concentró por centrifugación a 1200rpm/15min/10°C. La biomasa concentrada se seca en horno de convección a 50°C, se pulveriza (Figura 3) y se pesa en una balanza analítica para determinar el rendimiento de la biomasa (mg/L).



Figura 2. Cosecha de *Spirulina (Arthrospira) maxima* mediante tamices de 30 y 20 μm .



Figura 3. Biomasa seca y pulverizada de *Spirulina (Arthrospira) maxima*.

4. Análisis de la biomasa de la cianobacteria *Spirulina (Arthrospira) maxima*: a partir de la biomasa seca de la cianobacteria, se pesó 20 mg para determinar el contenido de proteínas totales de acuerdo al método de Lowry *et al.* (1951).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4 se presenta la gráfica del rendimiento promedio de la biomasa obtenida en los meses de julio a septiembre, en donde se observa que en septiembre se obtuvo el dato mas bajo en cuanto al rendimiento de la biomasa. Este resultado se obtuvo debido a que la presencia de nubosidades, tormentas y huracanes, aspectos climatológicos que repercutió en el proceso de fotosíntesis y en el bajo rendimiento.

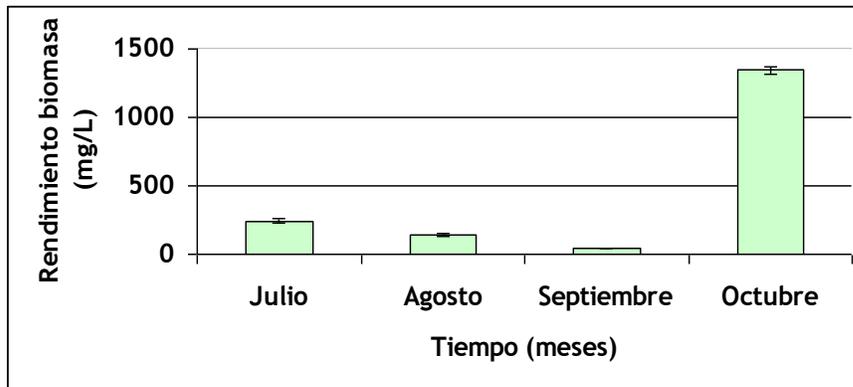


Figura 4. Rendimiento de la biomasa (mg/L) de *Spirulina (Arthrospira) maxima* durante los meses de julio a octubre.

La Figura 5 se muestra el contenido de proteínas totales de *Spirulina (Arthrospira) maxima*, en donde se observa que en el mes de julio se obtuvo la mayor concentración de proteínas en la biomasa. Durante los meses agosto y septiembre se obtuvieron los datos más bajos y esto coincide con la temporada de nubosidades y lluvias.

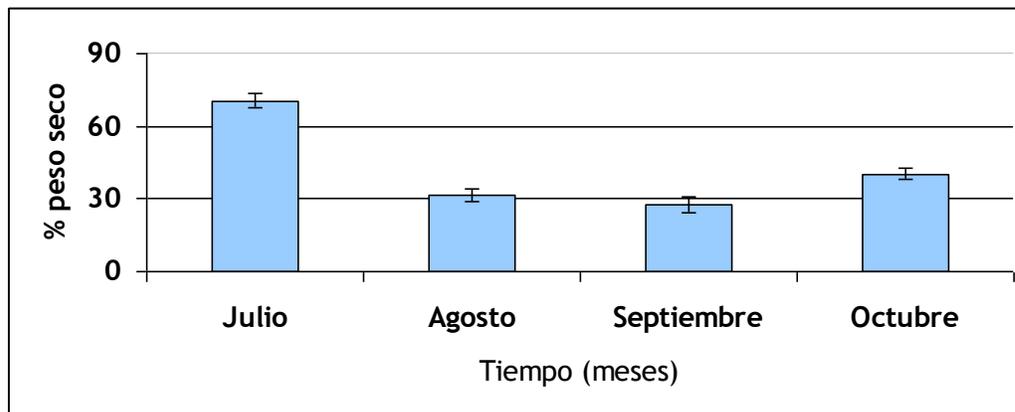


Figura 5. Porcentaje de proteínas totales en la biomasa de *Spirulina (Arthrospira) maxima* cultivada al exterior en los meses de julio a octubre.

A manera de conclusión, se sugiere evaluar la calidad de la biomasa de la cianobacteria a lo larga de al menos dos ciclos anuales para poder conocer el

comportamiento de este microorganismo sometido a las condiciones ambientales de la región. Si bien se sabe, esta cepa se ha cultivado en ambientes extremos de temperatura, por lo que la adaptación al nuevo habitat puede llevar algunos meses para poder despegar el cultivo. Por otro lado, las condiciones ambientales que existen en el desierto del Negev en Israel, en donde se esta cultivando a esta cepa en condiciones al exterior, es semejante a nuestra zona, por lo se puede predecir la adaptación a las condiciones ambientales de nuestra región y de esta manera, continuar con la evaluación de la calidad en función a otros metabolitos de interés, como es el caso de los lípidos, ácidos grasos, antioxidantes y pigmentos.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala R y Ayala L, 2010. Cultiva tu propia *Spirulina*. Revista *Athamor* número 82 (julio-agosto). <http://www.athamor.es>

Jourdan J-P, 2006. Manuel de culture artisanale pour la production de *Spiruline*. Cultivez votre Spiruline, 1-146 pp.

Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL and Randall RJ, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biology Chemistry* 193: 265-272.

Agradecimientos:

Proyectos AC0.2: Productos de alto valor agregado a partir de microalgas y cianobacterias.
935-0: Diseño innovador de un prototipo de fotobioreactor para el cultivo autosustentable de *Spirulina* sp.