

**Crecimiento y composición bioquímica de espirulina (*arthrospira Platensis*) bajo condiciones controladas.**

**Growth and biochemical composition of spirulin (*arthrospira Platensis*) under controlled conditions.**

**Autores:** Lic. Lerimar del Valle-Montero<sup>1</sup>, Dr. C. Miguel Guevara<sup>2</sup>, Dr. C. Coralia Samira Leyva-Téllez<sup>3</sup>, Ing. René José Santaimé-Salgado<sup>1</sup>.

**Organismo:** Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Delta Amacuro. Venezuela<sup>1</sup>, Universidad Oriente (UDO), Cumaná Estado Sucre. Venezuela<sup>2</sup>, Universidad Guantánamo. Cuba<sup>3</sup>.

**E-mail:** [lerimarmontero@hotmail.com](mailto:lerimarmontero@hotmail.com)

**Resumen.**

Se evaluó el crecimiento y la composición bioquímica de la espirulina en condiciones de laboratorio. Se estudiaron diferentes volúmenes, 0.4, 3 y 10 L de medio de cultivo y tomaron muestras por triplicado de 5 ml, determinando su crecimiento. Se realizaron cosechas para luego secar por 72 horas en la estufa y pulverizarlas, siendo usadas para efectuar los análisis químicos. Constatándose que los días 3-4 su crecimiento fue mayor en los diferentes cultivos, el de menor tamaño (0.4L) resultó más favorable para la producción de la biomasa obteniendo valores más elevados que los cultivados en 3 y 10 L, permitiendo comprobar que la aireación y la cantidad de luz, en las fiolas pequeñas proporcionó más cantidad de CO<sub>2</sub> aportado por el medio ambiente. La composición química muestra que esta alga en cultivo de laboratorio presentó un contenido de proteína de 55,66%, así como 11,97 de carbohidrato y 4,18 de lípidos.

**Palabras Clave:** Espirulina; composición bioquímica; *arthrospira Platensis*.

**Abstract.**

The objective was evaluating the growth and biochemical composition of spirulin in laboratory conditions. They were studied different volumes 0.4, 3 and 10 L of crop means, samples in triplicate were taken of 5 ml to determine the growth. Crops were made to dry them later during 72 hours in the stove and spray them, which were used to do the chemical analysis. The results showed that day 3-4 the growth was higher in the different crops, where the one with the lower size was more favorable for biomass production obtaining more elevated values that the ones cultivated in 3 and 0 L, what allows us to check that the aeration and light quantity in the little fiolas gave them more CO<sub>2</sub> quantity given by the environment. The chemical composition shows that this weed in laboratory crop presented a protein content of 55,66%, as well as 11,97 of carbohydrate and 4,18 of lipids.

**Keywords:** Spirulin; biochemical composition; *arthrospira Platensis*.

## **Introducción.**

La *Arthrospira platensis* es una cianobacteria filamentosa fotosintética alcalófila de ambientes bicarbonatados que pertenece a la familia de los Oscillatoriaceae de la división Cyanophytas (Ciferri, 1983). Es verde-azul lo que significa que debe su energía a los rayos solares y utiliza dióxido de carbono como fuente.

Desde épocas ancestrales *A. platensis* ha sido estimada por sus propiedades medicinales y nutricionales (Ciferri, 1983 y Sánchez *et al.* 2006).

Se cultiva para consumo humano debido a su alto nivel de proteínas, es rica en vitamina, aminoácidos esenciales (ácido gama-linoléico), y pigmentos antioxidantes como los carotenoides, debido a esto, estas microalgas se aplican en numerosas industrias (Behrens, 1999). Es de uso comestible utilizado como alimento para la salud humana, alrededor del mundo sus principales usos es como suplemento alimenticio, ya sea en polvo, encapsulado, en tabletas, como sustituto de harina (en diferentes sabores), en pastas para sopa, salsas, barras de granola, golosinas o bebidas instantáneas de frutas o vegetales (Henrikson, 2005).

Más recientemente, el potencial biotecnológico de *A. platensis* y otras microalgas se ha demostrado en una amplia gama de usos, tales como, en la degradación de herbicidas organofosforados (Pandey y Tiwari, 2010). Algunos estudios desarrollados demuestran que la *Spirulina*, posee también efectos de inmuno-regulación, actúa como antioxidante, anticancerígeno, antiviral, antitóxico, contra la hiperlipidemia y la hiperglicemia (Belay, 2002) y por ello se la considera como un promotor de la salud o nutraceutico. Estas propiedades son consecuencia del alto contenido en ácidos grasos omega, varios pigmentos naturales y otros factores positivos.

La espirulina debido a falta de celulosa en su pared celular, 85-95% es asimilada por el organismo. La *Arthrospira platensis* tiene un alto contenido nutricional, por la gran variedad de nutriente que posee y se ha comprobado que aumenta la tasa de crecimiento, mejora la calidad de la carne de los peces, además mejora el sistema inmunológico inespecífico, aumentando el estado de preparación de las defensas naturales. En este sentido, el objetivo fundamental de este estudio fue determinar el crecimiento y la composición química de la espirulina en condiciones de laboratorio en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Delta Amacuro, Venezuela.

## **Desarrollo.**

Materiales y métodos

### **Área de estudio**

El cultivo de *Arthrospira platensis* se realizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola, ubicado en la comunidad de Las Manacas, parroquia San Rafael del municipio Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela. El clima de la zona está caracterizado por una pluviosidad de 800 a 1200mm, con temperatura promedio de 28°C.

### **Cultivo de *A. platensis***

La microalga *A. platensis* fue cultivada durante siete días en diferentes volúmenes de cultivo (0,4, 3 y 10 l) con el fin de conocer su cinética de crecimiento. Se utilizó un medio de cultivo formulado para tal fin y previamente evaluado.

Este medio se preparó con agua filtrada del caño Manamo más nutrientes (urea: 0,02 g/l; NaCl: 5 g/l; bicarbonato de sodio: 8 g/l y Aicamix: 0,2 g/l). Los cultivos fueron aireados continuamente (200 ml/min) y una iluminación continua de 10000 lux.

Desde el inicio del ensayo se tomaron diario muestras de 5 ml, por triplicado, de los cultivos de *A. platensis* para determinar su crecimiento poblacional.

### **Crecimiento poblacional**

El crecimiento poblacional de *A. platensis* se analizó a través de la determinación de la biomasa seca, para lo cual se tomaron 5 ml de cada uno de los cultivos, se filtraron con filtros GFC (1,2 µm) previamente lavados con agua destilada, secados en la estufa a 100°C por 24 h y pesados en una balanza analítica (Denver TR-204).

El proceso de filtración se llevo a cabo, con ayuda de un equipo Millipore. Luego de filtradas, las muestras se lavaron con formiato de amonio 0,9 % para eliminar restos de sal y se colocaran en una estufa (Mettler) a 60°C, hasta obtener pesos constantes.

### **Productividad.**

La productividad de biomasa de *A. platensis* se determinó durante la fase de crecimiento exponencial, utilizando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{B_{\max} - B_0}{t}, \text{ donde:}$$

P = Productividad (mg/l/día)

B máx = Biomasa máxima (mg/l) de *A. platensis* alcanzada al final de la fase de crecimiento exponencial.

B<sub>0</sub> = Biomasa (mg/l) de *A. platensis* al inicio de la fase exponencial

T= tiempo en días

### **Composición Bioquímica**

Al final del ensayo, para los cultivos realizados, se tomaron muestras, por triplicado de 5 ml, para la determinación de la composición bioquímica de acuerdo a las siguientes metodologías:

### **Proteínas totales**

La determinación de proteínas se llevó a cabo por el método de Lowry *et al.* (1951), modificado por Herbert *et al.* (1971).

## Carbohidratos totales

La determinación de carbohidrato se realizó según el método fenol sulfúrico (Dubois *et al.* 1956).

## Lípidos totales

La determinación de lípidos totales se efectuó según el método basado en la carbonización (Marsh y Weinstein, 1966), mientras que la extracción se llevó a cabo a través de la metodología descrita por Bligh y Dyer (1959).

## Resultados y discusión

El cultivo *Arthrospira platensis* se realizó en diferentes envases tamaños y forma, para determinar el crecimiento de esta cianobacteria (figuras 1; 2 y 3).



**Fig 1.** Cultivo de *A. platense* volúmenes de 0,4 L de medio de cultivo



**Fig 2.** Cultivo de *A. platense* volúmenes de 3 L de medio de cultivo



**Fig 3.** Cultivo de *A. platense* volúmenes de 10 L de medio de cultivo

Se evaluó el crecimiento hasta la finalización del ensayo, donde se observaron tres etapas de crecimiento; una primera fase de adaptación, que se observó en el primer cultivo (envases de 0,4 L), una fase exponencial y una estacionaria, observándose en los diferentes cultivos.

El crecimiento poblacional medido con masa seca (mg/ml), de *Arthrospira platensis* cultivadas en los diferentes volúmenes (0.4, 3 y 10 L) de medio de cultivo, arrojó que después de la siembra, en el primer volumen de 0.4 L de cultivo en los dos primeros días no ocurrió un cambio significativo lo cual es un indicativo de una fase de adaptación. Estos resultados coinciden con los reportados por (Licet, 2008), en el ensayo realizado con esta misma cianobacteria pero con diferentes concentraciones de salinidad.

En los volúmenes de 3 y 10 L se comienza a observar el crecimiento poblacional el cual se incrementó en los días 3-4, para luego entrar en una fase estacionaria hasta el final del ensayo, a diferencia de los otros volúmenes, el crecimiento se dio desde el primer día, observándose que para los días 3-4 se obtuvo su mayor crecimiento en los dos últimos volúmenes.

Los ensayos con volumen de 0.4 L resultaron favorables para la producción de la biomasa obteniéndose valores más elevados que los cultivados en 3 y 10 L, esto podría deberse a que el volumen relativamente es más pequeño de los cultivos por lo que la aireación y

la cantidad de luz, le proporcionó más cantidad de CO<sub>2</sub> obtenido del medio ambiente, difundiéndolo de una forma más eficaz en los cultivos de *Arthrospira platensis*.

Estos resultados son similares a los reportados por (Pandey y Tiwari, 2010), los cuales aseguran que la aireación artificial continua puede acelerar el crecimiento de la espirulina. El nivel de aireación a través del burbujeo demuestra que es el más adecuado, y que la *espirulina* produce alto valor de biomasa cuando el medio es burbujeado con aire, que cuando no es aireado. Por lo tanto la aireación es un factor determinante para que ocurra un mayor crecimiento.

### **Proteínas**

La cianobacteria *Arthrospira platensis* mostró en este trabajo un contenido de proteínas (55,55%), resultados que están por debajo de los señalados por Ramirez y Olvera (2006), quienes informan en *Arthrospira platensis* un 58 - 62% de proteínas.

Los resultados de esta investigación evidencian que *Arthrospira platensis* es una cianobacteria con potencial biotecnológico que pudiera ser usada como suplemento alimenticio de peces y crustáceos cultivados, por los altos contenidos de proteínas, que presenta, los cuales satisfacen los requerimientos nutricionales de estos organismos.

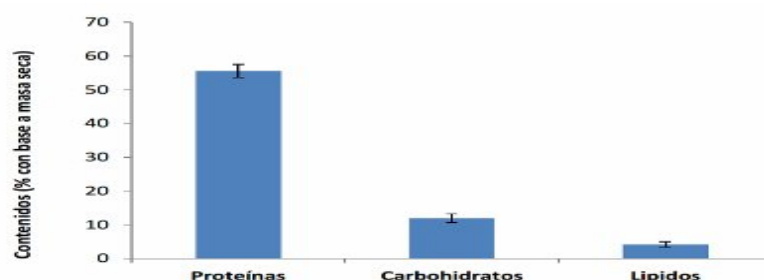
### **Carbohidratos**

El contenido de carbohidratos de *espirulina* es de alrededor del 15% en peso seco y mediante hidrólisis de los mismos se obtiene glucosa, sacarosa, levulosa y glicerol (Vásquez et al. 2013). En esta investigación se obtuvo valores de 11,97, resultado que es favorable para el crecimiento de las larvas de peces.

Los peces, obtienen energía mayormente a partir de proteínas y lípidos, y no tanto a partir de los carbohidratos, razón por la cual, en la literatura se les ha comparado con los mamíferos diabéticos (Robaina y Izquierdo, 2000). Pese a lo anterior, las larvas de peces parecen mostrar una mayor preferencia por la obtención de energía a partir de carbohidratos que los peces mayores, tanto así que se han logrado incluir en las dietas algunas formas muy digeribles de carbohidratos, en cantidades que van del 10 – 20% de la dieta sin llegar a afectar el crecimiento ni la supervivencia de manera significativa (Lazo, 2000).

### **Lípidos totales**

En el gráfico 1 el porcentaje de lípidos totales de *A. platensis* cultivadas en condiciones controladas fue de 4,18. Estas concentraciones no son similares a los reportados por Ramírez y Olvera (2006) quienes indicaron que la mayoría de las especies de *Arthrospira* poseen entre 6 y 13 % de lípidos totales. En lagunas abiertas el contenido de lípidos de las macromoléculas puede incrementarse hasta un 15% cuando están expuestas a temperaturas (40°C) e intensidad luminosa según lo indica (Ciferri, 1983).



**Grafico 1.** Contenidos de proteínas, carbohidratos y lípidos totales (en base a la masa seca) de *A. platensis* cultivadas bajo condiciones controladas de laboratorio en diferentes envases.

### Conclusiones.

El volumen de menor tamaño de medio de cultivo de 0.4L resultó más favorable para la producción de biomasa de la espirulina, obteniéndose valores más elevados que los cultivados en 3 y 10 L.

Las cualidades nutricionales en proteína, lípidos y carbohidratos clasifican a esta alga como un alimento importante para el consumo humano y animal.

### Bibliografía.

- Belay, A. (2002). The potencial application of *Spirulina (Arthrospira)* as a nutritional and therapeutic supplement in health management. *JANA*, 27-48.
- Bligh, E. & Dyer, W. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemical and Physiology*, 37, 911- 917.
- Ciferri, O. (1983). Spiruling, the edible microorganism. *Microbiol*, 551-78.
- Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J., Rebers, P. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 2, 350-356.
- Henrikson R. (2005). Earth Food Spirulina. <http://www.spirulina.com/earthfood>
- Herbert, D., Phipps, P. & Stranese, R. (1971). Chemical analysis in microbial cells. En: *Methods in Microbiology*. Norris, J. & Ribbons, D. (Eds). Academic Press. 5, 209-344.
- Lowry, O., Rosebrough, H., Farr, A. & Randall, R. 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *Biological Chemical*, 193, 265-275.
- Marsh, J. y Weinstein, D. 1966. Simple charring method for determination of lipids. *Lipids Research*, 7, 574-592.
- Pandey, J. P.; Tiwari, A. (2010). Optimization of Biomass Production of *Spirulina maxima*. *J. Algal Biomass Utiln*, 1 (2), 20-32.
- Ramirez, L., Olvera, R. (2006). Conocimientos acerca de alga spirulina ( *Arthrospira*). *Interciencia*, 31(009). Venezuela.
- Sánchez, M.; Bernal, J.; Rozo, C., Rodríguez, I. (2006). *Spirulina (Arthrospira)*: an edible microorganism. A review. *Universitas Scientiarum*. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. [http://www.javeriana.edu.co/universitas\\_scientiarum/vol8n1/J\\_bernal.htm](http://www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum/vol8n1/J_bernal.htm)
- Vásquez, V., Artega, P., Chanamé, K., Esquivel, A. (2013). Crecimiento de *Spirulina* sp. en fotobiorreactor con fuente de luz fluorescente e iluminación en estado sólido. *Scientia Agropecuaria*, 4, 199 – 209.

**Fecha de recibido: 3 jul. 2015**

**Fecha de aprobado: 8 sep. 2015**