

Cultivo casero de Espirulina en Panamá con enfoque de bajo costo y alto contenido nutricional

Home cultivation of Spirulina in Panama with a low cost, high-nutritional approach

Diego Ponce De La Cruz

Colegio Bilingüe de Panamá. Panamá

ponce.diego.andres@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-5097-619X>

Laura De La Cruz Calderón

Universidad Especializada de las Américas. Panamá

laurajaneth04@gmail.com <https://orcid.org/0009-0003-0304-2222>

Liliana Aponte González

Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá. Panamá

yimeth11@gmail.com <https://orcid.org/0009-0008-6667-9403>

Recepción: 3 de enero de 2025

Aprobación: 27 de agosto de 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v6n1.6655>

Resumen

Este estudio busca promover el consumo de espirulina en entornos escolares y universitarios, integrándola en alimentos, bebidas saludables y como fuente de vitaminas para animales y/o plantas. De este modo, se fomenta una nutrición más adecuada, abordando problemas alimentarios comunes en Panamá. La espirulina una cianobacteria con alto contenido proteico y valor nutricional, ha sido estudiada por su potencial en la seguridad alimentaria. Este ensayo presenta los resultados de un cultivo experimental con medios de crecimiento tradicional y caseros, realizado en Panamá.

A pesar de mostrar un crecimiento más lento comparado con sistemas controlados, los niveles nutricionales se mantuvieron adecuados, lo que demuestra su viabilidad como suplemento alimenticio en contextos de bajos recursos.

Palabras clave: cepas, cultivo, cosecha, análisis proximal, nutrientes.

Abstract

This study seeks to promote the consumption of spirulina in school and university settings, integrating it into foods, healthy beverages and as a source of vitamins for animals and/or plants. In this way, more adequate nutrition is promoted, addressing common food problems in Panama. Spirulina, a microscopic algae with high protein content and nutritional value, has been studied for its potential in food safety. This trial presents the results of an experimental culture with traditional and homemade growing media, carried out in Panama.

Despite showing slower growth compared to controlled systems, nutritional levels remained adequate, demonstrating their viability as a food supplement in low-resource contexts.

Keywords: strains, crops, harvest, proximal analysis, nutrients

INTRODUCCIÓN

Panamá enfrenta desafíos importantes en seguridad alimentaria, especialmente en regiones rurales e indígenas, donde el acceso a alimentos ricos en nutrientes es limitado. Según la FAO (2023), garantizar la seguridad alimentaria es un objetivo crucial para el desarrollo sostenible del país.

En este contexto, el cultivo de espirulina representa una solución viable debido a su capacidad de crecimiento en condiciones controladas y su alta concentración de proteínas y nutrientes esenciales (Aguilar & Sánchez, 2019). Sin embargo, la falta de información detallada sobre los procesos de cultivo y cosecha de espirulina en Panamá, así como sobre su análisis nutricional y económico, ha dificultado su adopción a gran escala.

A pesar de los avances en investigación (Gómez, 2020; Mendoza & Castillo, 2021), persisten dudas sobre la rentabilidad y escalabilidad de la producción de espirulina en comunidades rurales. Es fundamental comprender cómo las condiciones climáticas y económicas específicas de Panamá influyen en su producción.

En Panamá, muchas comunidades rurales y urbanas enfrentan limitaciones para acceder a alimentos nutritivos. Al mismo tiempo, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas en la agricultura sigue siendo una práctica común, lo que representa un riesgo para la salud humana y el ambiente. En este contexto, es importante encontrar soluciones sostenibles, accesibles y seguras.

Este ensayo propone una forma de cultivo de la espirulina con recursos de uso común en el hogar, logrando una producción de bajo costo y alta calidad nutricional. Además de su uso como complemento alimenticio para las personas, la espirulina puede utilizarse como suplemento natural en cultivos, ayudando a reducir el uso de químicos, y como fuente de vitaminas en la alimentación animal, lo que amplía sus beneficios y aplicaciones dentro de un modelo de sostenibilidad agrícola y alimentaria.

DESARROLLO

Localización geográfica

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitoplancton de la Estación de Maricultura del Pacífico de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, ubicada en el Puerto de Vacamonte en la Provincia de Panamá Oeste.

Escalamiento gradual

Durante el experimento se utilizó el medio de cultivo RM6 (Tabla 1), también conocido como medio de bajo costo de acuerdo con Raoof et al., 2006. Para la preparación del medio de cultivo RM6, en un matraz se añadieron los cinco primeros componentes del medio, y posteriormente se aforó a 1 litro con agua destilada. En un segundo matraz se preparó por separado el superfosfato, también aforado a 1 litro con agua destilada. Ambos matraces fueron esterilizados en autoclave. Una vez finalizado el proceso de esterilización, las soluciones se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente, se homogenizaron y, por último, se añadió el componente final (bicarbonato de sodio) del medio de cultivo.

Tabla 1.

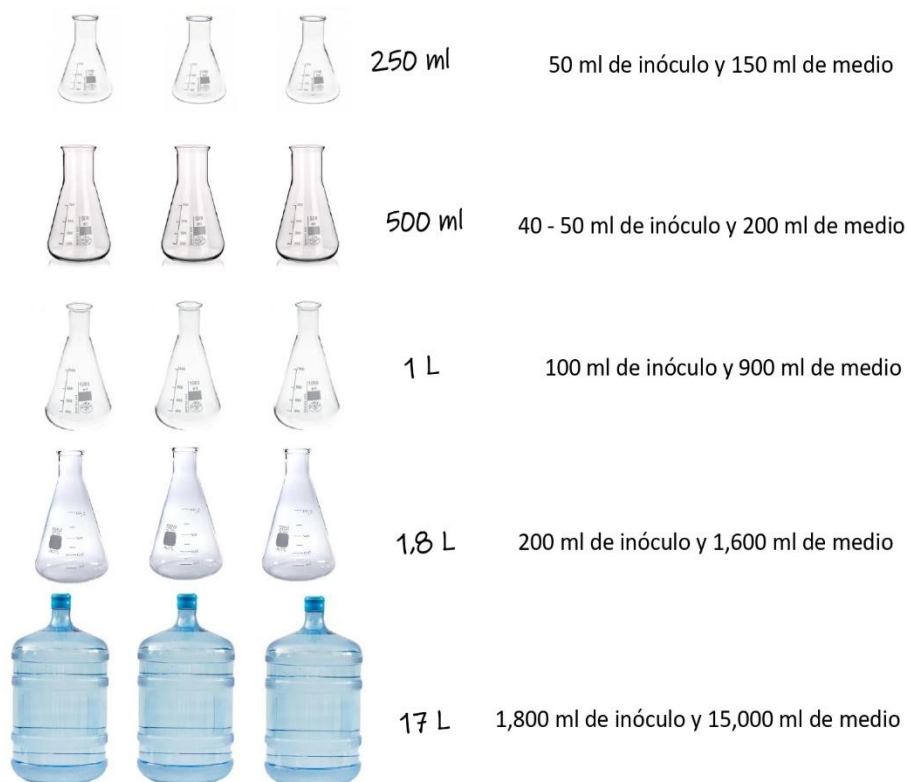
Composición del medio RM6.

Componentes	Composición
Cloruro de calcio (CaCl_2)	0.04 g/L
Cloruro de sodio (NaCl)	0.50 g/L
Cloruro de potasio (KCl)	0.89 g/L
Sulfato de magnesio ($\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.15 g/L
Nitrato de sodio (NaNO_3)	2.50 g/L
Súper fosfato simple ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)	1.25 g/L
Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)	8.0 g/L

Para incrementar el volumen de cultivo de 250 ml a 16.5 L, se empleó la técnica de escalamiento, que consiste en transferir un inóculo desde volúmenes menores a recipientes de mayor capacidad en etapas sucesivas (Jonte et al., 2013). Cada escalado duró aproximadamente 15 días y se realizaron tres réplicas; los primeros dos escalados se mantuvieron sin aireación, pero con agitación manual periódica, mientras que los volúmenes superiores a 1 L recibieron aireación continua. La iluminación fue provista por lámparas fluorescentes con un fotoperiodo continuo (24:0 h) y la temperatura se mantuvo entre 29 y 32 °C (Wen-qing et al., 2016; Kuhnholz et al., 2024).

Figura 1.

Escalado del cultivo de Arthrospira máxima utilizado en el experimento



Los matraces de 250 ml y 500 ml pasaron por el proceso de esterilización en una autoclave (Tuttnauer modelo 3870EL). La inoculación de los cultivos, hasta el segundo escalado, se llevó a cabo dentro de una cámara de bioseguridad Labconco. Por último, se realizó la cosecha de los filamentos utilizando una malla (colocar material), con un tamaño (colocar las micras - μm) y un diámetro de (colocar si se mantiene este dato - 47 mm).

Análisis del crecimiento celular

Para determinar el crecimiento celular en cada fase del escalado del cultivo de la espirulina, se realizó el recuento de filamentos en las réplicas utilizando una cámara de Sedgwick-Rafter, mediante un microscopio Leica ICC50E con objetivo de 10x.

Análisis proximal

Las muestras de biomasa fueron enviadas a un laboratorio especializado, donde se determinaron los valores de componentes clave como nitrógeno total, extracto etéreo, carbohidratos totales, humedad y contenido de cenizas complementar brevemente la técnica empleada en el laboratorio.

Figura 2.

Escalamiento en el cultivo de la espirulina con parámetros físicos y químicos controlados.



El cultivo de espirulina alcanzó una densidad visualmente aceptable entre la cuarta y quinta semana, observándose una coloración verde intenso y un olor indicativo de un crecimiento saludable. Aunque el crecimiento fue más lento en comparación con cultivos en condiciones controladas, esto era esperable al utilizar medios caseros, sin equipos sofisticados ni control de temperatura o luz, como se realizan en producción de gran escala. No obstante, a pesar de estas limitaciones, el análisis nutricional de la biomasa cosechada en muestra húmeda mostró un contenido de carbohidratos totales de 4.84%, nitrógeno total de 0.25%, humedad de 93.4%, y cenizas de 0.063% (Tabla 2).

Tabla 2.*Composición del análisis proximal de la espirulina*

<i>Parámetros</i>	<i>Resultados</i>
<i>Nitrógeno Total</i>	0.25 %
<i>Extracto Etéreo</i>	0.10 %
<i>Carbohidratos Totales</i>	4.84 %
<i>Humedad</i>	93.4 %
<i>Cenizas</i>	0.063 %

Estos valores, aunque más bajos que en muestras deshidratadas, demuestran que incluso con medios sencillos, la espirulina conserva cualidades útiles para su aplicación nutricional.

La inversión inicial fue menor a B/.200.00, lo cual refuerza la viabilidad económica del cultivo casero. Además de su valor como suplemento nutricional para humanos, se comprobó que cuenta con potencial como complemento en la alimentación de animales y como biofertilizante para cultivos, gracias a su aporte de nutrientes esenciales. Esta versatilidad convierte a la espirulina en una herramienta prometedora dentro de modelos de agricultura sostenible y autosuficiencia alimentaria.

El presente ensayo busca abrir un debate sobre cómo este tipo de soluciones simples pueden integrarse en estrategias comunitarias, educativas y agrícolas. Si bien los resultados obtenidos son alentadores, se reconoce la necesidad de ampliar la investigación, incorporando ensayos a mayor escala, análisis de impacto en la salud animal y vegetal, y evaluaciones de sostenibilidad a largo plazo. También se propone investigar mecanismos de adaptación del cultivo a diferentes condiciones climáticas y sociales en el país. Estas líneas

futuras de estudio permitirán fortalecer aún más la base científica y técnica del uso de espirulina como solución accesible, sostenible y replicable en Panamá.

El cultivo de la especie de espirulina *Arthrospira* máxima en medio RM6, en un volumen de 1 L, presentó filamentos largos con aproximadamente 6-8 ondulaciones, y muy pocos filamentos menor tamaño. La coloración verde amarillenta fue indicativa de un cultivo notoriamente estresado, ya que, al retirar la aireación, la espirulina no se mantuvo suspendida en la columna de agua, sino que se sedimentó, sin embargo, el crecimiento celular se desarrolló de manera aceptable (Tabla 3). De igual forma al momento de la inoculación la espirulina presento el estrés donde se observa una gran mortalidad a causa de dicho estrés formando un sedimento conformado de células muertas de espirulina totalmente decoloradas y cuarteadas. Este sedimento dentro del cultivo fue notorio a simple vista, este fenómeno ocurre justo al momento de inoculación, este estrés es superado en un periodo de 24 h, en donde los filamentos sobrevivientes logran aclimatarse y reproducirse rápidamente, estabilizándose así el cultivo. Posteriormente al estrés post inoculación cultivo se desarrolló con normalidad sus 15 días, realizando conteos de filamentos reflejados en la tabla 3, evaluaciones periódicas en cuanto a cantidad de ondulaciones por filamento, color de filamento de espirulina cada tres días.

Tabla 3.

Conteo de cel./ml de Arthrospira máxima en medio de cultivo RM6 en cultivo de 1000 ml.

Días / Replicas (cel./ml)	1	3	6	9	12	15
1	3030	8600	12226	17600	19766	18900
2	3433	8533	14366	19133	23000	21833
3	3888	8400	14066	20000	21766	17900

De igual manera al momento de sacar la muestra cada tres días se tomaban datos de temperatura ambiental y temperatura del cultivo, radiación fotosintética activa, pH y salinidad, llevando así una evaluación completa de los parámetros fisicoquímicos

CONCLUSIONES

El cultivo casero de espirulina en Panamá representa una alternativa viable, accesible y de bajo costo para enfrentar los desafíos actuales en alimentación y sostenibilidad. Esta microalga, conocida por su alto contenido de proteínas, minerales y vitaminas, puede ser cultivada en espacios reducidos utilizando materiales simples, lo que la hace ideal para su implementación en hogares, escuelas y comunidades rurales.

Más allá de su valor como suplemento alimenticio humano, la espirulina también ofrece beneficios importantes en la producción agrícola y animal. Puede utilizarse como biofertilizante natural, mejorando la calidad del suelo y la salud de las plantas sin recurrir a químicos que dañan el ambiente. En el ámbito pecuario, su uso como aditivo en la alimentación animal aporta vitaminas esenciales que fortalecen el sistema inmunológico y mejoran la salud general de especies como aves, peces y cerdos.

Por su capacidad de adaptarse a diferentes entornos, su valor nutricional y sus múltiples aplicaciones, el cultivo de espirulina puede convertirse en una herramienta poderosa para fortalecer la seguridad alimentaria, reducir la dependencia de productos industriales y promover prácticas sostenibles en diversas áreas de la vida cotidiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. & Sánchez, M. (2019). Evaluación del cultivo de espirulina (*Spirulina platensis*) en Panamá: Una opción para el desarrollo sostenible. *Revista Panameña de Ciencias Ambientales*, 7(2), 45-58.
- FAO. 2023. El camino hacia la seguridad alimentaria y nutricional en Panamá. Panamá. <https://doi.org/10.4060/cc8714es>
- Gómez, R. (2020). La producción de espirulina en Panamá: Oportunidades y desafíos en el mercado internacional. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Panamá, 24-37. Jonte-Gomez, L.; Rosales-Loaiza, N.L.; Bermúdez-González & J.L.;
- Morales-Avendaño, E.D. (2013). Cultivos discontinuos alimentados con urea de la cianobacteria *Phormidium* sp. en función de la salinidad y edad del cultivo. *Revista colombiana de Biotecnología*, v. 15, n. 2, 2013, p. 38-46. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v15n2.28125>
- Kuhnholz, J., Glockow, T., Siebecke, V. et al. (2024). Comparación de diferentes métodos de extracción de ficocianina de la cianobacteria *Arthrospira maxima* (Spirulina). *J Appl Phycol* 36: 1725-1735. <https://doi.org/10.1007/s10811-024-03224-y>
- Mendoza, P. & Castillo, S. (2021). Estudio sobre la viabilidad económica de la producción de espirulina en las comunidades rurales de Panamá. *Revista Economía Rural y Desarrollo Sostenible*, 15(4): 67-82.
- Raoof B., Kaushik B.D., Prasanna R. (2006): Formulation of a low-cost medium for mass production of *Spirulina*. *Biomass and Bioenergy*, 30: 537–542. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.09.006>
- Wen-quin, S., Si-dong, L., Gao-rong, L., Wen-hua, W., Quing-xiang, C., Young-quiang, L., Xu, L. (2016): Investigación de los principales factores que afectan la tasa de crecimiento de la espirulina. *Optik*, 127 (16): 6688 -6694. <https://doi.org/10.1016/j.jleo.2016.04.125>