

Año 13, PCTI 207-2022-06-04

## Uso de fertilizantes agrícolas en la producción de la microalga *Nannochloropsis salina* para su aprovechamiento en acuicultura

Aguilar-Reynaga Guadalupe Abigail<sup>1</sup>, Vega-Villasante Fernando<sup>1</sup>, Guerrero-Galván Saul Rogelio<sup>1</sup>, Vargas-Ceballos Manuel<sup>1</sup>, Badillo-Zapata Daniel<sup>1, 2\*</sup>

Universidad de Guadalajara, 1Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa (CUCOSTA), Av. Universidad de Guadalajara no. 203, Del. Ixtapa, C.P. 4 8280, Puerto Vallarta, Jalisco, México. 2 Cátedras CONACYT, México, DF. [danielbad00@hotmail.com](mailto:danielbad00@hotmail.com)

Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

### Abstract

In aquaculture, one of the significant challenges is feeding the larval stages of fish, crustaceans, and mollusks, where microalgae are the first link in the food chain. The use of commercial agricultural fertilizers in the growth of the microalgae *Nannochloropsis salina* was evaluated for its potential use in aquaculture. Different fertilizers were supplied in equal amounts of nutrients (Nitrogen: Phosphorus: Potassium); temperature ( $26.0 \pm 1.0$  °C) and light (1600 luxes) were constant 24 hours a day. The treatments were performed in triplicate. As a result, Bayfolan forte® was the agricultural fertilizer with the highest cell concentration ( $1.5 \times 10^8$  cells·mL<sup>-1</sup>) on day 13, while Gro-Green® and Nitrofoska Azul® had concentrations of  $7.2 \times 10^7$  and  $1.3 \times 10^8$  cells·mL<sup>-1</sup> on days 47 and 54, respectively.

**Keywords:** microalgae, fertilizers, *Nannochloropsis salina*.

### Resumen

En acuicultura, uno de los grandes retos es la alimentación en etapas larvales de peces, crustáceos y moluscos, donde las microalgas son indispensables. Se evaluó el uso de fertilizantes agrícolas comerciales en el crecimiento de la microalga *Nannochloropsis salina* para su potencial uso en acuicultura. Se suministraron diferentes fertilizantes en concentraciones iguales de los nutrientes (Nitrógeno: Fósforo: Potasio), la temperatura ( $26.0 \pm 1.0$  °C) y la luz (1600 luxes) fueron constantes las 24 horas del día. Los tratamientos se realizaron por triplicado. Como resultado Bayfolan forte® fue el fertilizante agrícola con la mayor concentración celular de *N. salina* ( $1.5 \times 10^8$  cel·mL<sup>-1</sup>) al día 13, mientras que Gro-Green® y Nitrofoska Azul® tuvieron concentraciones de  $7.2 \times 10^7$  y  $1.3 \times 10^8$  cel·mL<sup>-1</sup> al día 47 y 54, respectivamente.

**Palabras clave:** microalgas, fertilizantes, *Nannochloropsis salina*.

### Problemática

Actualmente la acuicultura es uno de los sectores con mayor crecimiento en la producción de alimento para consumo humano; sin embargo, en el cultivo de organismos acuáticos, la fase larval es la más crítica para muchas de las especies utilizadas, por la necesidad de microorganismo vivos, indispensables en algunas ocasiones, para la alimentación. Frecuentemente, el primer alimento suministrado a los estadios larvales son microalgas y generalmente se utiliza el medio de cultivo el F/2 de Guillard; sin embargo, el acceso a este medio puede ser limitado, además de su alto costo y presenta una caducidad muy rápida. En contraste, los fertilizantes agrícolas, que contienen nutrientes necesarios para cubrir las necesidades nutricionales de las microalgas, son accesibles y económicos. El uso de fertilizantes agrícolas resuelve ambas limitantes que se tienen cuando se utiliza el medio F/2 de Guillard.

### Usuarios

Los laboratorios de producción de larvas de peces, crustáceos y moluscos para acuicultura que requieren microalgas a bajo costo y con insumos accesibles.

### Introducción

Las microalgas son organismos microscópicos fotosintéticos que crecen en agua dulce, salobre y salada; su productividad depende de varios factores como pH, temperatura, salinidad, luz, nutrientes, entre otros (Mayorga y Manso, 2017). En el ambiente natural las condiciones ambientales (temperatura, pH, salinidad) modifican la velocidad de crecimiento poblacional de las microalgas (Martínez, 2008). En el cultivo en lote en el laboratorio, se reconocen diferentes fases de crecimiento: a) fase de adaptación, b) aceleramiento, c) crecimiento exponencial, d) desaceleración o crecimiento lento, e) crecimiento estacionario y f) fase de muerte (Fig. 1) (Arredondo y Voltolina, 2007). Estas fases de crecimiento describen como cambia la concentración celular, la biomasa y la composición bioquímica de las microalgas (Amat et al., 1992; Sánchez-Torres et al., 2008; Montez-González, 2014). En los últimos años, la importancia y el uso de *Nannochloropsis salina*, aumentó considerablemente por sus propiedades nutricionales, ya que posee un alto contenido en ácidos grasos de la cadena n3, específicamente en el ácido eicosapentaenoico (EPA), que es de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de las larvas de peces, moluscos y crustáceos (Montes-Gonzales, 2014). El uso de fertilizantes agrícolas es una excelente opción como medio de cultivo para el crecimiento de microalgas esto por que presentan una gran eficiencia y alta asimilación, teniendo una alta productividad en cuanto a biomasa (Gonzales-Muñoz, 2006 y Silva-Benavides, 2016). Por tal motivo se decidió utilizar distintos fertilizantes agrícolas comerciales en el crecimiento y producción de la microalga *Nannochloropsis salina* para su posible aprovechamiento en la industria acuícola.

### Objetivos

Evaluar el efecto del uso de fertilizantes agrícolas en el crecimiento de *N. salina* para su uso acuícola.

### Materiales y Métodos

El ensayo experimental se realizó en el Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental del CUCOSTA. Se utilizó una cepa de microalga *Nannochloropsis salina* que nos fue proporcionada por el Laboratorio de Microalgas de la Facultad de Ciencias del Mar (FACIMAR) de la Universidad Autónoma de Sinaloa, unidad Mazatlán, Sinaloa, México. Se mantuvieron características fisicoquímicas, ambientales (salinidad 15 UPS, temperatura  $26.0 \pm 1.0$  °C y de luz 1600 luxes) por 24 hrs. Para la utilización de los fertilizantes se realizó un balance estequiométrico para proveer en la misma concentración los principales nutrientes N12-P8-K6 (Nitrógeno: Fósforo: Potasio). Se utilizaron los tratamientos T1 (Bayfolan forte®), a una concentración de 1.0mL/L de agua, cuya presentación es líquida, el tratamiento T2 (Nitrofoska azul®) en una concentración de 1.0g/L y T3 (Gro-Green®) en una concentración de 0.5g/L estos dos últimos son granulados y el T4 (Blanco) agua destilada preparada a 15 UPS. La composición nutricional de los fertilizantes (Tabla I). El ensayo tuvo una duración de 54 días. El medio de cultivo se realizó a una salinidad de 15 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad) en un volumen de 1L. Cada uno de los tratamientos fue por triplicado y se adicionaron 50 mL de microalga *N. salina* como inóculo. Se realizó un conteo diario de células·mL<sup>-1</sup> con una cámara de Neubauer, en un microscopio óptico marca AmScope®, utilizando la siguiente fórmula: #cel/mL = Cc x 25 x 1000, donde CC es igual al promedio de células observadas de los cinco cuadros contados en el hematócitómetro de Neubauer, el 25 corresponde a los cuadros centrales y el 1000 corresponde al volumen de donde se tomó la muestra. Los datos del crecimiento de la microalga se sometieron a una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ( $p < 0.05$ ) y de homocedasticidad de Levene ( $p < 0.05$ ) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y los días de cultivo. Se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y cuando se detectaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos y se aplicó una prueba a posteriori de Tukey. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SigmaPlot 11.0 (SystatSoftware, Inc, Chicago, IL, EE.UU.).



Figura 1. Curva de crecimiento típica para una población de microalgas, en la cual se indican las diferentes fases. Número logarítmico de la cantidad de células de microalgas en el cultivo (modificada de Arredondo y Voltolina, 2007).

### Resultados y Discusión

El tratamiento T1 y el tratamiento T4 iniciaron con una densidad celular promedio de  $1.3 \times 10^7 \pm 1.72 \times 10^6$  células·mL<sup>-1</sup>. El tratamiento T1 para el día 13 se presentó la mayor contracción con  $1.5 \times 10^8 \pm 1.3 \times 10^7$  células·mL<sup>-1</sup> y a partir de este día se presentó el decremento en la concentración celular por lo que al día 20 se dio por terminado este tratamiento, debido a que ya se encontraba en la fase de muerte celular. El T4 al tercer día presentó el pico más alto  $3.5 \times 10^7 \pm 5.8 \times 10^6$  células·mL<sup>-1</sup> y para al día 7 se decidió terminarlo por encontrarse en fase de muerte. Para los tratamientos T2 y T3, en el día 1 de cultivo presentaron un promedio celular de  $3.5 \times 10^7 \pm 1.5 \times 10^6$  células·mL<sup>-1</sup> y para el día 54 el tratamiento T2 presentó la mayor concentración de células con un promedio de  $7.2 \times 10^7 \pm 2.1 \times 10^6$  células·mL<sup>-1</sup> y para el día 47 el tratamiento T3 alcanzó la mayor concentración con un promedio de  $1.3 \times 10^8 \pm 2.6 \times 10^6$  células·mL<sup>-1</sup> (Fig. 2). Actualmente para la producción de distintas especies de microalgas se han comenzado a utilizar fertilizantes de uso agrícola en sustitución de los fertilizantes tradicionales (Silva-Benavides, 2016; Brito et al., 2016;). Brito y col. (2016), evaluaron tres fertilizantes (F/2 de Guillard, Quimifol® y Nitrofoska®) en la producción de la microalga *Hyaloraphidium contortum*, obtuvieron como resultado que la mayor densidad poblacional, tasa de crecimiento instantáneo y productividad lo tuvieron con el sistema F/2 de Guillard, atribuyen este resultado a que los fertilizantes (Quimifol® y Nitrofoska®) se presentan una forma granulada, lo que podrían presentar una biodisponibilidad retardada en la microalga en comparación con el fertilizante F/2 de Guillard que se encuentra en forma líquida. Así mismo, Mercado-Tupiño (2016) evaluó el efecto de diferentes fertilizantes (Kelpway®, Panteranitró®, Bayfolan forte® y F/2 de Guillard) en el cultivo de la microalga *Chaetoceros gracilis*, y obtuvo como resultado que el mejor crecimiento celular se dio con el fertilizante Bayfolan forte®. Similares resultados se obtuvieron en el presente experimento ya que Bayfolan forte® se encuentra en forma líquida que permite que tenga una mayor biodisponibilidad para las microalgas, y que Nitrofoska azul y Gro-Green al ser fertilizantes granulados su liberación podría retardar el crecimiento de las células; sin embargo, después de varios días las células se adaptan al fertilizante y empieza su crecimiento. Este proceso de rápida asimilación del fertilizante Bayfolan forte® por las

Tabla I. Composición nutricional de los fertilizantes utilizados para los ensayos experimentales. Bayfolan®, Nitrofoska azul y Gro-Green.		
	Composición	Porcentaje en peso/ peso
Bayfolan®	Nitrógeno total (N)	11.47%
	Clorhidrato de tiamina	0.00%
	Fósforo (P2O5)	8.00%
	Azufre (S)	0.23%
	Potasio (K2O)	6.00%
	Calcio (CaO)	0.03%
	Boro (B)	0.04%
	Cobalto (Co)	0.00%
	Cobre (Cu)	0.04%
	Manganeso (Mn)	0.04%
	Hierro (Fe)	0.05%
	Magnesio (MgO)	0.03%
	Molibdeno (Mo)	0.01%
	Ácido indol acético	0.00%
Zinc (Zn)	0.08%	
Nitrofoska azul	Nitrógeno total (N)	12%
	N amoniacal	7%
	N nítrico	5%
	Fósforo (P2O5)	12%
	Potasio de sulfato	17%
	Azufre (S)	20%
	Calcio (Ca)	5%
	Magnesio (Mg)	2%
	Boro (B)	0.02%
	Zinc (Zn) Quelatado	0.01%
Gro-Green	Nitrógeno total (N)	18%
	Fósforo (P2O5)	18%
	Potasio (K2O)	18%
	Magnesio (MgO)	3%
	Azúfres (S)	2.50%
	Boro (B)	0.01%
	Cobre (Cu) Quelatado	0.03%
	Manganeso (Mn) Quelatado	0.10%
	Hierro (Fe) Quelatado	0.03%
	Molibdeno (Mo)	0.00%
	Zinc (Zn) Quelatado	0.00%

microalgas en la industria acuícola resulta ser muy benéfico porque se refleja en un menor tiempo de cultivo celular y resulta en menor costo comparado con el uso de los otros fertilizantes.

### Conclusiones

El fertilizante agrícola Bayfolan forte® fue la mejor opción para producir y cultivar la microalga *N. salina* ya que obtuvo una mayor concentración celular en un menor tiempo en comparación con otros fertilizantes. Resulta necesario continuar con esta investigación utilizando distintas concentraciones del fertilizante Bayfolan forte® en el cultivo de *N. salina*.

### Impacto Socioeconómico

El impacto socioeconómico se asocia en la producción de microalgas como alimento para las larvas de las distintas especies que se cultivan en acuicultura y el uso del fertilizante agrícola Bayfolan forte® que es un insumo de fácil acceso ayuda a reducir los tiempos de producción y los costos. Bayfolan forte® presentó la mayor concentración celular en el día 13, Nitrofoska azul en el día 54 y gro Green en el día 47, teniendo una diferencia mínima de 34 días entre los tratamientos. Con respecto a los costos este es un aproximado para cada uno, en pesos mexicanos, Bayfolan forte® \$110.00, Nitrofoska azul \$85.00 y Gro Green \$125.00.

Contacto PCTI:  
[hnelasco2008@hotmail.com](mailto:hnelasco2008@hotmail.com)

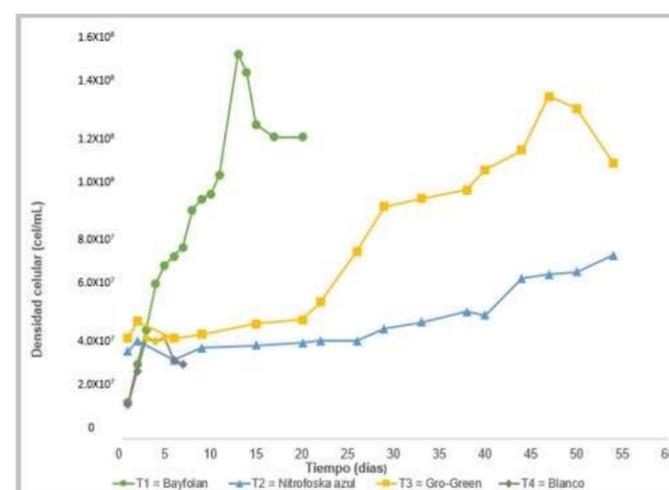


Figura 2. Densidad celular promedio (células·mL<sup>-1</sup>) de la microalga *Nannochloropsis salina* de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (Bayfolan, Nitrofoska Azul, Gro-Green y el Blanco).