

# EVALUACIÓN DE SOLUCIONES DE MICROALGAS (*Scenedesmus* sp) COMO BIOESTIMULANTE NATURAL EN EL CULTIVO HIDROPÓNICO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)

Moraima Mera<sup>1</sup>, Edmundo Recalde<sup>1\*</sup>, Katherine Lema<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales

\*Autor para correspondencia: [erecalde@pucesi.edu.ec](mailto:erecalde@pucesi.edu.ec)

Recibido: 2019/08/16

Aprobado: 2019/11/30

DOI: <https://doi.org/10.26621/XV21.2019.12.A06.PUCESI.2550.6684>

## RESUMEN

Con el fin de realizar un primer aporte al uso de nutrientes provenientes de algas unicelulares se realizó un ensayo, cuyo propósito principal consistió en evaluar el aporte nutricional de algas unicelulares (*Scenedesmus* sp) vivas en una solución nutritiva que se utiliza comúnmente en hidroponía. Se evaluaron tres dosis de solución de microalgas como bioestimulante natural en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*): en una concentración baja de algas ( $40 \times 10^4$  cél. ml<sup>-1</sup>); media de algas ( $80 \times 10^4$  cél. ml<sup>-1</sup>); y alta de algas ( $120 \times 10^4$  cél. ml<sup>-1</sup>); el testigo fue una solución nutritiva sin la adición de microalgas. Se utilizaron algas provenientes del laboratorio de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales en donde se realizó la producción microalgal para posteriormente añadir al sistema de producción hidropónico. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los bloques se colocaron en forma perpendicular a la luminosidad considerada como factor no controlable. Diariamente se evaluó la solución nutritiva hidropónica, se mantuvo un pH constante 6 a 7,3 y una conductividad eléctrica de dSm<sup>-1</sup>. Al finalizar el ciclo de desarrollo se pesó las raíces y hojas. El análisis de varianza detectó diferencias significativas para los tratamientos ( $p < 0.05$ ). Al finalizar el ensayo, el promedio de peso aéreo por planta fue de 34.3 g. para el testigo (sin adición de solución de microalgas), mientras que para la solución de microalgas alta ( $120 \times 10^4$  cél ml<sup>-1</sup>) fue de 46.32 g. Por todo ello, se puede determinar que el uso de soluciones de microalgas vivas durante el ciclo de desarrollo de lechuga hidropónica provoca un incremento en la producción de lechuga sin afectar a la solución hidropónica ni tampoco a la planta.

**Palabras clave:** Hidroponía, microalgas, bioestimulante, activador biológico, *Scenedesmus* sp.

## ABSTRACT

In order to make a first contribution in the use of nutrients coming from unicellular algae, a test was realized, its main purpose consisted on evaluate the nutritional contribution of live unicellular algae. (*Scenedesmus* sp) in a nutritive solution that is commonly used in hydroponic. Three doses of microalgae solution were evaluated as a natural bio stimulant in the lettuce production. (*Lactuca sativa*): in a low concentration of algae ( $40 \times 10^4$  cel. ml<sup>-1</sup>); medium concentration ( $80 \times 10^4$  cel. ml<sup>-1</sup>); and high ( $120 \times 10^4$  cél. ml<sup>-1</sup>); the witness was a nutritive solution without microalgae addition. There were used microalgae from the laboratory of Agricultural and Environmental Sciences School where the microalgae were produced to add them to the hydroponic production system later. A completely randomized block design was used in four treatments and three repetitions. The blocks were placed perpendicularly to the luminosity considered as a non-controllable factor. The hydroponic nutritive solution was evaluated daily, the pH was constant 6 to 7,3 and the electrical conductivity was 1,7 a dSm<sup>-1</sup>. At the end of the development cycle, the roots and leaves were weight. The variance analysis detected significant differences for the treatments ( $p < 0.05$ ). At the end of the essay, the aerial weight average per plant was 34.3 g. for the witness (without microalgae solution addition), while for the high microalgae solution ( $120 \times 10^4$  cel ml<sup>-1</sup>) was 46.32 g. Therefore, the use of live microalgae solutions during the hydroponic lettuce development cycle provokes a lettuce production increase without affecting the hydroponic solution or the plant.

**Keywords:** Hydroponics, microalgae, biostimulant, biological activator, *Scenedesmus* sp.

## INTRODUCCIÓN

El interés por el uso de materiales biológicos provenientes de microalgas está permitiendo que dentro del desarrollo agrícola se involucren productos amigables con el medio ambiente, dando alternativas para suplir necesidades nutricionales de las plantas y disminuir el uso de fertilizantes químicos. Una de estas características es aprovechar las algas unicelulares como bioestimulantes dentro de los aportes regulares de nutrición química en los cultivos hidropónicos.

La hidroponía nace como respuesta a la falta de suelos y del recurso hídrico para producir alimentos y, sobre todo, para obtener productos sanos y libres de contaminación. Se considera como una actividad amigable con el ambiente pues se regulan las necesidades de agua, suelo y nutrientes. No obstante, el uso de fertilizantes químicos en la nutrición hace que la actividad no sea ecológica en su totalidad.

Ciertos bioestimulantes de origen natural usados en agricultura son derivados de algas y basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas. La bioestimulación apunta a entregar pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, con el fin declarado de ahorrarle a la planta gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés. De esta forma, se logra mejorar largo de brotes, cobertura foliar, profundidad de los sistemas radiculares, etc. (Reyes, 2009).

El cultivo en hidroponía es una alternativa para producir diferentes especies de plantas sin necesidad de usar el suelo, cubriendo todas las necesidades de los cultivos como son la luz, el agua, la temperatura y disponibilidad de nutrientes (Beltrano, 2015).

Es muy importante tomar en cuenta que el gasto del agua y fertilizantes químicos en este sistema disminuye gracias a la recirculación de la solución nutritiva disponible, obteniendo ahorros de hasta 30%, por lo que se inhibe un impacto directo de infiltración de sales, elementos que van directamente a mares y ríos, según lo menciona Gutiérrez (2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI), localizada en la Ciudad de Ibarra (Figura 1).



**Figura 1.** Invernadero de la Granja experimental PUCESI.

## Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos. Los bloques se ubicaron en forma perpendicular al factor no controlable (luminosidad) debido a que el invernadero se encontraba ubicado junto a una loma. Para determinar el mejor tratamiento se utilizó una comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

- T1: solución hidropónica común (Testigo).
- T2: solución hidropónica común + Solución de algas baja:  $40 \times 10^4$  cel  $\text{ml}^{-1}$ .
- T3: solución hidropónica común + Solución de algas media:  $80 \times 10^4$  cel  $\text{ml}^{-1}$ .
- T4: solución hidropónica común + Solución de algas alta:  $120 \times 10^4$  cel  $\text{ml}^{-1}$ .

## Producción de microalgas

La producción inicial de microalgas se desarrolló en botellones de 20 litros en un invernadero y con aireación constante. Posteriormente, para incrementar la producción de microalgas, se utilizó un sistema de paneles verticales con lámina geotextil en donde se colocó la solución de microalgas (Figura 2).



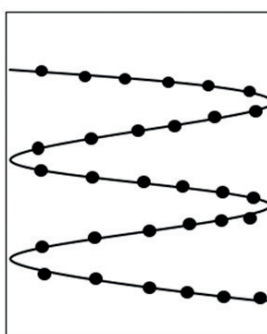
**Figura 2.** Producción de algas en botellones y paneles a nivel de invernadero.

## Instalación del sistema hidropónico

Se utilizó un invernadero en donde se distribuyeron 12 unidades experimentales, cada una de ellas formada por 60 plantas, distribuidas la mitad con dirección al este y la otra con dirección al oeste. Cada unidad experimental contó con una bomba de recirculación y un tanque de almacenamiento de solución recirculante de 20 litros. La bomba sumergible distribuye la solución equitativamente tanto a las plantas ubicadas en el lado este como en el oeste (Figura 3).

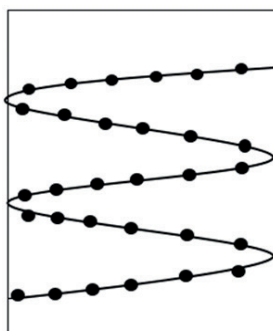
Se utilizó tubería PVC de 3 pulgadas, en la que se practicaron agujeros a una distancia de 15 cm en donde se colocaron las plantas. De las 60 plantas con las que cuenta la unidad experimental, se consideraron las plantas centrales como parcela neta (24 plantas por unidad experimental). No se consideró las plantas ubicadas en la primera y última hilera por considerarse efecto de borde (Figura 4).

Vista este



Número de plantas: 30  
Número de filas: 5  
Plantas por parcela neta: 12

Vista oeste



Número de plantas: 30  
Número de filas: 5  
Plantas por parcela neta: 12

**Figura 3.** Unidad experimental del sistema hidropónico



**Figura 4.** Instalación del sistema hidropónico.

Se utilizaron plantas de lechuga (variedad crespita) de 30 días de edad adquiridas en la empresa Pilonés La Victoria S.A (PILVICSA). En todas las unidades se utilizaron plantas homogéneas, cuyas raíces fueron lavadas cuidadosamente con el fin de eliminar el sustrato preexistente; dicho plantón se colocó en un envase plástico provisto de un agujero y espuma flex como soporte de la planta. Se colocaron en cada agujero del sistema hidropónico teniendo cuidado de ubicar las plantas de tal manera que sus raíces tuvieran contacto con el agua que se encuentra recirculando al interior de los tubos PVC.

## Manejo del cultivo

Con el fin de mantener un pH óptimo en el sistema recirculante se reguló con ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) (6 a 7 que es el óptimo). La toma de muestras del medio recirculante se realizó todos los días en las primeras horas de la mañana. De la misma manera, se evaluó el consumo de agua desde el inicio hasta el final de la fase experimental. Este procedimiento se realizó por medición directa con una probeta (Figura 5).

En los primeros 3 días se colocó únicamente agua en el medio recirculante, con el fin de adaptar las plantas al medio; al cuarto día, se añadió una solución hidropónica común en todas las unidades experimentales de acuerdo a FAO (2003): fosfato mono amónico 34 g, nitrato de calcio 208 g, nitrato de potasio 110 g, por litro y otra solución de microelementos (sulfato de magnesio 61.5 g, sulfato de cobre 0.06 g, sulfato de manganeso 0.31 g, sulfato de zinc 0.15 g, ácido bórico 0.78 g, molibdato de amonio 0.0025 g, quelato de hierro 6.25 g).

Al noveno día se aplicaron las soluciones de microalgas (dosis baja, media y alta). Pasando un día, se realizó el conteo celular; para esto se utilizó un microscopio con una cámara de Neubauer. Las plantas se cosecharon a los 30 días y se procedió a realizar las mediciones de largo de hoja y raíz, peso de hoja y raíz y materia seca.

Se definieron 3 etapas: la etapa inicial en donde no se colocó soluciones de microalgas (hasta el día 8), etapa media en donde se desarrollan las microalgas (hasta el día 20), y la etapa final en donde disminuye la producción de microalgas (hasta el día 30).



**Figura 5.** Vista de tanques de recirculación con solución de microalgas y plantas listas para la cosecha de lechugas

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Potencial Hidrógeno (pH)

Durante la fase experimental el pH se mantuvo en un rango de 6 a 7.3. Así, los primeros días, en donde no se colocó solución nutritiva, el agua mantuvo un pH de 7.2; en el día 4<sup>o</sup> se colocó la solución nutritiva, modificándose el pH a 6.3. En el día 9<sup>o</sup>, luego de colocar la solución de microalgas, varió el pH por tratamiento, debido a la concentración celular. Posteriormente, se realizó una segunda aplicación de solución nutritiva (día 17), con el fin de suplir las necesidades nutricionales.

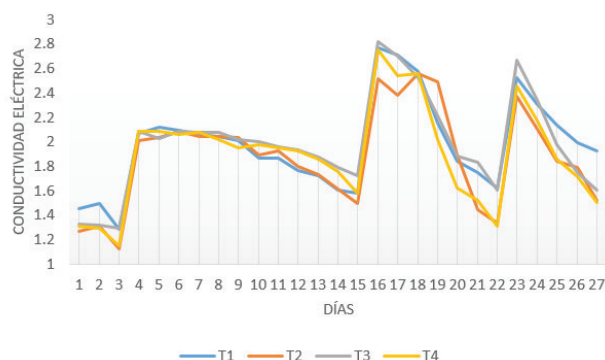


**Figura 6.** Evaluación de pH por tratamiento

Esta variable de control se logró mantener en un rango de 6 a 7, lo cual es lo ideal, pues, según registros de la FAO, el pH se mantiene en un rango óptimo de 6 a 8 para las microalgas, debido a que de este modo se favorece la absorción de cationes como el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^{+}$ . La disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo al pH de la solución nutritiva, por eso es recomendable mantenerlo dentro de un rango que va de 5.5 a 7, en el cual los nutrientes están disponibles para la planta (Figura 6). Es además un rango favorable para el crecimiento de las algas, las mismas que proveerán con los nutrientes necesarios para el cultivo (Quevedo, Morales y Acosta 2007).

### Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica se mantuvo en un rango de 1,7 a 2,8  $\text{dSm}^{-1}$  durante la fase experimental. Como era de prever, la aplicación de soluciones de microalgas y el uso de solución nutritiva varía su conductividad eléctrica de acuerdo al tratamiento (Figura 7).



**Figura 7.** Evaluación de Conductividad eléctrica por tratamiento

Van der Boon (1990) encontró que la conductividad eléctrica en la solución nutritiva permite un mayor rendimiento en el cultivo de lechuga, oscilando entre 1.6 a 2.13  $\text{dSm}^{-1}$ , que coincide con los valores de la solución que se manejó en el tratamiento de hidroponía del presente estudio (Barrios, 2004).

Cabe señalar que la mayor absorción nutricional para cultivo de lechuga, en condiciones de hidroponía, se da cuando la conductividad eléctrica en la solución tiene valores que oscilan entre 1.5 a 1.8  $\text{dSm}^{-1}$ , ya que la presión osmótica que ejerce la raíz bajo estas condiciones favorece una mayor absorción de nutrientes (Hadid, A. et al, 1996).

### Sólidos disueltos totales y concentración de sales

El rango de Sólidos Disueltos Totales (SDT) fue de 0,9



a 1,5 ppm, moviéndose en un rango que varió con la aplicación de la solución nutritiva y de las microalgas. La concentración de las sales en las unidades experimentales mantiene valores muy similares en todos los tratamientos, que cambian cuando se aplica la solución de microalgas; en ese momento se pueden observar diferencias entre ellos. El rango de la concentración de la sal fue de 0.8 a 1.4 ppm (Figuras 8 y 9).

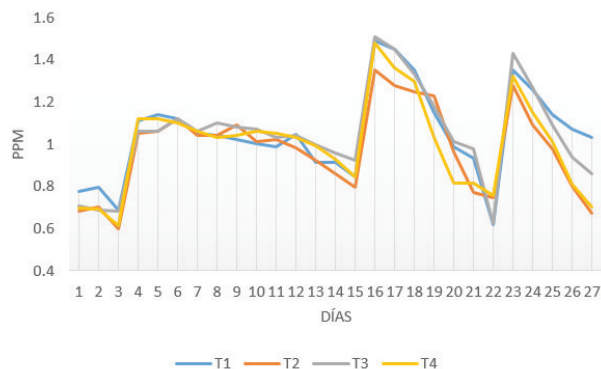


Figura 8. Evaluación de sólidos disueltos totales por tratamiento.

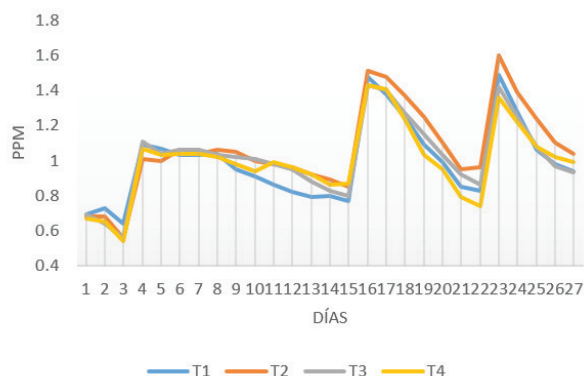


Figura 9. Evaluación de sal por tratamiento

Dichos resultados pueden explicarse debido a que las microalgas poseen propiedades reguladoras, por lo que liberan lentamente nutrientes y son ricas en micro elementos (Días, J. et al, 2016), todos ellos representados en la concentración de sales y los sólidos disueltos totales, que se incrementan al adicionar las concentraciones de *Scenedesmus* sp, como se indica en Quevedo, et al (2007).

## Absorbancia

La evaluación de la absorbancia (calidad para absorber) antes de la adición de las soluciones de micro-algas fue relativamente baja, con valores cercanos a cero como se puede evidenciar en la figura 10; sin embargo,

una vez adicionada la solución, se incrementa la absorbancia debido a la concentración de sales disueltas, especialmente al contenido de cationes como calcio, magnesio, potasio, cobre, sodio, manganeso, entre otros (Quevedo et al., 2007).

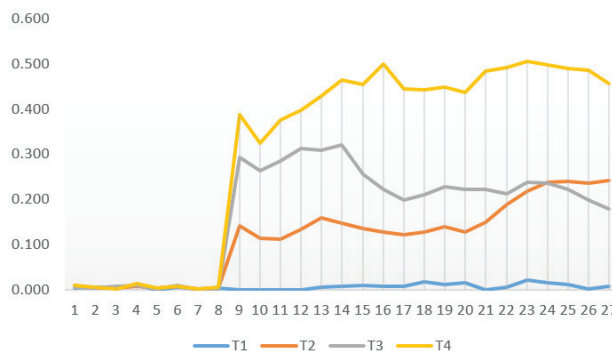


Figura 10. Evaluación de absorbancia por tratamiento

## Consumo de agua

El consumo de agua en el sistema hidropónico se incrementó gradualmente (Figura 11), debido al crecimiento de las plantas y al crecimiento paralelo de las microalgas. Gutiérrez (2011) menciona que “el consumo uniforme de agua puede deberse a que las condiciones ambientales de la solución nutritiva (temperatura, pH y CE) fueron también más estables en este sistema”.

En este caso, la influencia de la luz afecta directamente a los cultivos de lechuga en relación a la dirección de su crecimiento y a su biomasa, y en el caso de las microalgas a su crecimiento poblacional, a la síntesis de proteínas, lípidos, carbohidratos, etc., por ende, de su importancia. El consumo de agua se incrementó pues gradualmente de acuerdo al crecimiento de las plantas; este aumento se aprecia desde el día 4 hasta la finalización del cultivo, con valores desde 0 a 4 litros por día y por unidad experimental.



Figura 11. Evaluación de consumo de agua

### Conteo celular

El conteo de microalgas por tratamiento representa una evidencia del crecimiento celular en la solución nutritiva sin afectar su desarrollo; de esta manera, en T1 no se encuentran microalgas mientras que en el tratamiento T4 las células llegan a  $305 \times 10^4$  cél. ml<sup>-1</sup>. La presencia de las microalgas en el cultivo hidropónico se revela como un medio nutritivo para las hojas, el tallo y raíces de plantas de lechugas, ya que existe un incremento significativo en la absorción de nutrientes (Gutiérrez, 2011), lo que coincide con los resultados de esta investigación. A partir de la adición de las microalgas sus fases de crecimiento duraron 20 días (Figura 12).

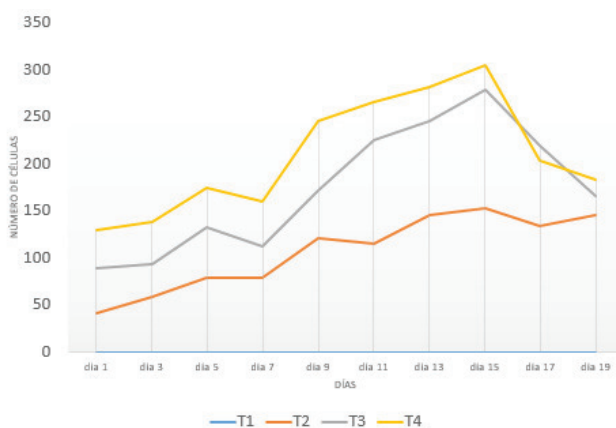


Figura 12. Crecimiento de microalgas por tratamiento

El análisis de varianza para el porcentaje de materia seca tanto de hojas como de raíces no detectó diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 13).



Figura 13. Materia seca por tratamiento (Prueba Tukey 5%).

En cuanto al peso de la raíz, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ) por lo que si el peso de la raíz es mayor mejorará su capacidad de absorción de nutrientes disponibles. El mejor tratamiento es T3, con un peso de 7,37 g. En el análisis de la variable

de largo de raíz no existen diferencias significativas entre tratamientos (Figura 14).

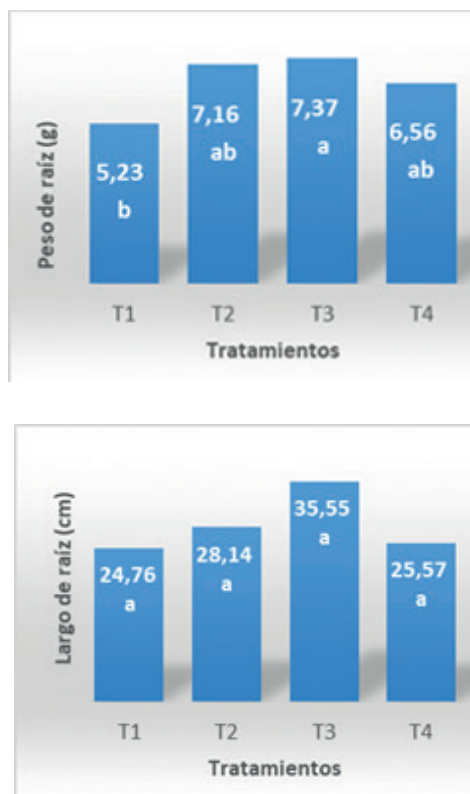


Figura 14. Peso y largo de raíz

Al evaluar los valores de peso de hoja de las unidades experimentales presentes en cada tratamiento, se evidenció que existen diferencias significativas. El testigo presentó un peso de 34,3g; se observa aquí una marcada diferencia con los tratamientos T2 ( 46,75 g); con el T3 (47,42 g) y con el T4 (cuyo peso fue de 46,32 g), que son los que tienen soluciones de microalgas como bioestimulante natural, por lo que, si el peso de la hoja es mayor, cabe inferir que su rendimiento mejora sustancialmente (Figura 15).

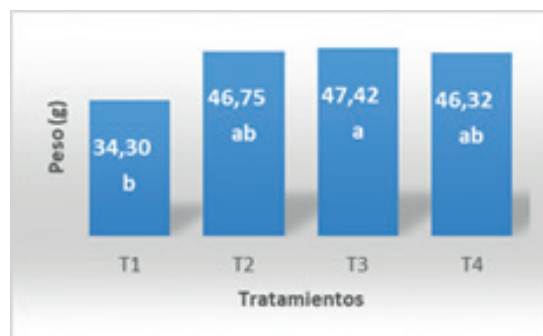


Figura 15. Prueba Tukey 5% en evaluación de peso hoja

Estos resultados se alinean a lo establecido por la literatura previa. Así, en general, según Brown y Saa (2015), el uso de sustancias tales como aminoácidos, extractos vegetales y/o bioestimulantes presenta efectos positivos sobre el crecimiento y rendimiento de las plantas. Para Nabti, Jha y Hartmann (2017) las algas son ricas en compuestos tales como lípidos, proteínas y carbohidratos, así como de fitohormonas. De la misma manera, Nedumaran T. (2017) coincide en las mismas afirmaciones. En tal motivo, se evidencia que el uso de la solución de microalgas mejora el rendimiento del cultivo de lechuga.

Con relación a la adición de algas en la solución nutritiva del medio de cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) se obtuvo significancia con relación al peso de hoja y de raíz; en los tratamientos T2 y T3 en el peso de hoja se obtuvo 46,7g y 47,4 g respectivamente, en relación a T1 que fue el tratamiento en el que no se incorporó microalgas con un valor de 34,3 g, y a T4 que tuvo un valor de 46,3 y fue el tratamiento en el que se adicionó una dosis alta de algas vivas, las cuales tuvieron un menor periodo de crecimiento y una etapa de muerte más temprana, lo que podría explicar los resultados. Todo ello coincide con lo señalado por Díaz, J., et al. (2016), en el sentido de que las microalgas vivas aportan efectivamente en el rendimiento del cultivo de lechuga en un sistema hidropónico, puesto que permite que las plantas absorban los nutrientes que estas proveen en su etapa de crecimiento.

De este modo, se confirma la similitud de los resultados con los realizados en otras especies; en las aplicaciones de bioestimulantes vegetales han mejorado el crecimiento, el rendimiento y la calidad del fruto en tomates (Zodape et al, 2011; Hernández, J. 2013), aumento de la fotosíntesis neta, tasa de transpiración y concentración intercelular de CO<sub>2</sub> en maíz y desencadenamiento de la floración temprana y el cuajado de frutos en varias plantas de cultivo (Khan, et al, 2009).

## CONCLUSIONES

Las microalgas vivas (*Scenedesmus* sp) tienen un efecto positivo como bioestimulante natural en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*).

La producción de microalgas es de fácil acceso, pudiéndose desarrollar a través de paneles o sistema de botellones con oxigenación a partir de pequeñas dosis, con la ventaja de que al final son muy representativas en cantidad y eficiencia para la disposición en los cultivos requeridos.

Se estableció que el mejor tratamiento aplicado en este sistema fue el T3: solución hidropónica común con una

solución de algas a una concentración de 80 x 10<sup>4</sup> cél.ml<sup>-1</sup> (solución media) ya que fue la dosis que obtuvo mejores resultados indicando que el rendimiento del cultivo de lechuga mejora significativamente.

El uso de estas soluciones es una opción como biofertilizante por ser una nueva alternativa para la nutrición del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el sistema hidropónico, reduciendo el uso de fertilizantes químicos a gran escala y disminuyendo los costos de producción, ya que resulta más económico además de ecológico.

En el sistema hidropónico, la recirculación fue importante ya que permitió que la distribución de las algas sea homogénea, que exista una buena asimilación de nutrientes y que la luz solar sea captada de la mejor manera; por lo tanto, cabe concluir que las plantas en efecto absorbieron los nutrientes disponibles que fueron generados por las algas vivas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios, N. (2004). Evaluación del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en Pachalí. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2071.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2071.pdf)
- Brown P and Saa S (2015) Biostimulants in agriculture. *Front. Plant Sci.* 6:671. doi: 10.3389/fpls.2015.00671
- Beltrano, J. (2015). Cultivo en hidroponía. Universidad Nacional de La Plata: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Díaz, J., et al (2016). The effect of foliar applications of a bio-stimulant derived from algae extract on the physiological behavior of lulo seedlings (*Solanum quitoense* cv. Septentrionale). Obtenido de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-16202016000100003&lang=pt](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-16202016000100003&lang=pt)
- FAO. (2003). La huerta hidropónica popular Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Tercera edición Chile Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>
- Gutiérrez, J. (2011). Producción hidropónica de lechuga con y sin recirculación de solución nutritiva. Obtenido de: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2011120908126441.pdf>
- Hadid, A. et al (1996). Electrical conductivity effect on growth and mineral composition of lettuce plants in hydroponic system. *Acta Horticulturae* 434 (434):59-66. DOI: 10.17660/ACTAHORTIC.1996.434.6
- Hadid, A. (1996). Electrical conductivity effect on growth and mineral composition of lettuce plants in hydroponic system. *Acta Horticulturae*.

- Hernández, J. (2013). Nutrición mineral en plantas. Obtenido de <https://cienciacebas.wordpress.com/2013/09/12/nutricion-mineral-en-plantas-i/>
- Khan, W. et al (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regul.* , 28:386-399.
- Nabti, E., Jha, B. y Hartmann, A. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (2017) 14: 1119. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1202-1>
- Nedumaran T. (2017) Seaweed: A Fertilizer for Sustainable Agriculture. In: Dhanarajan A. (eds) *Sustainable Agriculture towards Food Security*. Springer, Singapore
- Reyes, C. (2009). Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía aplicando bioestimulante Jisamar en el Cantón La Libertad. Obtenido de: <http://studylib.es/doc/4774759/tesis-de-grado>
- Quevedo, et al (2007). Crecimiento de *Scenedesmus* sp en diferentes medios de cultivo para la producción de proteína microalgal. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Antioquia.
- Van Der Boon, J. W. Steenhuizen & Eveliene G. Steingrover (1990) Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> ratio and temperature of the recirculating nutrient solution, *Journal of Horticultural Science*, 65:3, 309-321, DOI: 10.1080/00221589.1990.11516060
- Zodape, S. (2011). Foliar application of seaweed sap as bios-timulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Sci. Ind. Res.*, 70:215-219.