

Influencia de un abono orgánico líquido tipo biol en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivada en sistemas hidropónicos

Influence of a liquid organic fertilizer type biol on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L) grown in hydroponic systems

Sucre Cando Pacheco¹, Leocadio Malca Acuña²

Resumen

La investigación tuvo como objetivo validar la efectividad del abono orgánico biol, aplicado al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L), en un sistema hidropónico, esto, permitió analizar y comparar las variables que resultan del biol y de una solución química, se prepararon como tratamiento, tres dosis diferentes de biol y una dosis de solución nutritiva química, con la finalidad de comparar los rendimientos en peso y la composición de nutrientes en el tejido vegetal de la lechuga, la oxigenación de las soluciones, se la obtuvo con la circulación y recirculación continua generado por cuatro bombas succionadoras, una para cada tratamiento. Las dosis de biol fueron de 500 cc, 1000 cc y 1500 cc; la solución química fue de 160 cc de elementos mayores más 64 cc de elementos menores, todos los tratamientos diluidos en 16 litros de agua; la variable 1, es rendimiento en peso, presenta diferencia significativa mediante análisis de ANDEVA y Duncan; en lo que respecta a la variable 2, composición química de nutrientes en tejido vegetal, no presentan mayor diferencia; el tratamiento 1, en elementos primarios NPK, expone lo siguiente: nitrógeno 29 gr/L, fósforo 2 gr/L y potasio 32 gr/L; y, como elementos secundarios: sodio 3.2 gr/L, calcio 5.9 gr/L, magnesio 9.4 gr/L, hierro 360 mg/L, manganeso 250 mg/L, zinc 10 mg/L, cobre 10 mg/L y azufre 1346.5 ppm. El resultado del análisis del laboratorio permite concluir que el biol es altamente efectivo y que la planta aprovecha de mejor manera los nutrientes con el tratamiento 1.

Palabras claves: Abono orgánico biol, solución nutritiva, hidroponía, lechuga, nutrientes.

Abstract

The objective of the research was to validate the effectiveness of biol organic fertilizer, applied to lettuce cultivation (*Lactuca sativa* L), in a hydroponic system, this allowed to analyze and compare the variables that result from the biol and a chemical solution, they were prepared as treatment, three different doses of biol and a dose of chemical nutrient solution, with the purpose of comparing the yields in weight and the composition of nutrients in the vegetable tissue of the lettuce, the oxygenation of the solutions, it was obtained with the circulation and continuous recirculation generated by four suction pumps, one for each treatment. The doses of biol were 500 cc, 1000 cc and 1500 cc; the chemical solution was 160 cc of larger elements plus 64 cc of minor elements, all the treatments diluted in 16 liters of water; variable 1, is yield in weight, presents significant difference by analysis of Anova and Duncan; with regard to variable 2, chemical composition of nutrients in plant tissue, do not present major difference; treatment 1, in NPK primary elements, exposes the following: nitrogen 29 gr/L, phosphorus 2 gr/L and potassium 32 gr/L; and, as secondary elements: sodium 3.2 gr/L, calcium 5.9 gr/L, magnesium 9.4 gr/L, iron 360 mg/L, manganese 250 mg/L, zinc 10 mg/L, copper 10 mg/L and sulfur 1346.5 ppm. The result of the analysis of the laboratory allows to conclude that the biol is highly effective and that the plant takes better advantage of the nutrients with the treatment 1.

Key words: Biological organic fertilizer, nutritive solution, hydroponics, lettuce, nutrients.

1 Universidad de Guayaquil; sucre.candop@ug.edu.ec
2 Universidad Nacional de Tumbes; lmalcaa@gmail.com

Introducción

El cultivo de lechuga es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo, por sus propiedades nutricionales, sobre todo en vitaminas y minerales; sin embargo, el uso de agroquímicos puede ser la causa de contaminación y toxicidad por uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos; así (Hernández, Jiménez, y Guzmán 2007), mencionan que de los daños a la salud causados por los plaguicidas sobresalen las intoxicaciones agudas en trabajadores agrícolas de áreas rurales, en las que las circunstancias subyacentes incrementan la exposición.

Los agricultores por desconocimiento y comodidad prefieren usar productos químicos, sin tomar en cuenta el perjuicio a su salud y la de los consumidores. También para Brechelt (2004) la utilización de plaguicidas de origen químico de manera excesiva y sin previa asistencia técnica, en vez de resolver el problema, ha producido fuertes daños a la productividad de la agricultura, al ser humano y a la naturaleza. Para poder aumentar la producción había que aumentar notablemente la aplicación de insumos agrícolas.

Como las plantas se alimentan de nutrientes en el suelo y avanzan en su crecimiento según la disponibilidad de estos nutrientes en el lugar, se empezó a utilizar fertilizantes sintéticos en grandes cantidades; además de una mayor producción, el uso de estos fertilizantes tiene varias desventajas fuertes, debido a que los nutrientes aplicados prácticamente no realizan ningún tipo de intercambio con el suelo, y una gran parte de ellos se pierde por erosión en el suelo, lo que puede causar un efecto muy negativo al agua, sobre todo aguas subterráneas.

Al consumidor de productos agrícolas los pesticidas llegan de diferentes formas: con los residuos en las hortalizas o vía cadena alimenticia, concentrándose y causando daños irreparables y permanentes en la salud humana. El impacto real sobre el medio ambiente depende del tipo de fertilizante y pesticida que se decida utilizar.

Los productos de tipo orgánico se presentan como una alternativa de solución al problema planteado, pues tanto para el agricultor como para el consumidor, la alta contaminación de los cultivos hortícolas por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos, está generando la degradación de suelos, contaminación de aguas, toxicidad de alimentos y problemas de salud de los seres humanos. De acuerdo a Celis y Campos (2010), la agricultura urbana es una tarea que se está haciendo cada vez más usual, debido al crecimiento demográfico de las ciudades, y a que permite disponer de alimentos y empleo, y al mismo tiempo es fuente potencial de oportunidades de negocio.

Para Rendón y Yance (2012) los cultivos hidropónicos caseros brindan una producción mucho mayor que los cultivos en tierra. Se aprende mucho al construir sistemas hidropónicos y les permiten cultivar plantas que en tierra morirían debido a patógenos que pueden estar presentes en su zona de origen, de todos los métodos de cultivo sin suelo, el realizado en agua, por definición, es el auténtico cultivo hidropónico. El sistema de raíz flotante fue uno de los primeros que se utilizó tanto a nivel experimental como a nivel de producción comercial, el cual maximiza la utilización del área de cultivo.

Los residuos orgánicos por sus microorganismos, mantienen el equilibrio del ecosistema por su fácil degradación e incorporación de manera natural fortaleciendo la capa vegetativa, a diferencia de las soluciones químicas, que alteran los ecosistemas. Los microorganismos son un importante grupo de organismos primitivos simples, la mayor cantidad son unicelulares microscópicos y otros macroscópicos, capaces de realizar múltiples procesos biológicos, en beneficio del ecosistema (Frioni 1999).

En un sistema hidropónico de raíz flotante, la planta se encuentra flotando sobre una solución nutritiva y se alimenta continuamente de la misma. Sin embargo, la mayoría

de los sistemas de raíz flotante requieren de recirculación y oxigenación de la solución nutritiva.

Los vióles son una biomasa derivada del estiércol animal, tiene un buen potencial para ser utilizado como biofertilizante debido a su alta concentración de nutrientes. (Fongaro et al. 2014) Son súper abonos líquidos con mucha energía y minerales, preparados a base de estiércol, disuelta en agua, melaza y ceniza, que potencialmente son utilizados para fertilizar cultivos. El cultivo de lechuga es una de las hortalizas de mayor consumo en el mundo, por sus propiedades nutricionales, sobre todo en vitaminas y minerales; sin embargo, el uso de agroquímicos puede ser la causa de contaminación y toxicidad por el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos.

Ante esta problemática, se plantea la investigación experimental, cuyo el objetivo es analizar el rendimiento de cultivo de *Lactuca sativa* con tres tratamientos de dosis de biol, y un testigo de solución nutritiva (fertilizante sintético). La hipótesis evalúa

que hasta en bajas concentraciones influye en la mejora del rendimiento en peso y composición química de nutrientes en tejido vegetal de la lechuga, cultivada en un sistema hidropónico.

El estudio es importante, pues plantea la sustentabilidad de la agricultura urbana, mediante el uso de la tecnología hidropónica para la producción agrícola, como una opción para producir alimentos en espacios reducidos.

Los productos de tipo orgánico se presentan como una alternativa de solución al problema planteado, tanto para el agricultor como para el consumidor. La alta contaminación de los cultivos hortícolas por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos, está generando la degradación de suelos, contaminación de aguas, toxicidad de alimentos y problemas de salud de los seres humanos. Los agricultores por desconocimiento y comodidad prefieren usar productos químicos, sin tomar en cuenta el perjuicio a su salud y la de los consumidores.

Material y Método

El proyecto se llevó a cabo en el Cantón Milagro de la Ciudad de Milagro en la Provincia del Guayas de La República del Ecuador, (coordenadas UTM: al sur 9762753 y al este 658788), durante 2015. Los desechos orgánicos para el biol como las legumbres, leguminosas y otros se obtuvieron del mercado local, las excretas fueron de ganado vacuno, las plántulas se seleccionaron las más fuertes del almácigo, la solución nutritiva sintética se la obtuvo de un distribuidor autorizado, la infraestructura, las bombas de succión y los tubos contenedores fueron de madera y pvc.

La construcción un sistema hidropónico económico de raíz flotante, se basó en un método realizado en Argentina por Barbaro, Karlanian y Morisigue (2009), quienes indican que el sistema que presentan es de bandejas o almácigos flotantes, que es una técnica hidropónica introducida en el sector tabacalero para la producción de

plantines de tabaco y para la producción de plantines, hortícolas como tomate, lechuga y repollo (Carrasco e Izquierdo, 2005); este sistema consiste en la utilización de bandejas de poliestireno expandido, que flotan sobre una pileta con agua desde la siembra al trasplante, en el que se demuestra que es posible cultivar lechugas con recirculación de la solución para aireación, dejando flotar la plantula directamente sobre la solución.

Los materiales aplicados en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* L. (lechuga) fueron: 10 litros de biol, 1 litro de solución nutritiva (producto químico), 1 funda de 50 g de semilla de lechuga, variedad romana, 4 tubos PVC de 4" de 2 m, 20 m de manguera, 2 Pega tubo, 4 bombas ¼ de succión, 4 cañas guadua, 2 rollos de alambre, 20 m de malla plástica sarán, 1 ayudante de campo, 4 tanques plásticos de 20 L, 25 polímeros plásticos en atmósfera normal, 4 Gal

de agua purificada, 1 par de guantes, 1 maquina de carilla, 1 balanza digital, 16 vasos térmicos de 6 onzas, ½ metro de esponja y 1 bandeja germinadora.

Los factores de estudio a tomar en cuenta fueron: Tres dosis de biol y una dosis de solución química nutritiva, todos diluidos en 16 L de agua con la finalidad de observar la absorción de nutrientes por la planta, para comparar dos variables, el rendimiento en peso y la composición química de nutrientes en tejido vegetal.

Los tratamientos en estudio fueron:

- T₁ = 500 cc de biol
- T₂ = 224 cc de solución química
- T₃ = 1000 cc de biol
- T₄ = 1500 cc de biol

Experimento con 5 repeticiones

En la solución nutritiva se consideró: elementos primarios (NPK) Fosfato monoamónico 700 g, Nitrato de potasio 250 g, Nitrato de calcio 400 g; y elementos secundarios: Sulfato de magnesio 100 g, Metalosato de hierro (polvo) 20 g, Ácido bórico 3 g, Sulfato de cobre 0.50 g,

Técnicas: trabajo de campo, con monitoreo diario.

Estrategias: Aplicaciones dosificadas de biol y solución nutritiva en cultivos hidropónicos de lechuga, en periodos de 15 días. Se construyó una base para soportar 4 tubos de PVC a desnivel conectados a 4 tanques de 16 litros de agua, con las dosificaciones asignadas y cada una con su respectiva bomba de succión.

Para obtener las lechugas en cultivo hidropónico, fue necesario que las semillas se traten en un germinador, y una vez que la semilla germinó alrededor de 12 días, se trasplantaron las plántulas en los vasos térmicos las 16 mejores especies, estas se sujetaron en el fondo del vaso por medio de una esponja, la misma que absorbe el biol para nutrir la plántula. La bomba de succión mantuvo el proceso de movimiento, oxigenando el biol, con control diario para el sistema de encendido de bombas,

para evitar el sobrecalentamiento y no se quemaron. Para control de plagas y enfermedades, se utilizó sarán, que se aplicó manualmente y sirvió para impedir el ingreso de insectos.

Este proceso se lo realizó en las etapas:

1. Obtención del biol
2. Dilución del biol en tres dosis: 500, 1000 y 1500 cc, en 16 L de agua.
3. Preparación de solución nutritiva, del concentrado de compuestos primarios, mezclando 160 cc, con 64 cc de compuestos secundarios, en 16 L de agua.
4. Instalar los cuatro recipientes de 16 L de agua con sus respectivas diluciones, para nutrir los tubos de ensayos, con una bomba de succión.
5. Al tubo de ensayo 1 se lo conectó con el biol de 500cc; al tubo de ensayo 2 se le aplicó la solución nutritiva (químicamente sintetizada) de 224 cc; en el tubo 3 de ensayo se aplicó los 1000 cc de biol, y en el tubo 4, 1500 cc de biol.
6. Con el cultivo llegó a la fase de maduración, se procedió a cosechar las lechugas.
7. Por último, el producto enfundado se llevó al laboratorio para los análisis correspondientes.

La recolección de datos se efectuó, una vez cosechada la lechuga de los tubos hidropónicos de PVC, se procedió a lavarlas con agua destilada, se cortó la raíz y el tallo, y se las colocó en una funda. Se procedió a pesar cada planta de lechuga en balanza digital. Asimismo, se entregó muestras al laboratorio especializado para los análisis químicos de nutrientes en sus elementos mayores y menores.

Las variables evaluadas fueron:

- Variable 1 – Rendimiento en g por planta.
- Variable 2 – Composición química de nutrientes en tejido vegetal de las plantas.

La investigación se enmarca en el diseño de investigación experimental, dentro del tipo Diseño Completamente al Azar, en el que se consideró sólo la variación, causada por los tratamientos, además de la debida al azar. El modelo se representa por:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1; 2; \dots; k \quad j = 1; 2; \dots; n$$

para rendimiento en g por planta (variable 1), referido a contrastar la hipótesis entre medias de los cuatro tratamientos a través de análisis de varianza (ANDEVA); para estimar F de Fisher se presenta la hipótesis:

$H_0: t_1 = t_2 = t_3 = t_4$

$H_a: t_1 \neq t_2 \neq t_3 \neq t_4$ (al menos una es diferente)

Asimismo, se realizó análisis de comparaciones múltiples de promedios a través del test Duncan. Todas las pruebas se realizaron a un nivel $\alpha = 0,05$

Resultados

Rendimiento por planta

El rendimiento del cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* con biol, indicó que con el tratamiento 1 - 500 cc de biol se alcanzó el mayor rendimiento; asimismo, se observaron diferencias entre los tratamientos (Tabla 1), aunque no hay mucha variabilidad entre las cinco repeticiones.

Tabla 1. Rendimiento de *Lactuca sativa*, en g por unidad experimental, por tratamiento con biol y solución química.

T 1	T 2	T 3	T 4
136	98	83	76
175	83	74	59
135	99	94	57
137	143	30	61
136	84	98	31

El ANDEVA, entre los cuatro tratamientos y cinco repeticiones, a través de F de Fisher, indicó que hay diferencias significativas en el rendimiento de *Lactuca sativa* (g por planta) entre los tratamientos: $F_{estadístico}$

$= 14,83$; $F_{crítico} = 3,24$ ($\alpha_{0,01} = 5.29$), y valor $p = 0,00007$.

Bajo esta situación, se realizó análisis de comparaciones múltiples de promedios de rendimientos a través del test Duncan. Los resultados indican diferencias entre los tratamientos, con cierta similitud y bajo rendimiento entre los tratamientos: T3 y T4. Esencialmente se determinó una gran diferencia entre los rendimientos del tratamiento T1 - 500 cc de biol y el tratamiento T2 - 224 cc de solución química. (Tabla 2)

Tabla 2. Análisis de promedios, en g por unidad experimental de *Lactuca sativa*, por tratamientos a través del test de Duncan

Trat	Medias	Duncan
T 1	143,80	A
T 2	101,40	B
T 3	75,80	B C
T 4	56,80	C

Error entre tratamientos 477.600; gl. 16
Error estándar = 9,77

Composición química de nutrientes en tejido vegetal de lechuga.

Elementos mayores: N, P, K, Na, Ca, Mg

Similar a los resultados de rendimiento de *Lactuca sativa*, con los tratamientos T1 - 500 cc de biol y con T2 - 224 cc de solución química, se determinaron las mayores cantidades de nutrientes mayores (g/L); sin embargo, en el T1 la mayor cantidad fue de N, en tanto que en el T2 fue K. Los nutrientes Mn, Ca, Na y P se presentaron a concentraciones menores de 1,14 g/L. (Figura 1)

Elementos menores: Fe, Mn, Zn, Cu, S

Los elementos menores Fe y Mn, se presentaron en apreciable proporción en los cuatro tratamientos; sin embargo, el nutriente S se presentó con valores excepcionalmente altos, entre 8,7 y 14,2 100*ppm, y siempre con concentraciones altas en los tratamientos T1 - 500 cc de biol y en el T2 - 224 cc de solución química. Los nutrientes Zn y Cu escasamente fueron detectados. (Figura 2)

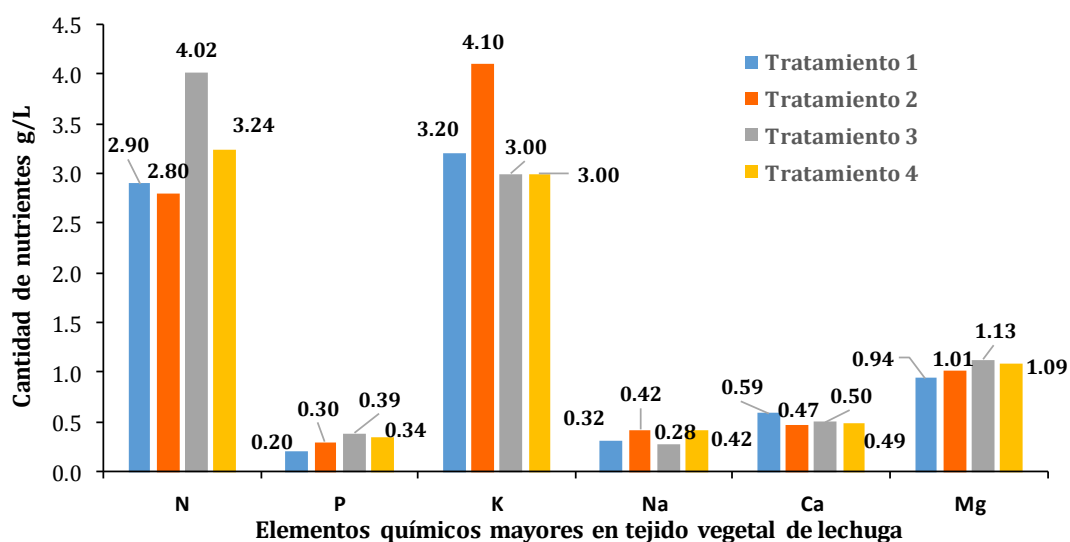


Figura 1. Concentración de elementos químicos mayores en los tratamientos del cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* con biol.

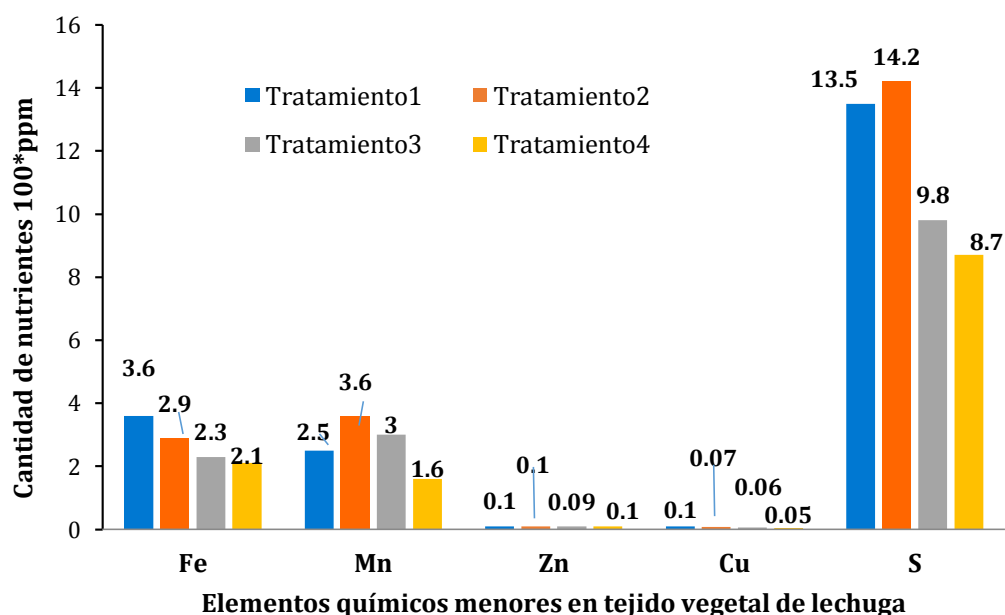


Figura 2. Concentración de elementos químicos menores en los tratamientos del cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* con biol.

Discusión

El cultivo hidropónico consiste en diseñar las curvas de absorción y un plan de fertirriego (Valverde 2013). Para crecer y funcionar adecuadamente, las raíces requieren suficiente oxígeno para la respiración aeróbica (Jackson 1979); al sustrato que puede ser de raíz flotante o en sustrato sólido. En raíz flotante se suministra agua con nutrien

tes incorporadas que deben estar en movimiento continuo con el objeto de oxigenar la solución acuosa, esto es necesario para que se realice de manera continua. Este tipo de cultivo lo desarrollan países como México, Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, entre otros. En Ecuador se cultiva la lechuga de manera tradicional y la orgá

nica en suelo agrícola, y muy pocos aplican la técnica de hidroponía, que ahorra costos y es de mayor eficiencia en rendimiento.

El cultivo hidropónico es relativamente nuevo en el medio para producir cultivos saludables, permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional, mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción. La mayor ventaja que se puede obtener de esta agricultura orgánica, como es un cultivo hidropónico es la excelente calidad del vegetal, tanto en su presentación, cuanto en su constitución, como lo certifican la composición química de nutrientes en el tejido de las lechugas (Díaz 2004).

En la investigación se procedió a utilizar diferentes dosis del biofertilizante biol en solución acuosa, a fin de probar la concentración mínima para su utilización en cultivo de *Lactuca sativa*.

El análisis del test de Duncan, indicó que el T 1 tiene diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos, así mismo, el T 2 y el T 3 son similares, no hay diferencia significativa, pero si entre tratamientos T 3 y T 4. Esto evidencia que el mejor rendimiento de *Lactuca sativa* se obtiene con el tratamiento T 1 - 500 cc de biol.

En el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa*, el rendimiento (g por planta) es sorprendente que con bajas concentraciones de biol, T 1 - 500 cc, se obtengan buenos rendimientos de cosecha de lechuga; pero con el T 2 - 224 cc de solución química se alcanzaron también buenos rendimientos, aunque menores que con T 1. Sin embargo, a mayores concentraciones de biol (1000 cc y 1500 cc) los rendimientos fueron menores.

Esto es contrario a lo reportado por Mercado (2013), quien refiere que a mayor concentración de biol, se obtienen mayor rendimiento con *Manihot sculenta* "yuca". Al parecer altas concentraciones del fertilizante orgánico biol, afectan el rendimiento de lechuga; además, podrían haber afectado la calidad del suelo: pH, concentración de sales. Además, Pomboza-Tamaquiza et al. (2016) investigando la influencia de tres concentraciones del biol enriquecido con microorganismos eficientes, en el cultivo ecológico de *Lactuca sativa*, encontraron que la mayor concentración de biol (6%) permite obtener mayor peso de las plantas; sugiriendo que su aplicación puede ser una importante alternativa ecológica para fertilizar cultivos ecológicos como lechuga, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción.

La comparación de composición química de nutrientes en tejido vegetal de las lechugas, que los cuatro tratamientos de elementos mayores y menores, son similares, pero con variaciones de N en T 3 y K en T 2.

El crecimiento de las lechugas fue superior en los sistemas hidropónicos (Ramirez et al. 2016). Otra de las ventajas es la forma como se nutre la planta, que toma los nutrientes que necesita directamente de la solución acuosa, sin necesidad de combinaciones químicas para su absorción.

El biol se puede utilizar en gran variedad de plantas sin importar la durabilidad del cultivo, pero se debe tener precaución con su aplicación si es foliar o radicular; así como tener en cuenta la dosis y la frecuencia de su aplicación. También los materiales y herramientas adecuadas para el proceso, sobre todo en cultivos hidropónicos (Brechelt 2004).

Conclusiones

En el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* mejor rendimiento en peso, se obtuvo con el tratamiento de 500 cc de biol.

La composición química (nutricional) de nutrientes de *Lactuca sativa*, fue similar en todas las concentraciones de biol, pero

con mayor cantidad de K en el tratamiento de 500 cc de biol.

El manejo del cultivo hidropónico de manera orgánica permitió que *Lactuca sativa*, presente una buena composición química de nutrientes.

Referencias Bibliográficas

- Barbaro, L., M. Karlanian, y D. Morisigue. 2009. "El sistema flotante como alternativa para la producción de plantines de *Lisianthus (Eustoma grandiflorum L.)*". *Agriscientia*, 26(2), 63-69.
- Brechelt, A. 2004. *El manejo ecológico de plagas y enfermedades*. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). RD. Santiago: RAP-AL
- Carrasco, G., y J. Izquierdo. 2005. Manual Técnico Almaciguera Flotante para la Producción de Almacigos Hortícolas. Universidad de Talca, FAO.
- Celis, C., y Campos, H. M. 2010. *La Hidroponía Como Proyectos Emprendedores De Tecnología Aplicada Para Dar Sustentabilidad A La Agricultura Urbana*. Paper presented at the Tomado de http://www.aepro.com/files/congresos/2010madrid/ciip10_0943_0953.
- Díaz, G. G. 2004. Hidroponía en casa: una actividad familiar: San José, CR: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Fongaro, G., A. Viancelli, M. Magri, E. Elmahdy, L. Biesus, J. Kich, A. Kunz and C. Barardi. 2014. Utility of specific biomarkers to assess safety of swine manure for biofertilizing purposes. *Science of the Total Environment*, 479, 277-283.
- Froni, L. 1999. *Procesos microbianos procesos microbianos*. Argentina: Editorial De La Fundacion Universidad Nacional De Rio Cuarto.
- Hernández, M., C. Jiménez, y A. Guzmán. 2007. "Caracterización de las intoxicaciones agudas por plaguicidas: perfil ocupacional y conductas de uso de agroquímicos en una zona agrícola del Estado de México". *Revista internacional de contaminación ambiental*, 23(4), 159-167.
- Jackson, M. B. 1979. *Aeration in the nutrient film technique of glasshouse crop production and the importance of oxygen, ethylene and carbon dioxide*. Paper presented at the Symposium on Research on Recirculating Water Culture 98.
- Mercado, J. 2013. "Concentraciones de biol y su efecto en las características agronómicas y bromatológicas del forraje *Manihot esculenta Crantz Yuca Clan piririca* - San Juan - Iquitos". Tesis de grado, Universidad de la Amazonía Peruana.
- Rendón, B., y M. Yance. 2012. "Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo". Tesis Bachiller, Universidad Técnica de Babahoyo.
- Pomboza-Tamaquiza P., O. León-Gordón, L. Villacís-Aldaz, K. Vega, y J. Aldáz-Jarrín. 2016. "Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa L.* variedad Iceberg". *J. Selva Andina Biosph.* 4 n° 2: 84-92.
- Ramirez, D., D. Sabogal, E. Gómez Ramírez, D. Rodríguez, H. Hurtado. 2016. "Montaje y evaluación preliminar de un sistema acuapónico Goldfish-Lechuga". *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 5(1-2), 154-170.
- Valverde, J. P. 2013. "Establecimiento de curvas de absorción para dos tipos de lechuga bajo el sistema hidropónico de NFT modificado". Tesis Licenciatura. Universidad de Costa Rica