

Influencia de las concentraciones del bioabono “biol” en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae)

Influence of concentrations of bio-fertilizer “biol” in the hydroponic cultivation of *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae)

Katherine Marita Elizabeth Medina Vásquez

Facultad de Medicina, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo-PERÚ
marita_mv2@hotmail.com // <https://orcid.org/0000-0003-2550-9084>

Frans Allinson Leiva Cabrera

Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad-PERÚ
fleiva@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0003-4666-4147>

Álvaro David Rodríguez Salvatierra

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad-PERÚ
adrodriguez@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0001-5358-1628>

Luis Arturo Gil Ramírez

Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional de Jaén, PERÚ
luis.gil@unj.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7323-0566>

Cecilia Betzabet Bardales Vásquez

Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, La Libertad-PERÚ
cbardalesv@upao.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-7811-3676>

Carlos Alberto León Torres

Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad-PERÚ
cleon@unitru.edu.pe // <https://orcid.org/0000-0002-9808-186X>

Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de las concentraciones del bioabono "biol" en las características del crecimiento y desarrollo de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" en un medio hidropónico. con la finalidad de plantear una alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de hortalizas de interés comercial. Usando un biol con valores de 10 2000 de Nitrógeno, 219.10 de Fósforo y 1103. 80 de potasio con un tiempo de 45 días de fermentación. El biol obtenido se procedió a realizar diluciones de 5, 10, 15 y 20%, las mismas que sirvieron de reemplazo a las soluciones nutritivas estándar para el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" los resultados indican que la concentración del biol al 20% es la que genera mejores rendimientos en peso total, longitud foliar y radicular en las plantas de lechuga. Se concluye que el biol es una alternativa económica y ecológicamente rentable de utilización de residuos orgánicos para la fertilización de hortalizas hidropónicas.

Palabras clave: biol, bioabono, "lechuga", hidroponía, orgánico.

Abstract

The objective of the research work was to evaluate the influence of the concentrations of the bio-fertilizer "biol" on the growth and development characteristics of *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) "lettuce". in a hydroponic medium. in order to propose a biotechnological alternative for the use of organic waste for the fertilization of vegetables of commercial interest. Using a biol with values of 10 2000 Nitrogen, 219.10 Phosphorus and 1103. 80 Potassium with a time of 45 days of fermentation. The biol obtained was proceeded to make dilutions of 5, 10, 15 and 20%, which served as a replacement for the standard nutrient solutions for the hydroponic cultivation of *Lactuca sativa* var. *longifolia*, "lettuce" the results indicate that the 20% concentration of the biol is the one that generates the best yields in total weight, foliar and root length in lettuce plants. It is concluded that the biol is an economically and ecologically profitable alternative for the use of organic waste for the fertilization of hydroponic vegetables.

Keywords: biol, bio-fertilizer, lettuce, hydroponic, organic.

Citación: Medina, K., F. Leiva; A. Rodríguez; L. Gil; A. Rodríguez; C. Bardales & C. León. 2022. Influencia de las concentraciones del bioabono "biol" en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae). *Arnaldoa* 29(1): 137-148 doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.291.29108>

Introducción

Los biofertilizantes son compuestos de materia orgánica que se aplican a los cultivos para su crecimiento y salud. Sus microorganismos constituyentes interactúan biológicamente con el suelo, las raíces y las semillas de las plantas, promoviendo el crecimiento de micro flora que mejora la fertilidad del suelo. Debido a que los fertilizantes químicos causan un deterioro de la vitalidad del suelo a través del tiempo, los biofertilizantes son alternativas atractivas, beneficiando las

cosechas y la tierra (Gíl, 2017).

El avance de la biotecnología ha permitido estandarizar y optimizar diversos bioprocesos destinados a la utilización de residuos orgánicos para la obtención de diversos biofertilizantes. Uno de los bioprocesos más estudiados es la producción de biogás y dos efluentes líquidos denominados biol y biosol, obtenidos como productos de la fermentación de desechos orgánicos como el estiércol de ganado vacuno. (Medina & Solari, 2010).

Tanto el biol como el biosol son soluciones orgánicas que tienen valor como fertilizante y por ende pueden ser utilizados en la irrigación de los cultivos para remplazar los fertilizantes químicos. (Días *et al.*, 2017).

Estudios realizados indican que el Biol contiene macronutrientes tales como Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), estos tres elementos son denominados mayores o fundamentales, porque siempre está presente alguno de los tres o los tres en cualquier fórmula de fertilizante (Espinoza, 2015).

Las características de los fertilizantes orgánicos Biol y Biosol producidos dependerán de una serie de factores entre los que prevalecen el tipo de estiércol utilizado y la dilución, los fertilizantes producidos por un biodigestor alimentado con estiércol de vaca o cerdo contiene un 2 a 3% de Nitrógeno, 1 a 2% de Fósforo, 1% de Potasio y alrededor de 85% de materia orgánica. (Soria *et al.*; 2015).

El uso del “biol”, se plantea como una alternativa tecnológica de carácter orgánico, orientada a mejorar la productividad y calidad de los cultivos, especialmente en sectores donde hay limitaciones causadas por el estrés fisiológico, actuando como biofertilizantes, estimulando el crecimiento y desarrollo de la planta, sin contaminar el ambiente. Frente a esta realidad, y teniendo en cuenta que en nuestra ciudad y en muchas ciudades del país las hortalizas de tallo corto son mayormente regadas con aguas servidas sin ningún tratamiento previo, lo cual expone a los pobladores a sufrir de afecciones gastrointestinales. Por todo ello el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de las concentraciones del bioabono “biol” en las características del crecimiento y desarrollo

de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” en un medio hidropónico.

Materiales y métodos

Material biológico

Semillas de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” Obtenido de la casa comercial agrícola Chimú-Trujillo.

Bioabono “biol” de estiércol vacuno elaborado en la estación experimental de bioquímica aplicada de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo.

Soluciones nutritivas hidropónicas estándar: Preparadas por la mezcla de la solución A y B

Solución A: Fosfato de Amonio 492 g, Nitrato de Calcio 2.100 kg y Nitrato de Potasio 1.100 kg.

Solución B: Sulfato de Magnesio 492 g, Sulfato de Cobre 0.48 g, Sulfato de Manganeso 2.5 g, Sulfato de Zinc 1.2 g, Ácido Bórico 6.2 g, Molibdato de Amonio 0.02 g, Nitrato de Magnesio 920 cc., Quelato Hierro 8.5 g (Cabos, 2014).

Construcción del sistema hidropónico en cama y/o raíz flotante

Se construyeron 15 camas hidropónicas de 80 cm x 40 cm x 15 cm, las mismas que fueron plastificadas para evitar la pérdida del medio. Además, se recortaron y perforaron planchas de termopor para que funcionen como soporte de las lechugas. (Medina & Solari, 2010).

Preparación de los tratamientos

Para evaluar el efecto del biol sobre los cultivos hidropónicos de lechuga se realizó un diseño de estímulo creciente con doble control, empleando 5 tratamientos con 3 repeticiones los mismos que fueron

asignados entre las 15 camas hidropónicas, en las cuales se evaluaron diferentes concentraciones de biol, las mismas que fueron utilizadas en reemplazo de las soluciones nutritivas A y B. Se trabajó como grupo testigo o control el tratamiento que fue preparado utilizando una mezcla

en partes iguales de las soluciones hidropónicas A y B, que vienen siendo empleadas como soluciones estándar en los cultivos hidropónicos; Cada tratamiento constó de 8 plántulas de lechuga, según, tratamientos y concentraciones de biol utilizadas en cada uno de ellos (Gíl, 2017).

REPETICIÓN	TRATAMIENTO				
	A	B	C	D	E
I	Soluciones hidropónicas Estándar AyB	Biol 5%	Biol 10%	Biol 15%	Biol 20%
II	Soluciones hidropónicas Estándar AyB	Biol 5%	Biol 10%	Biol 15%	Biol 20%
III	Soluciones hidropónicas Estándar AyB	Biol 5%	Biol 10%	Biol 15%	Biol 20%

Esquema del tratamiento aplicado a la investigación

Preparación del almácigo de *Lactuca sativa* "lechuga"

Se hicieron surcos a una distancia de 8 cm de separación con una profundidad aproximada de 1 cm. Luego se sembraron las semillas en dichos surcos. Se cubrieron suavemente las semillas con el sustrato sin ejercer presión sobre ellas y posteriormente se esperó 4 semanas para la germinación de las mismas.

Trasplante de las plántulas

Se trasplantaron las plántulas que cumplieron con las características de tener por lo menos 3 hojas verdaderas; el tallo suficientemente largo para que alcance el medio, y sin abolladuras o fisuras en los tallos u hojas; Seleccionadas las plántulas se quitaron del almácigo con sumo cuidado con el fin de preservar entera la raíz, se lavaron con agua para desprender los

residuos del almacigo en el tallo o raíz de la plántula y se cubrió el tallo con esponja para que esta sea su soporte dentro de los orificios hechos en las planchas de termopor de tal manera que las raíces quedaron suspendidas en el medio (Gil, 2017).

Mantenimiento del cultivo

Las raíces de las lechugas necesitan oxígeno; por lo tanto, todos los días fue necesario airear las raíces, además, los componentes más pesados del biol suelen precipitarse en el medio y para que sea una mezcla homogénea fue necesario resuspender estos componentes para lo cual se agito y se removió el sedimento del fondo de las camas hidropónicas.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza ANOVA a los datos de peso, área foliar y longi-

tud de la raíz de *Lactuca sativa* var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" obtenidos en los tratamientos evaluados con las diferentes concentraciones de biol. fueron analizadas estadísticamente mediante análisis de varianza ANOVA para la comparación de medias (Romero & Zúñiga, 2015).

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los valores de pH y las concentraciones promedio en mg/L de Nitrógeno, Fósforo y Potasio presentes en el biol a los 45 días de fermentación en el biodigestor, observándose que estas aumentan a medida que aumenta el tiempo de fermentación. Se determinó de esta manera que la mayor concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el biol correspondientes a 10,200.00, 219.10, y 1103.80 respectivamente se obtienen en el día 45 de la fermentación. Estos datos fueron corroborados por los resultados obtenidos utilizando el método ANOVA el cual demostró diferencias significativas entre los valores obtenidos en los 3 tiempos evaluados.

La tabla 2 muestra los promedios obtenidos de peso (gramos), longitud foliar y longitud radicular (centímetros) de las plantas de *Lactuca sativa* "lechuga" obtenidas después de 60 días de trasplante de las mismas a las diferentes concentraciones de biol evaluadas. Se observa que el mayor peso, longitud foliar y radicular se obtuvo con una concentración de 20% de biol.

En la tabla 3 se pueden observar los promedios de peso obtenidos en las plantas sometidas a los diferentes tratamientos con el biol, la cual nos indica que el mayor peso de las plantas de lechuga correspondiente a 224.47 se obtuvo con una concentración de biol al 20%, este valor no presentó diferencia con los valores obtenidos en el tratamiento

con solución hidropónica. Esto se corrobora en el análisis de varianza mostrado en la tabla 4.

Con respecto a la tabla 5,6 y 7 que nos muestran valores promedios de longitud foliar y radicular de las plantas de lechuga, se observa el mismo comportamiento de obtener mayor desarrollo a medida que va aumentando la concentración de biol hasta llegar a un máximo de 27.11 cm de longitud foliar y 45.72 de longitud radicular cuando el biol está a una concentración de 20%. Estos resultados fueron superiores a los que presentaron las plantas que formaron parte del grupo control y que estuvieron sometidas a solución hidropónica estándar y que alcanzaron 25.89 cm de longitud foliar y 35.16 cm de longitud radicular, lo cual confirma que es posible reemplazar la solución hidropónica nutritiva comúnmente utilizada por el bioabono biol al 20%. Igualmente se pudo corroborar con el análisis de varianza en la tabla 8.

Tabla 1. Valores de pH y las concentraciones promedio en mg/L de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del bioabono "biol" de estiércol de ganado vacuno, usado en la investigación.

TIEMPO (días de fermentación en el biodigestor)	CONCENTRACION mg/L			
	PH	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
45	6.9	10,200	219.10	1,103.80

Tomado de (Cabos, 2014).

Tabla 2. Promedios del peso total (g.); longitud foliar (cm.) y longitud radicular (cm.) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos con el bioabono "Biol".

Parámetros	Tratamientos				
	A (Solución Hidropónica)	B (Biol 5%)	C (Biol 10%)	D (Biol 15%)	E (Biol 20%)
Peso Total (g.)	224,47	113,33	159,67	218,72	224,47
Longitud Foliar (cm.)	25,89	12,28	18,56	26,72	27,11
Longitud Radicular (cm.)	39,16	13,00	18,94	37,47	45,72

Tabla 3. Resultados promedio y sus estimadores aritméticos del peso total (g) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del bioabono “Biol”.

Repeticiones	Tratamientos				
	A (Solución Hidroponica estándar)	B (Biol 5%)	C (Biol 10%)	D (Biol 15%)	E (Biol 20%)
1	226.2	115.89	161.17	218.83	219.16
2	221.7	112.40	152.33	217.16	220.00
3	225.5	111.70	165.50	220.17	215.33
	673,40	339,99	479,00	656,16	673,40
Promedio	224,47	113,33	159,67	218,72	224,47
Desviación Estandar	2,42	2,24	6,71	1,51	2,42
Variación	5,86	5,04	45,06	2,27	5,86

Tabla 4. ANOVA para el del peso total (g.) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del bioabono “Biol”.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	174501.77	4	43625.4425	140.33	9.846E-08
Intra grupos	3108.671	10	310.867		
Total (Corr.)	177610.441	14			

Puesto que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 5. Resultados Promedio y sus estimadores aritméticos de la longitud foliar (cm) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del bioabono "Biol".

Repeticiones	Tratamientos				
	A (Solución Hidropónica)	B (Biol 5%)	C (Biol 10%)	D (Biol 15%)	E (Biol 20%)
1	26.00	11.00	18.67	27.33	28.50
2	26.33	12.83	17.33	26.33	25.00
3	25.33	13.00	19.67	26.50	27.83
	77,66	36,83	55,67	80,16	81,33
Promedio	25,89	12,28	18,56	26,72	27,11
Desviación Estandar	0,51	1,11	1,17	0,54	1,86
Variación	0,26	1,23	1,38	0,29	3,45

Tabla 6. ANOVA para la longitud foliar (cm) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) "lechuga" obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del bioabono "Biol".

Fuente	Sumade Cuadrados	Gl	C u a d r a d o Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1799.511	4	449.878	9.465	0.00197
Intra grupos	475.33	10	47.533		
Total (Corr.)	2274.841	14			

Puesto que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 7. Promedio de datos en la longitud radicular (cm.) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del “Biol”.

Repeticiones	Tratamiento				
	A (Solución Hidropónica)	B (Biol 5%)	C (Biol 10%)	D (Biol 15%)	E (Biol 20%)
1	39.00	12.66	20.50	38.33	44.83
2	40.16	14.33	17.33	36.58	47.00
3	38.33	12.00	19.00	37.50	45.33
	117,49	38,99	56,83	112,41	137,16
Promedio	39,16	13,00	18,94	37,47	45,72
Desviación Estandar	0,93	1,20	1,59	0,88	1,14
Variación	0,86	1,44	2,51	0,77	1,29

Tabla 8. ANOVA para longitud radicular (cm.) de *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (Asteraceae) “lechuga” obtenidos a los 60 días de trasplante en los diferentes tratamientos del bioabono “Biol”.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	996.263	4	249.066	17.347	1.703E-04
Intra grupos	143.571	10	14.357		
Total (Corr.)	1139.834	14			

Puesto que el valor-P de la razón-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media con un nivel del 95.0% de confianza.

Discusión

La digestión anaerobia es un proceso biológico degradativo en el cual, parte de la materia orgánica contenida en un sustrato es convertida en una mezcla de gases principalmente metano y dióxido de carbono, mientras que el otro producto resultante de la degradación anaerobia es la mezcla de un efluente estabilizado y la biomasa microbiana producida, para este proceso la materia orgánica debe degradarse u oxidarse mediante un mecanismo complejo que se divide en 4 etapas:

hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis, las cuales se llevan a cabo por la acción de diversas familias de bacterias, dentro de las cuales intervienen las bacterias hidrolíticas, fermentativas, acetogénicas y metanogénicas (Antoni *et al.*, 2017).

Todos estos procesos se llevan a cabo simultáneamente dentro del digestor, al cual sólo se le alimenta de la materia prima en las condiciones adecuadas, tomando en cuenta que las bacterias son el ingrediente esencial del proceso, lo cual es necesario

mantenerlas en condiciones que permitan asegurar y optimizar su ciclo biológico (Cabos, 2014).

Según Lawrence *et al.*, (2011), los factores ambientales importantes para el desarrollo de la digestión anaerobia son la temperatura y el pH, puesto que los mismos influyen en la velocidad de digestión y las variaciones bruscas de los mismos pueden provocar la desestabilización del proceso. Existen 3 rangos de temperatura en los que pueden trabajar los microorganismos y se pueda desarrollar una buena degradación de la materia orgánica: psicrófilo (por debajo de los 25°C), mesófilico (entre 25 y 45°C) y termófilo (entre 45 a 65°C) (Díaz-Báez *et al.*, 2012).

El otro parámetro importante para el proceso de digestión es el pH, no debe bajar de 6 ni subir de 8; este parámetro no solo determina la buena producción de biogás y sus efluentes, sino que también determina su composición; un descenso en el pH provocaría bajas en la composición energética de los productos obtenidos a partir de la digestión del material orgánico, mientras que el aumento favorece la formación de amoníaco que, en elevadas concentraciones, es inhibidor del crecimiento microbiano (Patrick *et al.*, 2016).

Como resultado de la fermentación anaerobia del estiércol, se obtienen 2 efluentes líquidos, uno llamado biol (en mayor cantidad) y el otro biosol; donde aproximadamente el 90% del material ingresado se transforma en biol. Con respecto a la composición de este efluente referencias teóricas establecidas por Potsch *et al.* (2014) en Austria refieren este efluente está compuesto por macronutrientes como Nitrógeno: 2630.00 mg/L, Potasio: 2660.00 mg/L y Fósforo: 430.00 mg/L con un periodo de fermentación de 60 días;

comparando estos datos con los obtenidos en la presente investigación y mostrados en la tabla 1 se puede observar que en el biol obtenido existe una mayor concentración de nitrógeno correspondiente a 10,200.00 mg/L, valor muy superior al reportado por los autores, lo cual depende en gran parte del tipo de estiércol utilizado y el manejo que se le brinda desde que este es colectado hasta que es vertido al biodigestor. Cabe resaltar que este valor superior fue obtenido en un tiempo menor de fermentación al reportado por la bibliografía, lo cual establece una ventaja comparativa en cuanto al costo del bioproceso.

(Soria *et al.*, 2015), refiere que la fermentación anaeróbica de estiércol de vacuno para la obtención de biol varía según la estación del año y lugar, según la temperatura del medio o presión atmosférica, según la alimentación del ganado, la raza, entre otros, por ejemplo la fermentación del biol en los meses de verano es más rápido (1-2 meses) y en el invierno es lenta (2-4 meses). por lo que se optó por utilizar el biol de 45 días para proceder a su utilización como solución nutritiva para el cultivo de lechugas hidropónicas.

En los cultivos hidropónicos, todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua, para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores. Una de las características que deben tener las sales fertilizantes es una elevada solubilidad o de lo contrario solo una pequeña parte se disolverá (Cabos, 2017).

La mayoría de plantas utilizan generalmente 16 elementos para su crecimiento. Estos están divididos entre macronutrientes (macro elementos),

aquellos que son requeridos relativamente en gran cantidad, y los micronutrientes (elementos traza o menores), aquellos que son necesitados en considerable menor cantidad (Gómez, 2010).

Cada uno de estos elementos juega un papel muy importante en la preparación y descomposición de diversos metabolitos necesarios para el crecimiento de las plantas y debe ser suministrado por el suelo mediante la fertilización del mismo. En el caso de los cultivos hidropónicos estos requerimientos nutricionales se convierten en el factor limitante para el adecuado desarrollo de las plantas puesto que las mismas están suspendidas en un medio acuoso y solo pueden absorber los nutrientes que están disueltos en el mismo. Mediante diversos estudios se ha logrado estandarizar y formular soluciones nutritivas hidropónicas con excelentes resultados que han permitido realizar esta práctica a gran escala, sin embargo, el costo de las mismas es el factor limitante cuando se intenta producir a gran escala este caso. Al observar los resultados de la tabla 2 se observa que el biol se comporta de manera muy similar a las soluciones hidropónicas estandarizadas al permitir un adecuado crecimiento y desarrollo foliar y radicular. Como se muestra en las tablas 3, 5 y 7 y sus respectivos análisis de varianza en las tablas 4, 6 y 8 respectivamente.

Según Aparcana *et al.* (2018), el biol se caracteriza por ser promotor y fortalecedor del crecimiento de las plantas y de sus raíces gracias a la producción de hormonas, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de la fermentación anaeróbica. Estos datos han sido corroborados en la presente investigación al determinar que el biol al 20% puede reemplazar a las soluciones nutritivas

en el cultivo de lechugas hidropónicas, disminuyendo el costo final de producción de las mismas y cerrando el círculo de agricultura orgánica y sostenible.

Conclusiones

Las concentraciones del bioabono “biol” si influyeron en las características del crecimiento y desarrollo de *Lactuca sativa* var. longifolia (Asteraceae) “lechuga” en un sistema de cultivo hidropónico.

El bioabono “biol” al 20% presentó las mejores ventajas en el peso, longitud foliar y radicular de *Lactuca sativa* var. longifolia (Asteraceae) “lechuga”, en un sistema de cultivo hidropónico.

Debido a su alta concentración de nitrógeno, fósforo y potasio el bioabono “biol” constituye una alternativa ecológica y económicamente rentable de utilización de residuos para la fertilización de diferentes cultivos.

Agradecimientos

A todo el personal de la estación experimental de bioquímica aplicada, por todo su apoyo brindado para la realización de la presente investigación, desde el apoyo logístico hasta las facilidades técnico-científicas. Así mismo a nuestro amigo y maestro el MsC. Alfredo Martín Alva, por todas las sugerencias para el éxito de esta investigación a todos ellos mi gratitud y estima personal.

Contribución de los autores

K.M. recolector y analista de la información obtenida en campo, F.L., L.G.: apoyo logístico en la recolección de la información, A.R. apoyo en estadística y validación de los resultados, C.B. apoyo en la revisión de la redacción del artículo, C.L. diseño de la investigación y evaluación de la misma.

Todos los autores han leído el manuscrito final y aprobado la revisión.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Literatura citada

- Antoni, D.; V. Zverlov & W. Schwarz.** 2017. Biofuels from microbes. *Appl Microbiol Biotechnol.* 77: 23-35. <https://doi.org/10.1007/s00253-007-1163-x>
- Aparcana S.** 2018. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de Biogás. German ProfECGmbH. Perú, 2-4pp.
- Cabos, J.** 2014. "Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del Biol y Biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo". Tesis para optar el grado maestro en ciencias con mención en gestión ambiental escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo
- Días, E.; J. Kreling; R. Botero & J. Murillo.** 2017. Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales. *Tierra tropical*, 3 (2), 79-160. http://www.academia.edu/22066163/Evaluaci%C3%B3n_De_La_Productividad_y_Del_Efluente_De_Biodigestores_Suplementados_Con_Grasas_Residuales
- Díaz-Báez, M.; S. Espitia & F. Molina.** 2012. Digestión Anaerobia una Aproximación a la Tecnología. Unibiblos. Bogotá, Colombia.
- Espinoza, G.** 2015. Composición del Biol a base de estiércoles y algas. Continental S.A.: Arequipa.
- Gómez, F.** 2010. Efecto de un abono orgánico sobre la producción de albahaca (*Ocimum sanctum* L.) y las propiedades físico-químicas de un suelo. Tesis Lic. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica. 130 p.
- Gil, L.** 2017. Características físicas, químicas y microbiológicas del biofertilizante "biol" producido en un biodigestor de policloruro de vinilo, Trujillo, La Libertad, 2016. Tesis para optar el grado maestro en ciencias con mención en gestión ambiental escuela de posgrado de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Lawrence, Q.; W. Baldeón & O. Tang.** 2011. Evaluación de la calidad de biogás y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. Departamento de Ingeniería Ambiental, Física y Meteorología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Medina, V. & E. Solari.** 2010. El biol fuente de Fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa especial de Energías UMSS-GTZ. Cochabamba, Bolivia: impresiones poligráficas.
- Patrick, A.; R. Topper; E. Graves & R. Thomas.** 2016. "The Fate of Nutrients and Pathogens During Anaerobic Digestion of Dairy Manure". https://fyi.extension.wisc.edu/manureirrigation/files/2013/04/PennStateExt_PSU_2006_The-Fate-of-Nutrients-and-Pathogens-During-_Anaerobic-Digestion-of-Dairy-Manure_G71.pdf
- Potsch, E.; E. Pfundtner; R. Resch & P. Much.** 2014. Composición y características del uso de los restos fermentados de plantas de biogás. Irdning, Austria.
- Romero, R. & L. Zúñiga.** 2015. Métodos Estadísticos en Ingeniería. Valencia, España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Soria, M.; R. Ferrera-Cerrato; J. Etchevers; G. Alcántara; J. Trinidad; L. Borges & G. Pereyda.** 2015. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra*. 19 (4): 353-362. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319408>