

BIOFERTILIZACIÓN CON CIANOBACTERIAS Y DIATOMITA EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.), Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO

BIOFERTILIZATION WITH CYANOBACTERIA AND DIATOMITE IN THE CULTIVATION OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.), AND ITS EFFECT ON THE PROPERTIES OF THE SOIL

ONTIVEROS SOSSA, M. A., ÁVILA CÉSPEDES, M. I.

RESUMEN

El estudio en los efectos de los biofertilizantes elaborados a partir de cianobacterias (Espirulina y Nostoc) y diatomita en el cultivo de lechuga y su influencia en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Se utilizaron 10 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales en un diseño experimental de Bloques al Azar (DBA). Se llevo a cabo mediciones a los 14, 28 y 42 días, evaluando las variables, como la altura de la planta, el diámetro de la roseta, el peso de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y el rendimiento. Los resultados indican que los tratamientos a base de Espirulina tuvieron un impacto positivo en el crecimiento y el rendimiento de la lechuga, teniendo con un rendimiento promedio que osciló entre 3,55 kg/m² y 3,64 kg/m². Además, se observó una mejora en la calidad del suelo, con un pH de 7,4 y un aumento en la cantidad de nutrientes esenciales, como fósforo, P, potasio, K, magnesio, Mg y calcio, Ca, presentes en el suelo.

PALABRAS CLAVE

Biofertilizantes,
Cianobacterias,
Espirulina,
Nostoc,
Diatomita,
Cultivo de lechuga,
Propiedades fisicoquímicas del suelo.

ABSTRACT

The study of the effects of biofertilizers made from cyanobacteria (Spirulina and Nostoc) and diatomite on lettuce cultivation and its influence on the physicochemical properties of the soil, 10 treatments and 3 repetitions were used, totaling 30 experimental units in a Randomized Block experimental design (RBD). Measurements were carried out at 14, 28 and 42 days, evaluating variables, such as plant height, rosette diameter, plant weight, stem diameter, number of leaves and yield. The results indicate that Spirulina-based treatments had a positive impact on the growth and yield of lettuce, with an average yield that ranged between 3.55 kg/m² and 3.64 kg/m². In addition, an improvement in soil quality was observed, with a pH of 7.4 and an increase in the amount of essential nutrients, such as phosphorus, P, potassium, K, magnesium, Mg and calcium, Ca, present in the soil.

KEYWORDS

Nematodes,
Biopesticides,
Trichoderma Spp.,
Bacillus Thuringiensis,
Diatomaceous Earth,
Chard Beta vulgaris var. cicla

INTRODUCCIÓN

Bolivia, con su diversidad geográfica y climática, presenta un potencial significativo para la producción de hortalizas.

Sin embargo, esta actividad se ve obstaculizada por varios desafíos. El cambio climático, con sus patrones de temperatura y precipitación en constantes variaciones, y la escasez hídrica, resultado de sequías cada vez más frecuentes, afectan directamente la disponibilidad de agua para el riego.

Además, el manejo inadecuado del suelo, caracterizado por prácticas agrícolas no sostenibles, está agotando los nutrientes y degradando la calidad del suelo. A pesar de estas limitaciones, la producción de hortalizas sigue siendo fundamental para la alimentación de la población boliviana.

En vista de esta situación, es fundamental abordar estos desafíos de manera integral y buscar soluciones que promuevan la producción sostenible de hortalizas. Las cianobacterias tienen la capacidad de producir fitohormonas que son importantes para el crecimiento vegetal y reducen la dependencia de fertilizantes químicos costosos.

Por otro lado, la diatomita mejora la retención de humedad en el suelo, optimizando el riego y fortaleciendo la resistencia de los cultivos a condiciones climáticas adversas.

Además, ambos contribuyen a prevenir la erosión del suelo, mantener su fertilidad a largo plazo y a mitigar la contaminación por metales pesados. En conjunto, estos microorganismos tienen el potencial de revolucionar la producción agrícola en Bolivia y garantizar la seguridad alimentaria de la población.

La aplicación de cianobacterias en el suelo para mejorar la fertilidad y productividad de cultivos tiene una rica historia arraigada en diversas culturas. Desde tiempos ancestrales, comunidades indígenas en América, África y Asia han empleado esta práctica tradicionalmente. Sin embargo, su incorporación como biofertilizantes en la agricultura, respaldada por investigaciones científicas, es una evolución más reciente que ha ganado prominencia en las últimas décadas.

A partir de los años 1940, los estudios en cianobacterias comenzaron a arrojar luz sobre su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y generar compuestos beneficiosos para la agricultura. A medida que se reconoció su potencial para enriquecer la fertilidad y productividad del suelo de manera sostenible, su uso como biofertilizantes tomó forma y se integró gradualmente en prácticas agrícolas en diferentes partes del mundo (Zhang y Schmidt, 2015).

Las cianobacterias emergen como una alternativa valiosa para reducir la dependencia de fertilizantes químicos y elevar la producción de cultivos comerciales. Componentes clave, como hierro y fósforo presentes en las cianobacterias, fundamentan sus beneficios en la agricultura. (Zuñiga, 2018).

La aplicación de biofertilizantes basados en microalgas tenía la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, mejorar las propiedades físicas del suelo y producir compuestos útiles para

los cultivos como auxinas, giberelinas, vitaminas y aminoácidos. (Rodríguez et al., 2006)

Según López (2011) la fertilización foliar a una dosis de 50 g de Espirulina /L de agua obtuvo un incremento en la producción en la producción de tomate del 50%, aumento en el tamaño del fruto y el número de flores por planta.

La diatomita aplicada en una dosis de 50 g/m² aporta multitud de beneficios en el crecimiento vegetativo y en la fase de producción por su contenido de silicio, permite combatir situaciones de estrés e inhibe en la absorción de nutrientes. (Lozano, 2021).

La diatomita contiene una gran cantidad de minerales y micronutrientes, los cuales suelen basarse exclusivamente en el nitrógeno, el potasio y el fósforo, dejando de lado ciertos nutrientes que, aunque necesarios en menor cantidad, son esenciales para mantener una buena salud vegetal. (Rosique, 2016)

En Bolivia no se han realizado muchas investigaciones respecto a la aplicación de cianobacterias como biofertilizantes, no obstante, hay disponibilidad de estos. Las cianobacterias y diatomita principalmente se encuentran en el Departamento de La Paz, Oruro y Potosí (Acarapi.2013)

MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó en el Centro Experimental Agroambiental ubicado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, provincia Andrés Báñez, Departamento de Santa Cruz. Geográficamente se encuentra situada en latitud sur: -17.81° longitud oeste: -63.17° y a una altura de 400 m.s.n.m.

Los datos climáticos de la zona se registran por el Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI) en la estación El Trompillo. Los valores de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa, ocurren durante el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga.

La precipitación registrada durante el cultivo de lechuga, 7 mm/día, fue insuficiente para permitir un desarrollo normal de la planta, siendo necesario aplicar riego para asegurar el crecimiento y desarrollo adecuado del cultivo mencionado.

La temperatura durante el crecimiento de la lechuga fluctuó entre 12 a 20 °C la mínima y 33 a 27 °C la máxima.

La humedad relativa oscila entre 80 % a 95% en el mes de mayo. Materiales: Nostoc commune, Arthrospira máxima, Diatomita, Plantines de lechuga, Balanza electrónica.

Se aplicaron 3 tipos de biofertilizantes en 3 niveles diferentes, 10 tratamientos con tres repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales.

Tabla 1. Descripción de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Dosis (g/m ²)
T1	Testigo, sin biofertilizantes	0
T2	Espirulina	20
T3	Espirulina	30
T4	Espirulina	40
T5	Diatomita	25
T6	Diatomita	50
T7	Diatomita	100
T8	Nostoc	20
T9	Nostoc	30
T10	Nostoc	40

Se realizaron diez tratamientos con una distancia de 7 m de largo, 1,50 m de ancho y pasillo de 0,50 m. Cada tratamiento se distribuyó con tres repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales con una superficie de 0.67 m² por repetición, utilizando un área útil total de 31.5 m².

El proceso de producción del cultivo:

La preparación del suelo consistió en la remoción a una profundidad aproximada de 30 cm mediante el uso de herramientas manuales, posterior desterronado, mullido y nivelado.

Para reducir la población de microorganismos patógenos, malezas y plagas se efectúa la solarización del suelo según recomendaciones del INTA, para lo cual primeramente se aplicó agua hirviendo, luego se cubrió las platabandas con plástico transparente logrando incrementar de temperatura aprovechando la fuerte insolación y las altas temperaturas. Este tratamiento del suelo duro 3 semanas.

Luego se incorporó humus de lombriz en todas las platabandas, en dosis de 2Kg/m² ya que éstas tienen un uso intensivo sin incorporación de materia orgánica. Cabe mencionar que en las áreas donde se efectuó la investigación, los suelos se utilizaban para la producción de camote, rúcula y papa balusa, cuyos cultivos fueron removidos antes del experimento.

Se realizó la apertura del surco a una profundidad de 10 cm. Luego se procedió al trasplante cubriendo con suelo húmedo para que no haya aire y garantizar el prendimiento de las plántulas. Se aplicó una densidad de 30 cm entre plantas y 25 cm entre surcos, labor que se realizó en horas de la tarde y así dar las condiciones adecuadas al suelo después de haber pasado por un estrés fisiológico del momento del trasplante.

La aplicación de los tratamientos se realizó la siguiente semana después del trasplante, directamente al suelo y 3 semanas antes

de la cosecha se hace una segunda. La diatomita y Espirulina se aplicaron en su formulación comercial de polvo. El Nostoc adquirido de los mercados en forma seca, se sometió a triturado para reducir el tamaño de sus partículas y, para facilitar su aplicación, se remojó previamente en agua.

La sustitución de plantas muertas se efectuó tres días después del trasplante, el mismo que se efectuó con el propósito de uniformizar la población de las diferentes unidades experimentales.

El control de malezas se realizó cada quince días con la finalidad de evitar la competencia por recursos, el exceso de humedad y la presencia de plagas y enfermedades. Esta labor se realizó de forma manual con el fin de evitar la proliferación de las mismas y favorecer un buen desarrollo del cultivo.

El sistema radicular de la lechuga es reducido en comparación a la parte aérea, siendo sensible a la falta de humedad y no soporta la exposición a un periodo de sequía, por lo que se realizaron riegos a diario durante la primera semana.

Para garantizar el prendimiento se utilizó una manguera, simulando el riego por aspersión, aunque también se cuenta con un sistema de riego por goteo. El riego posterior está en función de las condiciones climáticas.

Se realizó el control de plagas y enfermedades con una aplicación de jabón potásico en aspersión de manera preventiva al observarse la presencia de trips.

Para la determinación del efecto de las cianobacterias y diatomita en el desarrollo de la lechuga se tomaron muestras al azar hasta completar el 100% de las plantas.

Registro de variables

Se determinó la altura de la planta en cm mediante la medición de 6 plantas al azar por unidad experimental, tomando en cuenta la longitud desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja superior, utilizando una regla y se realizan mediciones a los 14, 28, 42 días.

Se estableció el diámetro de la roseta en cm, se midió cada planta muestreada utilizando un flexómetro. La medición se realizó desde el borde izquierdo hasta el borde derecho de la roseta en una frecuencia de 14, 28 y 42 días.

Se contabilizó el número total de hojas por planta, se incluyen tanto las hojas más pequeñas como las más grandes.

Se determinó utilizando una regla y se toma al momento de cosechar la planta.

Una vez realizada la cosecha se procedió el pesaje y determinación del rendimiento correspondiente de las muestras con una balanza.

Los valores obtenidos de cada planta se expresan en gramos después de la cosecha. Se procedió al pesado utilizando la balanza.

La cosecha se realizó durante diferentes días debido a que las plantas de la tercera repetición están retrasadas en una semana y media en su desarrollo.

RESULTADOS

La figura 1 muestra el diámetro de la roseta de las lechugas a los 14, 28 y 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes.

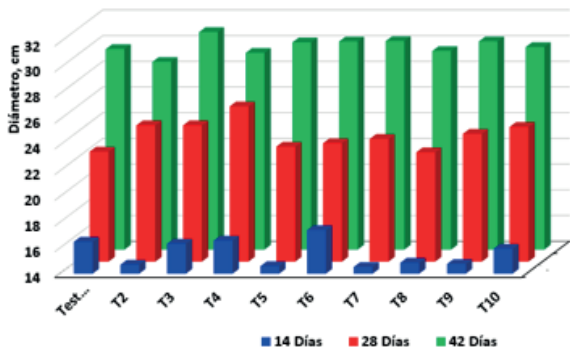


Figura 1. Diámetro de la roseta de las plantas de lechuga a los 14, 28 y 42 días

La figura 2 expone las alturas de las plantas de las lechugas a los 14, 28 y 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes.

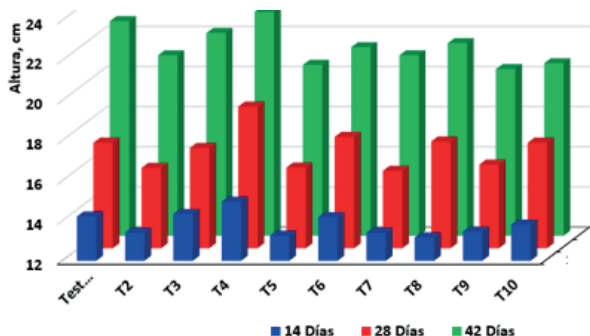


Figura 2. Altura de las plantas de lechuga a los 14, 28 y 42 días

La figura 3 exhibe el número de hojas promedio de las plantas de las lechugas a los 14, 28 y 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes

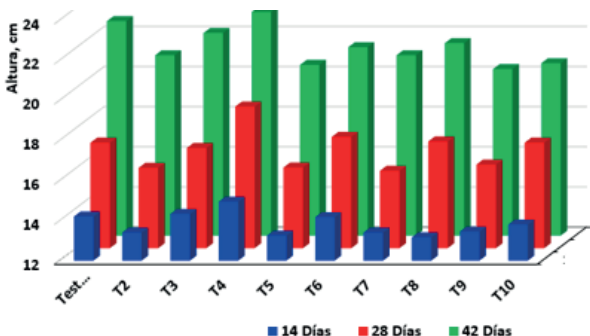


Figura 3. Número de hojas en las plantas de lechuga a los 14, 28 y 42 días

La figura 4 indica el diámetro final promedio del tallo de las plantas de las lechugas a los 14, 28 y 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes.

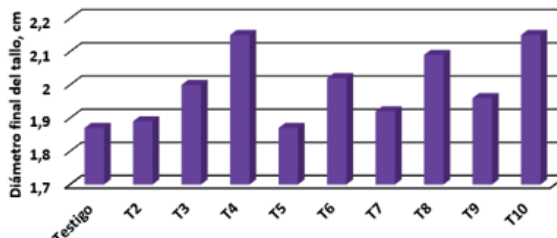


Figura 4. Diámetro final promedio del tallo en las plantas de lechuga a los 42 días

La figura 5 señala el peso final promedio de las plantas de las lechugas a los 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes.

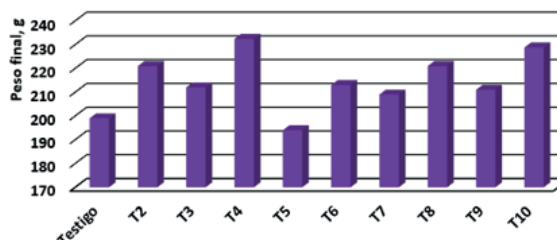


Figura 5. Diámetro final promedio del tallo en las plantas de lechuga a los 42 días

La figura 6 expone el rendimiento promedio de las plantas de las lechugas a los 42 días para el testigo y los 9 tratamientos correspondientes.

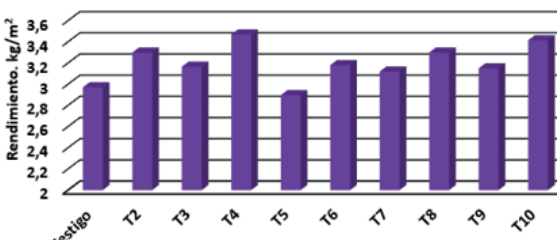


Figura 6. Rendimiento promedio de las plantas de lechuga a los 42 días

En la tabla 2 indican las características de la textura del suelo donde se realizaron los cultivos.

El muestreo de suelo se realizó al azar, a una profundidad de 0,20 m, recolectándose 1 kg de cada platabanda para luego proceder a la homogenización y obtener una muestra total previo. Posteriormente se realizó unas 4 muestras de suelo en base a los tipos de biofertilizantes. Los resultados se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Textura del suelo experimental

ITEM	Textura		
	Arena, %	Limo, %	Arcilla, %
Previo	73	1	26
Testigo	71	2	27
Espirulina	74	2	24
Diatomita	72	3	25
Nostoc	73	2	25

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas del suelo experimental

	Previo	Testigo	Espirulina	Diatomita	Nostoc	
Conductividad Eléctrica, $\mu\text{S}/\text{cm}$	62	70	72	71	67	
pH	8,7	8,3	7,4	7,9	7,7	
Cationes solubles, cmol/kg	Ca	3,1	2,9	3,8	4,5	3,8
	Mg	1,6	2,1	2,4	1,9	1,6
	Na	0,22	0,37	0,54	0,43	0,67
	K	0,74	0,68	0,95	0,45	0,59
Capacidad de intercambio catiónico	0,06	8,7	12,5	10,5	11,3	
Materia Orgánica	1,36	2,3	1,9	1,7	2,0	
Bases intercambiables	Ca	-	3,7	4,3	3,5	3,9
	Mg	-	2,9	3,7	3,2	3,5
	Na	-	1,2	1,7	1,3	1,5
	K	-	0,85	2,70	2,50	2,40
Nitrógeno total	0,14	0,25	0,19	0,16	0,21	
Fósforo, mg/kg	18	16	25	21	19	

DISCUSIÓN

Los tratamientos con la diatomita a una dosis de 50 y 100 g/m², así como el tratamiento con Nostoc a una dosis de 30 g/m² fueron los más efectivos para aumentar el diámetro de la roseta en relación al testigo.

En estudios realizados por Baritieri et al. (2015), aunque no se presentan diferencias estadísticas significativas, la aplicación de biofertilizantes ricos en micronutrientes presenta, en promedio, un diámetro de 24,08 cm durante la semana 4 después de la aplicación el cual es similar al promedio del T4 con 40 g/m² de Espirulina.

Estudillo (2017), en su investigación aplicando biofertilizantes a base de microalgas en lechuga cressa a los 45 días, obtuvo un diámetro promedio de 29 a 31 cm. Destacar que el mismo autor menciona que, el diámetro de la cabeza está determinado por la

genética de cada variedad, interacción genotipo-ambiente y por la densidad de plantación. Para las variedades de mayor diámetro la densidad de plantación debe ser baja, a altas densidades hay demasiada competencia por la luz, la cual merma el peso de la biomasa.

El tratamiento que mostró el mayor aumento en altura fue el Tratamiento T4 con una dosis de 40 g/m² de Espirulina. El promedio de altura obtenido en este tratamiento fue de 23,16 cm, lo que representa un aumento del 6,1% en comparación con el testigo.

En su investigación, Hernández y Trujillo E. (2016) afirmaron que, a la sexta semana, el grupo tratado con Nostoc alcanzó una altura promedio de 20,15 cm, estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación.

Según la investigación de Zúñiga (2018), el uso de las cianobacterias Nostoc y Espirulina mejora el desarrollo de la planta, positivamente la altura, el número de hojas, la producción de flores y la longitud de la raíz. Además, se encontró que estos tratamientos presentan los valores más altos en relación al testigo.

El tratamiento T2 presenta un mayor número de hojas con una cantidad de 26.17. El número de hojas por planta no solo es el resultado de los nutrientes del suelo, sino también del clima, planta y manejo del cultivo, también menciona que el promedio de número de hojas al momento de la cosecha es de 22 hojas por planta.

En los tratamientos aplicados con Nostoc se puede observar que a menor cantidad del Nostoc aplicado hay mayor número de hojas. Además, todos los tratamientos son superiores al testigo. Este resultado difiere de la investigación de Gómez (2021) donde los tratamientos donde se aplicaron Nostoc tuvieron mayor número de hojas a diferencia de los tratamientos con fertilizante mineral y la combinación de mineral + Nostoc,

Los tratamientos T4 y T10, que consistieron en la aplicación de 40 g/m² de Espirulina y Nostoc respectivamente, tuvieron los valores más altos de diámetro del tallo con una media de 2,17 cm y 2,15 cm. Son numéricamente mayores en relación al testigo con una diferencia de entre 14.81 % y 13.27 %.

Los tratamientos T4 y T10, que consistieron en la aplicación de 40 g/m² de Espirulina y Nostoc respectivamente, presentaron las medias más altas con pesos de 232,41 g y 228,78 g en comparación con el testigo, lo que implicó un aumento del 13,52% y 11,45% en la producción de peso de las plantas.

Tras el análisis de los resultados de los tratamientos aplicados a la lechuga, se pudo observar que los tratamientos T4, T2 y T3 presentan un mayor rendimiento, en comparación con el Testigo.

Según el estudio realizado por la UNAM (2005), el rendimiento de la lechuga en promedio es de 2.25 kg/m². El biofertilizante de Espirulina demostró tener un impacto positivo en el control de factores que influyen en el rendimiento de los cultivos.

Este estudio se enfocó en explorar el uso de algas como una alternativa natural para mejorar la producción de diversos cultivos. Los resultados de su investigación revelaron que el biofertilizante elaborado a partir de Espirulina posee la

capacidad de inducir una resistencia tanto al estrés biótico como abiótico en las plantas.

Además, se ha demostrado que la *Espirulina* aumenta la resistencia a enfermedades y estrés durante todo el ciclo de cultivo, lo que contribuye a su elevado rendimiento final.

Hay una baja concentración de sales, es decir, es un suelo sin problema de salinidad tanto antes y después del experimento. En cuanto al pH, se puede ver que el suelo al inicio tenía un pH 8.7, fuertemente alcalino. En un ambiente con este pH nutrientes como el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el fósforo (P) suelen estar disponibles para las plantas.

La textura del suelo es franca-arcillo-arenosa, además de que no ha afectado notoriamente a la textura de suelo, la lechuga prefiere suelos de textura franco-arcillosa y puede adaptarse bien a todo tipo de texturas de suelo.

CONCLUSIONES

La aplicación de *Espirulina* en el tratamiento T4 (40 g/m² de *Espirulina*) produce un efecto notable a los 28 días en el crecimiento de la lechuga, siendo el diámetro de la roseta de 26,07 cm, la altura de la planta de 19,06 cm y número de hojas de 18,67.

En relación a las variables diámetro del tallo y peso de la planta, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. No obstante, es importante destacar que el tratamiento T4 (40 g/m² de *Espirulina*) mostró valores notables, con un diámetro de tallo de 2.17 cm y un peso de planta de 232.41 g.

En cuanto al rendimiento, se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, específicamente, los grupos de tratamientos que incluyeron *Espirulina* con dosis de 20, 30 y 40 g/m² presentaron valores estadísticamente similares,

Tras la aplicación de los biofertilizantes, la textura y la conductividad eléctrica del suelo se mantuvieron sin cambios significativos. Sin embargo, se observó una disminución del pH del suelo, destacándose la *Espirulina* con un pH de 7.4 aumentando la disponibilidad de nutrientes del suelo.

La aplicación del biofertilizante a base de *Espirulina* demostró un efecto positivo en el suelo al incrementar la capacidad de intercambio catiónico. Además, se observó un aumento significativo en la cantidad de minerales como Ca, K, Mg y P en el suelo en comparación con las cantidades iniciales encontradas antes de la aplicación de los tratamientos.

La aplicación de biofertilizantes a base de cianobacterias y diatomita aceleró el crecimiento de la lechuga en 45 días, lo que puede permitir 8 a 9 cosechas por año, optimizando los sistemas de producción.

REFERENCIAS

- ACARAPI, W. (2013). ESTUDIO Y APLICACIÓN DE LOS RECURSOS DIATOMACEOS DE LAS LOCALIDADES CHARAÑA Y BELLA VISTA, DEPARTAMENTOS DE LA PAZ Y POTOSI. LA PAZ, BOLIVIA.
- BARITIERI, D., SILVÉRIO KLOSOWSKI, É., PILARSKI HENKEMEIER, N., GONÇALVES JUNIOR, A. C., VASCONCELOS, S. DE E., & CHIBIAQUI, E. (2015). PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) CV. VANDA, CULTIVADA SOB DIFERENTES AMBIENTES E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA. CULTIVANDO O SABER, 8, Nº1, 109-124.
- ESTUDILLO, A. (2017). EFECTO DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS Y AMINOÁCIDOS EN EL CRECIMIENTO DE. MEXICO
- HERNÁNDEZ A. & TRUJILLO E. (2016). EFECTO DEL USO DE BIOFERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE PLANTAS DE LECHUGA (*LACTUCA SATIVA*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO. AGRONOMÍA COSTARRICENSE, 40(1), 135-146
- LOPEZ, A. (2011). APLICACION DE LA ESPIRULINA EN LA AGRICULTURA. ESPAÑA
- LOZANO, R. (2021). EFECTO DEL SILICIO EN EL RENDIMIENTO DEL TOMATE RIÑÓN. COLOMBIA.
- ROSIQUE, M. (2016). LA TIERRA DE DIATOMEAS: USOS Y APLICACIONES. CHILE
- RODRÍGUEZ, A., STELLA, A., STORNI, M., ZULPA, G. Y ZACCARO M. (2006), OEEFFECTS OF CYANOBACTERIAL EXTRACELLULAR PRODUCTS AND GIBBERELLIC ACID ON SALINITY TOLERANCE IN *ORYZA SATIVA L.* SALINE SYSTEMS.
- ZÚÑIGA, M. (2018). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA FOTOTRÓFICA EN CEPAS DE *NOSTOC MUSCORUM* OBTENIDAS DE BIODIVERSIDAD MESOAMERICANA. (TESIS DE LICENCIATURA). UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, SAN JOSÉ, COSTA RICA.
- ZHANG, X, Y SCHMIDT R. THE IMPACT OF GROWTH REGULATORS ON THE α -TOCOPHEROL STATUS IN WATER-STRESSED *POA PRATENS* INT TURFGRASS, 8 (2015): 1364-1373.

CITA

