



Efectos del biol industrial complementado con algas marinas sobre el rendimiento del cultivo rábano (*Raphanus sativus* L.)

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.227>

Effects of industrial biol supplemented with seaweed on the yield of radish crop (*Raphanus sativus* L.)

Efeitos do biol industrial suplementado com algas marinhas no rendimento do rabanete (*Raphanus sativus* L.)

José Antonio Legua Cárdenas
jlegua@unjfsc.edu.pe

Ángel Hugo Campos Díaz
acampos@unjfsc.edu.pe

Denisse Jesús Vélez Chang
denissej.velez@gmail.com

Yasmin Jesús Vélez Chang
yvelez@unjfsc.edu.pe

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú

Artículo recibido el 15 de marzo 2023 / Arbitrado el 26 de abril 2023 / Publicado el 20 de mayo 2023

RESUMEN

La situación socioeconómica agravada por la post pandemia de la COVID-19, y conflictos internacionales, ha ocasionado una inestabilidad en la disponibilidad de los fertilizantes. A fin de plantear alternativas para mitigar estas deficiencias de disponibilidad de fertilizantes, se propone la utilización de un efluente producido en la refinación de aceites comestibles, con propiedades fertilizantes, complementado con un fertilizante natural de algas marinas, para mejorar la deficiencia de nitrógeno del primer fertilizante líquido, resultando un biol con nutrientes asimilables por el cultivo. Se establecieron los trabajos de experimentación en el Fundo la Querencia ubicado en la Provincia de Huaura, Lima, Perú. La identificación de la dosis óptima del fertilizante líquido, fue el objetivo de la presente investigación, el biol obtenido se aplicó al cultivo de rabanito, se consideró la dosis utilizada por los agricultores cercanos al Fundo La Querencia y de experiencias encontradas, que es de 3 L de biol/200 L de agua, así también se consideró la concentración resultante de los macronutrientes y micronutrientes al completar el efluente industrial con algas marinas. La experimentación se realizó en el terreno del cultivo seleccionado, donde se aplicó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorio, con cinco tratamientos: T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅ con dosis de fertilizante 0, 2, 3, 4, 5 L/200 L, respectivamente. El análisis de varianza determinó que el tratamiento T₅ obtuvo mayor rendimiento con 47,83 tn/ha, también destacó en peso y longitud de la planta, diámetro polar y ecuatorial de la planta, respecto a los demás tratamientos experimentados.

Palabras clave: Complementación nutricional; Rendimiento del cultivo; Biol

ABSTRACT

The socioeconomic situation aggravated by the COVID-19 post-pandemic, and international conflicts, has caused instability in the availability of fertilizers. In order to propose alternatives to mitigate these deficiencies in the availability of fertilizers, the use of an effluent produced in the refining of edible oils, with fertilizing properties, complemented with a natural seaweed fertilizer, is proposed to improve the nitrogen deficiency of the first liquid fertilizer, resulting in a biol with nutrients assimilated by the crop. Experimental work was carried out at Fundo la Querencia, located in the Province of Huaura, Lima, Peru. The identification of the optimum dose of the liquid fertilizer was the objective of the present research, the obtained biol was applied to the radish crop, the dose used by farmers near the La Querencia farm and from experiences found was considered, which is 3 L of biol/200 L of water, as well as the resulting concentration of macronutrients and micronutrients when completing the industrial effluent with marine algae. The experimentation was carried out in the field of the selected crop, where a Completely Randomized Block Design was applied, with five treatments: T₁, T₂, T₃, T₄ and T₅ with fertilizer doses 0, 2, 3, 4, 5 L/200 L, respectively. The analysis of variance determined that the T₅ treatment obtained a higher yield of 47.83 tn/ha, and also stood out in weight and length of the plant, polar and equatorial diameter of the plant, with respect to the other treatments tested.

Key words: Nutritional supplementation; Crop performance; Biol

RESUMO

A situação socioeconômica agravada pela pandemia pós-COVID-19 e pelos conflitos internacionais levou à instabilidade na disponibilidade de fertilizantes. A fim de propor alternativas para mitigar essas deficiências na disponibilidade de fertilizantes, propõe-se o uso de um efluente produzido no refino de óleos comestíveis, com propriedades fertilizantes, complementado com um fertilizante natural de algas marinhas, para melhorar a deficiência de nitrogênio do primeiro fertilizante líquido, resultando em um biol com nutrientes que podem ser assimilados pela cultura. O trabalho experimental foi realizado no Fundo la Querencia, localizado na província de Huaura, Lima, Peru. A identificação da dose ideal do fertilizante líquido foi o objetivo da presente pesquisa. O biol obtido foi aplicado à cultura de rabanete, considerando-se a dose usada pelos agricultores próximos ao Fundo La Querencia e as experiências encontradas, que é de 3 L de biol/200 L de água, bem como a concentração resultante de macronutrientes e micronutrientes ao completar o efluente industrial com algas marinhas. A experimentação foi realizada no campo da cultura selecionada, onde foi aplicado um projeto de blocos completamente aleatórios, com cinco tratamentos: T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ com doses de fertilizante 0, 2, 3, 4, 5 L/200 L, respectivamente. A análise de variância determinou que o tratamento T₅ obteve o maior rendimento, com 47,83 tn/ha, e também se destacou em peso e comprimento da planta, diâmetro polar e equatorial da planta, em relação aos outros tratamentos testados.

Palavras-chave: Suplementação nutricional; Rendimento da cultura; Biol

INTRODUCCIÓN

Perú se ha perjudicado por el incremento del precio de los fertilizantes, en más del 25 % con relación años anteriores, esta situación ha incrementado el costo de producción agrícola de muchos productos alimenticios. Se expone que, ante esta situación, nuestro país, se ha visto vulnerado por la crisis internacional y la gestión estratégica de su cadena de suministros agrícolas; en la actualidad se tiene una fuerte dependencia de provisión de fertilizantes estratégicos como la urea y otros insumos químicos, que son determinantes para el mantenimiento de la cadena productiva agrícola (1).

Cabe mencionar que el incremento del precio de los fertilizantes ha afectado la producción de hortalizas, lo que ha ocasionado su encarecimiento y de otros alimentos y en zonas del interior del país es más notoria esta insostenible situación económica. Debido a esta realidad es necesario emprender alternativas sostenibles que al mismo tiempo sea viable y reduzca la dependencia de los fertilizantes sintéticos. En la generación de los residuos y efluentes en el proceso de elaboración del aceite refinado, se utilizan diversas etapas para el tratamiento purificador del aceite, se utilizan procesos de decantación, esterilización y centrifugación, produciendo grandes volúmenes de efluentes líquidos en proporción de 75, 17 y 8%, respectivamente (2). Para lo cual la viabilidad del aprovechamiento de recursos, sean efluentes

o residuos de procedencia de la industria alimentaria, es una importante opción, en algunos casos se requiere desarrollar algunas variantes, sin alterar la eficiencia y eficacia de los procesos, para la obtención del producto principal, se puede orientar hacia la obtención de subproductos con expectativa potencial, de ser aprovechados como fertilizantes líquidos, entre otros. En el caso de verificarse alguna deficiencia de algún o algunos macronutriente o micronutriente del subproducto obtenido, esta situación se puede superar al utilizar un complemento nutriente de procedencia química o natural, como la utilización de las algas marinas.

Por este motivo, se indagó los efectos del biol industrial complementado con algas marinas sobre el rendimiento del cultivo rabanito, con el objetivo de Identificar la dosis adecuada de biol industrial complementado con algas marinas para obtener mayor rendimiento del cultivo rabanito. Para lo cual se aplicó las dosis a los 10 y 15 días después de la siembra. Asimismo, se recabaron los datos de las características físicas que luego se procesaron mediante análisis de varianza y prueba de Duncan al 5 % de error.

Por último, es necesario mencionar que otro propósito de esta investigación es aprovechar los efluentes que se generan en la refinación industrial del aceite de pescado, específicamente en la neutralización del agua de lavado del aceite con pH alcalino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y condición climática

Se establecieron los trabajos de experimentación en el Fundo la Querencia ubicado en la zona de Medio Mundo del distrito de Vegueta de la Provincia de Huaura, Lima, Perú, en el ciclo agrícola de invierno, de fines de junio a fines de julio del año 2023. Se ubicó en las coordenadas geográficas de $-10,9248'$ de latitud y $-77,5746'$ de longitud, en condiciones (periodo: junio-julio) de temperatura entre $16-21^{\circ}\text{C}$, humedad relativa a 2 mts: 77 a 83% y precipitación media $0,150\text{ mm/día}$ (3). El campo de cultivo está ubicado en la costa del Océano Pacífico con una altitud aproximada de 50 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), además presenta vientos de SE a 11 km/h.

Población y muestra

La población comprende a todas las plantas de rabanito sembradas. Respecto a la muestra se tomó plantas de los 2 surcos centrales con la finalidad de excluir el efecto de borde, las cuales fueron observadas desde la siembra hasta la cosecha.

Manejo de los experimentos

La aplicación de las dosis del fertilizante líquido (biol), fue según la dosis utilizada por los agricultores cercanos al Fundo La Querencia que es de 3 L de biol/200 L de agua.

También se consideró que para el cultivo de hortalizas se empleó una dosis de 3 L de biol por 200 L de agua (4). Por lo que la dosis propuesta para esta investigación se encuentra por debajo y encima de las concentraciones propuestas por las experiencias encontradas, así también se consideró la concentración resultante de los macronutrientes y micronutrientes al completar el efluente industrial con algas marinas. Resultando las dosis de biol para los tratamientos: T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5 son 0, 2, 3, 4 y 5 L/200 L de agua respectivamente.

Análisis estadístico

Obtenida la información de la evaluación de las características físicas de la planta de rabanito, se tabularon y procesaron por análisis de varianza, determinándose si hubo efecto de dosis de biol (F calculado $<$ F tabulado); es decir si la aplicación de este efluente afectó estadísticamente en el crecimiento y rendimiento de rabanito. Se empleó al porcentaje de 5%, para determinar si existe influencia de dosis de biol, que se presenta con frecuencia, el problema de comparar el efecto que diversas circunstancias de tipo cualitativo que ejercen sobre un cierto fenómeno (5).

Prueba de Duncan

Luego de tabular y procesar los datos de las características físicas, mediante el análisis de varianza, se calculó con la prueba de Duncan

al 5%, el error que facilitó concluir si existió homogeneidad, calificado por una misma letra de abecedario o diferenciación. También se determinó que tratamiento sobresalió respecto a los demás.

Las variables evaluadas al término de la etapa del desarrollo vegetativo del cultivar rabanito, fueron: 1) longitud de la planta (medida desde la raíz de mayor longitud hasta el meristemo apical, en cm), diámetro ecuatorial (luego de un corte transversal del rabanito se midió el mayor diámetro, en cm) y diámetro polar (en cm), para todas estas mediciones se utilizó una regla de acero graduada en mm; 2) peso total por planta (g), se utilizó para estas medidas una balanza de precisión (Ohaus, Parsippany, New Jersey, EUA) y 3) rendimiento.

Procedimiento

Se experimentó con semillas certificadas de rabanito de la variedad Crimson Giant (comercializada por la empresa Emerald Seed Company, USA) antes de ser aplicadas al suelo, se hicieron todas las labores culturales del cultivo, como el establecimiento de las fronteras de las parcelas (utilizando cinta rafia) la preparación del suelo, se realizó de manera convencional como lo hace el personal agricultor de la zona; es decir riego de machaco, oreo, utilización de maquinaria agrícola con disco y rayado, para optimizar el desarrollo y crecimiento del cultivo. No se utilizó ningún tipo de fertilizante comercial agroquímico.

Se aplicó la semilla del rabanito al lecho del semillero al voleo, para producir los almácigos,

transcurridos 10 días calendarios, se realizó el trasplante a las parcelas ya preparadas para su cultivo, la siembra del material vegetativo se hizo a una distancia de 60 cm de hilera por 10 cm entre planta, en parcelas de 5,6 m de largo y 1,2 m de ancho, el área neta total utilizada para los 3 bloques y 5 tratamientos fue de 100,80 m², para 480 plantas de rabanito.

Se separó muestras de suelo para su evaluación química completa, en forma escalonada con submuestras de suelo previamente seleccionadas al azar, que se enviaron a un laboratorio certificado. Para la toma de muestra se necesita preparar una muestra integrada de 10 a 15 submuestras extraídas de partes homogéneas del lote (6).

A continuación, se delimitó la zona experimental utilizando la rafia y se llevaron a cabo 5 tratamientos con 3 repeticiones. La siembra se realizó de manera uniforme en todas las parcelas de experimentación con las separaciones indicadas, entre plantas y surcos, donde a los 10 y 15 días se aplicaron las 5 concentraciones de dosis de biol. Para el control de las plagas se aplicó el insecticida Tifón 4E (Chlorpyrifos, 0,4 L/ha) para combatir al pulgón y rosquilla negra, Argon (Imidacloprid 0,3-0,4 L/ha) para combatir a la mosca blanca de hojas. Luego de la aplicación del biol para cada tratamiento, se evaluaron las características físicas del cultivo de la planta rábano en la cosecha y los datos tabulados fueron procesados por análisis de varianza y test de Duncan.

El rábano se cosechó en 28 días después de la siembra. Antes de realizar la cosecha, se tomaron muestras de hojas con el mismo criterio (parte media de la planta) para cada tratamiento y se enviaron a laboratorio para la evaluación química de concentración de macro y micro nutrientes.

Obtención del fertilizante de biol

El fertilizante biol se preparó a partir un fertilizante líquido obtenido del tratamiento de un efluente (descarga resultante de la neutralización de agua de lavado de la refinación del aceite de pescado, que se produce a escala industrial) en ésta investigación el fertilizante líquido se obtuvo a escala laboratorio,

análogamente como se produce industrialmente, a partir de una muestra de aceite crudo de pescado desgomado, se neutralizó con KOH, en lugar de NaOH, que normalmente se utiliza en la industria aceitera, el aceite neutralizado se lava con agua produciéndose un agua de lavado que se aprovecha como fertilizante, con los tratamientos adecuados previos, que se hicieron a escala laboratorio. Este fertilizante obtenido se complementó con la adición de un fertilizante líquido de algas marinas, a fin de incrementar la baja concentración de algunos componentes del primer fertilizante, de éste su composición se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis completo del primer fertilizante, obtenido del efluente industrial.

Muestra	pH	C.E mS/cm	Sólidos totales g/L	M.O mg/L	N mg/L	P mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	C/N mg/L
Macronutrientes	8,24	471	359	722	25760	88,86	1707,5	17,19	1,85	0,03
Micronutrientes (ppm)										
Fe:	0,055									
Zn:	0,58									
Cu:	0,005									
Mn:	0,11									

Como se puede apreciar la concentración de algunos macronutrientes, micronutrientes y la relación C/N no son las adecuadas para un fertilizante líquido idóneo, que tenga un efecto significativo sobre el rendimiento del cultivo rabanito. Por lo que se le complementó con un fertilizante a base de algas marinas, en una

cantidad de 15 mL que se mezcló con 500 mL del primer fertilizante obtenido, a fin de incrementar la concentración de los micronutrientes, fósforo y la relación C/N. La primera hoja de la ficha técnica, donde se muestra los ingredientes activos del fertilizante líquido de algas marinas, se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Ingredientes Activos del fertilizante líquido de algas marinas.

Ingredientes Activos	Concentración
Extracto de Algas (<i>Ascophyllum Nodosum</i>)	100 g/L
Ácido Algínico	20 g/L
Manitol	4 g/L
Quelatinizados Magnesio(MgO) ₂	600 ppm
Hierro (Fe ₂ O ₃)	660 ppm
Zn	350 ppm
Cu	380 ppm
Mn	480 ppm
Materia orgánica total	65 gr/L
N	100 gr/L
P ₂ O ₅	40 gr/L
K ₂ O	100 gr/L
Extractos vegetales	c.s.p. 1L

Fuente: (7).

El biol es una fuente de fitorreguladores, que actúa como estimulante orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas (8).

En la cosecha se tomaron muestras de hojas de la parte central del tallo de la planta por cada tratamiento, éstas se llevaron al laboratorio del INIA para los análisis químicos foliares.

RESULTADOS

A continuación, se presenta el resultado del análisis fisicoquímico de la muestra de suelo y del agua de riego de la zona experimental que se utilizó en la presente investigación, realizado en el INIA (9) mostrados en la Tabla 3 y Tabla 4 respectivamente.

Tabla 3. Análisis de suelo del área experimental del sitio experimental: La Querencia, Medio Mundo.

N° Lab.	C.E. 1:2:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Intercambio catiónico (mEq/100 g suelo)				CIC mEq/100 g suelo
								Ca	Mg	Na	K	
11316-22	0,133	6,5	0,5	0,03	20,69	150,35	0,00	3,49	1,14	0,64	0,39	5,66

Fuente: INIA (9) "Análisis de suelo"

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

M.O: Materia orgánica

C.E: Conductividad eléctrica

Tabla 4. Análisis del agua de riego de La Querencia, Medio Mundo.

Ensayo	Unidad	Resultados
pH	Unidad pH	6,9
Conductividad eléctrica	uS/cm	694,0
Ca ²⁺	meq/L	3,51
Mg ²⁺	meq/L	1,72
Na+	meq/L	1,19
K+	meq/L	0,51
Suma de Cationes	meq/L	6,93
CO ₃ ²⁻	meq/L	0,00
HCO ₃ ⁻	meq/L	1,04
Cl ⁻	meq/L	1,94
NO ₃ ⁻	meq/L	0,20
SO ₄ ²⁻	meq/L	3,75
Suma de Aniones	meq/L	6,93
SAR	S.U.	0,74
Clasificación	S.U.	C2-S1
Análisis de Microelementos		
Fierro (Fe)	mg/L	1,568
Zinc (Zn)	mg/L	0,035
Cobre (Cu)	mg/L	0,003
Manganeso (Mn)	mg/L	0,057

Fuente: INIA (9).

Los análisis de concentración en macronutrientes y micronutrientes del biol resultante, del primer fertilizante que se complementó con el fertilizante líquido de algas marinas, se muestran en la Tabla 5 y Tabla 6, respectivamente.

Tabla 5. Análisis de macronutrientes y micronutrientes del biol resultante.

N° Lab.	pH	C. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C/N %
Macronutrientes	6,7	3,2	30,46	1,93	1,42	3,60	4,80	2,56	15,78
Micronutrientes (mg/Kg)									
Fe: 1590,35Z									
n: 27,06									
Cu: 11,05									
Mn: 101,10									
N° 12350-22									
/AO/DONOSO									

Fuente: INIA (9)

Características físicas del cultivo de rabanito

Los resultados de las características físicas del cultivo de rabanito, presenta en el tratamiento T₅, que destacó, respecto a los demás tratamientos

con un peso de planta (47,83 g), rendimiento (34,24 tn/ha), longitud de planta (26,39 cm), diámetro polar (8,25 cm) y un diámetro ecuatorial (4,11 cm), según se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Caracterización física del rabanito de acuerdo el de efluente de KOH complementado con fertilizante de algas marinas.

Tratamiento	Peso de planta (g)	Rendimiento (tn/ha)	Longitud de planta (cm)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
T ₅	47,83 a	34,245 a	26,39 a	8,25 a	4,11 a
T ₄	44,61 ab	33,180 a	23,23 a	6,68 ab	3,69 a
T ₃	38,13 ab	31,800 a	19,73 a	5,82 b	3,50 a
T ₂	35,44 ab	25,213 a	16,51 a	5,76 b	2,90 a
T ₁	33,04 b	23,044 a	19,3 a	5,4 b	2,61 a
C.V.	16,74	19,18	16,70 %	16,36 %	16,97 %
Significancia	**	**	**	**	**

Nota: (*) significativo y (**) no significativo.

C.V.: Coeficiente de variación.

Tabla 7. Análisis foliar del cultivo rábano de acuerdo a las dosis de biol resultante.

Macro nutrientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	Valores normales
Potasio	1,44	0,97	1,40	0,82	1,14	2,00 – 6,00
Nitrógeno	2,98	2,77	4,73	2,96	2,68	4,75 - 5,50
Fósforo	0,31	0,36	0,26	0,44	0,33	0,45- 1,10
Calcio	2,20	2,15	2,61	2,60	2,16	0,50- 1,50
Magnesio	0,35	0,37	0,41	0,38	0,39	0,25 – 1,00
Micro nutrientes (ppm)						
Hierro	2963,33	1867,42	1824,91	3921,32	893,72	60,0 – 140
Manganeso	116,02	100,16	122,53	134,23	100,56	26,0 - 360
Cobre	8,36	7,53	8,46	10,01	6,37	5,00 – 15,0
Zinc	48,28	49,98	60,17	49,07	48,74	10,0 – 80,0
Elementos Fitotóxicos (ppm)						
Cloruros	9881	10516	10487	9316	8696	
Sodio	322	316	525	317	<250	

Fuente: INIA (9).

DISCUSIÓN

En la Tabla 3, se observa baja concentración del macronutriente fósforo y relación C/N, también es muy baja, por otro lado, en la Tabla 4, resultó una baja concentración de todos los micronutrientes, este análisis corresponde al fertilizante derivado del efluente de la neutralización del aceite. Por lo que se hizo necesario suplementar a este fertilizante con otro fertilizante líquido, que se seleccionó por su riqueza nutricional, en una proporcionalidad suficiente para poder superar las deficiencias nutricionales del primer fertilizante.

De acuerdo al análisis de suelo del área experimental, que se muestra en la Tabla 6, se determinó: respecto a la concentración, baja de materia orgánica y de nitrógeno, media en potasio y alta en fósforo y un pH ligeramente ácido; según los valores, referencias sobre el análisis e interpretación de resultados (10).

Respecto al análisis de suelo en su capacidad de intercambio catiónico, se encontró una concentración media: en calcio, magnesio y potasio; pero baja en sodio, respecto a los valores referenciales del Manual de análisis de suelos y tejido vegetal (11). Por lo que quiere decir que este suelo no presenta peligro de sales; si tiene baja concentración en materia orgánica; por lo cual se requiere la complementación con estos componentes orgánicos, para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. También se muestra el análisis químico del

agua de riego en la Tabla 7, que muestra un pH casi neutro y concentración en sodio que no ocasiona riesgo para el cultivo rabanito.

Los resultados de las características de la planta, en los 05 tratamientos ensayados experimentalmente en 3 bloques, se aprecia una mejora en las características físicas de los cultivos del rábano, conforme se incrementa la dosis del biol adicionado por dos veces al cultivo, a los 10 y 15 días después de su siembra por almácigo.

Del análisis de la Tabla 7, se deduce la correlación, a más dosis de biol, mayor rendimiento y calidad del cultivo rábano, este efecto se podría explicar por el aporte de nutrientes del fertilizante líquido de las algas marinas, que suplementó la concentración en nutrientes al fertilizante inicial. Sin embargo, no hubo efecto de dosis; es decir no sobresalió estadísticamente por lo que hay homogeneidad entre los valores promedios.

También se observó que al aplicar el biol a las hojas de la planta una fracción de éste flujo atomizado, cae al suelo en las proximidades de las plantas, que luego por filtración llega a las raíces de la planta. También, es evidente que en la aplicación del biol al menos un 40 % cae en el suelo alrededor de la planta, que al ser infiltrado se pone al alcance de las raíces de la planta y de la microbiota, por lo que también el biol aporta con nutrientes y gran cantidad de microorganismos al suelo que aportan a la fijación de carbono, mejora la capacidad de absorción de agua, promueven las

actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas a través de la producción de enzimas (12).

En relación al análisis de concentración de nutrientes en hojas de rábano, se aprecia que, respecto a la concentración de potasio tienen en promedio el 58% de la concentración mínima recomendada, en cuanto al nitrógeno, todos los tratamientos mejoraron, pero no alcanzaron la concentración mínima normal, en este caso destacó el tratamiento T_3 , en relación a la concentración de fósforo, mejoró el tratamiento T_4 , los demás tratamientos no alcanzaron la concentración mínima.

En la Tabla 7, se muestra que la concentración de los micronutrientes de Hierro, cobre, Zinc y Manganeso, se encuentran en el rango de los valores normales, deduciéndose también que el tratamiento testigo T_1 , no presenta diferencias respecto a los demás tratamientos, que recibieron las dosis de biol para mejorar su desarrollo vegetativo, a excepción de los tratamientos T_3 y T_4 , que mostraron una superior concentración en micronutrientes. También se podría explicar los resultados inesperados del tratamiento testigo por causales de manipulación y de la dirección del viento, al aplicar la dosis atomizada de biol con bomba de mochila, a los tratamientos próximos al del testigo.

CONCLUSIONES

Se determinó que a mayor dosis de biol, los tratamientos T_2 , T_3 , T_4 y T_5 mejoraron en sus

características físicas respecto al tratamiento T_1 con 0 L de biol/200L de agua, se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento T_5 con 47.83 tn/ha. Por lo tanto, esta dosis es conveniente para los agricultores de la zona, y por las concentraciones alcanzadas en macronutriente y micronutrientes, permite el producto obtenido, diluirse en agua hasta 14 veces su volumen, para su aplicación con bomba de mochila a los cultivos de hortalizas.

El análisis foliar muestra, que las concentraciones de macronutrientes estuvieron por debajo de la mínima requerida, pero en relación a las concentraciones de los micronutrientes incluyendo al calcio y magnesio, indican concentraciones superiores a las recomendadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diez O. Seguridad nacional y la crisis energética. Revista Cuadernos de Trabajo 2022; 19:75-86 <http://revistas.caen.edu.pe/index.php/cuadernodetrabajo/article/view/22/16>
2. Prasertsan S y Prasertsan P. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: an overview on quality and potential usage. Biomass Bioenergy. 1996;11:387-395. <https://n9.cl/t1x8v>
3. NASA, National Aeronautics and Space Administration. Data Access Viewer-NASA POWER. 2023. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
4. Tencio R. Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible. In M. de A. y Ganadería (Ed.) Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería Costa Rica, Cooperación y Fondo Multilateral de Inversiones. 2017. <https://n9.cl/fd1lza>

5. Núñez V, Tusell F. Regresión y Análisis de Varianza. España. 2007; pp 143- 176. <http://www.et.bs.ehu.es/~etptupaf/nuevo/ficheros/estad3/reg.pdf>
6. Quiroga A, Bono A. Manual de fertilidad y evaluación de suelo. Proyecto Regional Mixto. Área Estratégica de Gestión del Agua y Área Estratégica de Recursos Naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2012.Argentina. Recuperado de [https:// Revista Stidium Veritatis, Año 17, N. 23, 2019 \(p.285-304\)](https:// Revista Stidium Veritatis, Año 17, N. 23, 2019 (p.285-304)
7. Comercial Andina Industrial SAC. Producto Algax. N°. REG. IND. 1525810C, N°. REG. UNIF. 9474862 https://grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ftalgax_d1JCFKH.pdf
8. Castillo G. Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2012;179p. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/26391/IDL-26391.pdf>
9. INIA. Estación experimental agraria Huaral – Donoso, Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Foliare del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). 2022.Lima-Perú.
10. Priale C. Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. 2016 (Acceso 20de marzo del 2022) http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jsui/bitstream/inia/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf
11. McKean S. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. Una guía teórica y práctica de metodologías, Documento de trabajo No. 129, Laboratorio de servicios analíticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), (Acceso 10 de agosto del 2022). http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_te%C3%B3rica_y_pr%C3%A1ctica_de_metodologia.pdf
12. Castellanos D, Rincón J y Arguello H. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2015; 9(1): 72-85. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3218>