



Evaluación del rendimiento del rabanito por aplicación de algas marinas en condiciones de invernadero

Evaluation of radish yield by seaweed application under greenhouse conditions

Avaliação do rendimento do rabanete por meio da aplicação de algas marinhas em condições de estufa

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.326>

José Antonio Legua Cárdenas 
jlegua@unjfsc.edu.pe

Jean Pierre Nario Ortiz 
jnarioortiz@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. Lima, Perú

Artículo recibido 3 de junio 2024 / Arbitrado 5 de julio 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

La comunidad científica busca soluciones sostenibles para el cultivo de alimentos sin contaminantes y con bajo impacto ambiental. Este estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad de las algas marinas como fertilizante ecológico para el cultivo de rabanito en condiciones controladas de invernadero, empleando lluvia sólida y un suelo pobre en nutrientes. La prueba experimental se realizó en un invernadero de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, donde se empleó hidrogel y riego automatizado para reducir el consumo de agua. Para la fertilización del suelo, se aplicaron dosis de 5, 10, 15 y 20 mL de solución fertilizante de algas marinas (concentración de 13,33 g/L de agua) en dos momentos clave del crecimiento de los plantines de rabanito. El diseño experimental se basó en bloques completamente aleatorizados con tres bloques y cinco tratamientos (T1-T5). El análisis de varianza reveló que el tratamiento T5 sobresalió en altura de planta, rendimiento, longitud, diámetro polar y diámetro ecuatorial de los rabanitos cosechados, lo cual sugiere que mayores dosis de fertilizante de algas marinas promueven un mejor desarrollo vegetativo de las plantas. Estos resultados respaldan el uso de algas marinas como alternativa ecológica para mejorar el rendimiento agrícola en condiciones de suelo pobre.

Palabras clave: Algas marinas; Invernadero; Poliácido de potasio

ABSTRACT

The scientific community is looking for sustainable solutions for food cultivation without pollutants and with low environmental impact. This study aims to evaluate the viability of seaweed as an ecological fertilizer for radish cultivation under controlled greenhouse conditions, using solid rain and a nutrient-poor soil. The experimental trial was conducted in a greenhouse at the Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, where hydrogel and automated irrigation were used to reduce water consumption. For soil fertilization, doses of 5, 10, 15 and 20 mL of seaweed fertilizer solution (concentration of 13.33 g/L of water) were applied at two key moments of radish seedling growth. The experimental design was based on completely randomized blocks with three blocks and five treatments (T1-T5). Analysis of variance revealed that the T5 treatment excelled in plant height, yield, length, polar diameter and equatorial diameter of harvested radishes, suggesting that higher doses of seaweed fertilizer promote better vegetative development of the plants. These results support the use of seaweeds as an ecological alternative to improve agricultural yields under poor soil conditions.

Key words: Seaweed; Greenhouse; Potassium polyacrylate

RESUMO

A comunidade científica está buscando soluções sustentáveis para o cultivo de culturas alimentares sem poluentes e com baixo impacto ambiental. Este estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade das algas marinhas como fertilizante ecológico para o cultivo de rabanete em condições controladas de estufa, usando chuva sólida e solo pobre em nutrientes. O ensaio experimental foi realizado em uma estufa na Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, onde foram usados hidrogel e irrigação automatizada para reduzir o consumo de água. Para a fertilização do solo, foram aplicadas doses de 5, 10, 15 e 20 mL de solução de fertilizante de algas marinas (concentração de 13,33 g/L de água) em dois momentos-chave do crescimento das mudas de rabanete. O projeto experimental foi baseado em blocos completamente aleatórios com três blocos e cinco tratamentos (T1-T5). A análise de variância revelou que o tratamento T5 se sobressaiu em termos de altura da planta, produção, comprimento, diâmetro polar e diâmetro equatorial dos rabanetes colhidos, sugerindo que doses mais altas de fertilizante de algas marinas promovem um melhor desenvolvimento vegetativo das plantas. Esses resultados apoiam o uso de algas marinas como uma alternativa ambientalmente correta para melhorar a produtividade agrícola em condições de solo pobre.

Palavras-chave: Algas marinas; Estufa; Poliácido de potássio

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica, que evita o reduce el uso de agroquímicos, ha ganado relevancia debido a sus beneficios para la salud y la calidad de vida, especialmente en el cultivo de hortalizas. Esta práctica, que protege el suelo, el agua y los productos cosechados, se ha expandido en varios países, y en Perú se proyecta un crecimiento en la agroexportación orgánica, impulsado por el mega puerto de Chancay. Este desarrollo exige mejorar la calidad e inocuidad de los productos agrícolas, con una demanda creciente de productos orgánicos en los últimos cinco años, lo que refuerza la importancia económica y social de la agricultura sostenible en el país (1).

El interés en consumir alimentos saludables y la creciente preocupación ambiental han llevado a buscar sistemas de producción limpios y sostenibles, entre ellos la agricultura orgánica (2-4). En este contexto, se requiere proponer alternativas que sean viables, sostenibles y que reduzcan la dependencia de fertilizantes sintéticos. Entre las opciones, destacan los fertilizantes naturales a base de algas marinas, cuya efectividad se evaluó en el rendimiento del cultivo de rabanito bajo condiciones controladas de invernadero, utilizando un sustrato con poliacrilato de potasio para un suministro limitado y controlado de agua. El objetivo fue determinar la dosis óptima de este fertilizante para maximizar el rendimiento del rabanito, aplicando las dosis a los 10 y 15 días de la

siembra. Posteriormente, se realizaron mediciones de las características físicas del rabanito, analizadas mediante un análisis de varianza y una prueba de Duncan con un 5 % de nivel de significancia.

Finalmente, esta investigación busca promover el uso de fertilizantes orgánicos como alternativa para cubrir el déficit nutricional en suelos pobres, complementado con poliacrilato de potasio para optimizar el uso del agua mediante un sistema automatizado de riego por goteo.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación y condición climática

Las pruebas experimentales se realizaron en macetas de 4 kg, en el invernadero de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en Huacho, Huaura, Lima, Perú, durante el ciclo agrícola de primavera a finales de noviembre de 2023. El área experimental está en las coordenadas -10.9248' de latitud y -77.5746' de longitud, a 50 m.s.n.m., con temperaturas de 16-21 °C, humedad relativa entre 77-83 % y precipitación media de 0.150 mm/día (5). Esta zona, ubicada en la costa del Océano Pacífico, cuenta con vientos del SE a 11 km/h.

Población y Muestra

De una población inicial de 288 plantines de rabanito variedad Crimson Giant, se seleccionaron 75 de las mejores características físicas para reducir el sesgo genético y otros factores

incontrolables. Estos 75 plantines se trasplantaron a macetas para la experimentación.

Manejo de los experimentos

La preparación de los almácigos, que tomó un tiempo de 10 días, se hizo utilizando semillas rabanito de la variedad de la empresa Emerald Seeds, que se depositaron en una bandeja Protek 288 Square, de uso pesado, utilizando como sustrato humus de lombriz. Una vez seleccionados los 75 almácigos, se trasladaron los plantines a las macetas para su desarrollo vegetativo final. Los sustratos de las macetas (color terracota)

estuvieron compuestos por tierra de cultivo, turba Klamix 45F(0-5mm) y poliacrilato de potasio (lluvia sólida), en una proporción porcentual de 70, 26 y 4% respectivamente, a condiciones de invernadero. La aplicación de las dosis del fertilizante Fortialgae, que es un líquido soluble, resultante de un extracto de las algas marinas de la variedad de *Ascophyllum nodosum*, de la empresa Fausto Piaggio S.A., se aplicó al cultivo de rabanito por dos veces, a los 10 y 15 días de haber realizado el trasplante, con una dosificación que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Dosis de Fortialgae por tratamiento (fertilizante foliar).

Tratamiento	Dosis de fertilizante foliar (mL/maceta)
T ₁	0
T ₂	5
T ₃	10
T ₄	15
T ₅	20

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) al 5 % de significancia para evaluar el efecto de las distintas dosis de fertilizante en las características físicas del rabanito. Posteriormente, se utilizó

la prueba de Duncan al 5 % para determinar homogeneidad entre tratamientos y diferencias significativas entre ellos (6). La Tabla 2 muestra el diseño del análisis de varianza empleado.

Tabla 2. Análisis de varianza para el diseño de bloques completamente al azar.

Fuente de Variación	SC	GI	CM	Modelo I E(CM)	Modelo II E(CM)	F. cal
Bloques	SC _b	b - 1	CM _b =SC _b /b-1	$\frac{\sigma_{e+}^2 \sum \beta_j^2}{(b-1)}$	$\sigma_{e+}^2 + t\sigma_{\beta}^2$	CM _b /CM _e
Tratamientos	SCTr	T - 1	CM _{tr} =SC _{tr} /t-1	$\frac{\sigma_{e+}^2 + b\sum T_i^2}{(t-1)}$	$\sigma_{e+b}^2 + \sigma_t^2$	CMtr/CM _e
Error	SCe	(b-1)(t-1)	CM _e =SC _e /	σ_e^2	σ_e^2	
Total	SCT	bt - 1	(b-1)(t-1)			

Fuente: Núñez y Tusell (7), Regresión y Análisis de Varianza, España.

Prueba de Duncan

Luego del 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) altura de la planta, en el momento del trasplante y luego antes de la cosecha por lo que se tiene altura 1 y altura 2 (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.

Obtención del fertilizante foliar

El fertilizante se preparó a partir de un extracto de las algas marinas, cuya composición se muestra en la Tabla 3, se aplicó teniendo en consideración la deficiencia nutricional del sustrato utilizado para el cultivo del rabanito, donde el material predominante es la tierra de cultivo, cuyo análisis se muestra en la Tabla 4. El agua de riego se aplicó con el apoyo de un sistema temporizador digital para un riego por goteo programado, se utilizó también para preparar el fertilizante foliar, esta agua se analizó químicamente.

Tabla 3. Ingredientes Activos del fertilizante líquido de algas marinas.

Ingredientes Activos	concentración
Extracto de Algas (Ascophyllun Nodosum)	100 g/L
Ácido Algínico	20 g/L
Manitol	4 g/L
Quelatinizados Magnesio(MgO)2	600 ppm
Hierro (Fe2O3)	660 ppm
Zn	350 ppm
Cu	380 ppm
Mn	480 ppm
Materia orgánica total	65 gr/L
N	100 gr/L
P2O5	40 gr/L
K2O	100 gr/L
Extractos vegetales	c.s.p. 1L

Fuente: Comercia Andina Industrial (8).

El fertilizante foliar es un bioactivador, fuente de fitorreguladores, actúa como estimulante orgánico porque promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas (9). 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 el análisis foliar (10).

RESULTADOS

Según el análisis del suelo del área experimental, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4, se determinó que el suelo tiene un pH

ligeramente ácido, baja concentración de materia orgánica y nitrógeno, concentración media de potasio, y un nivel alto de fósforo, sin riesgo de salinidad, en concordancia con los valores de referencia reportados en otros estudios (11,12). En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC), se observó una concentración media de calcio, magnesio y potasio, pero baja en sodio, alineándose con los valores descritos por otros autores (13). Estos resultados sugieren que el suelo requiere enmiendas para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así como su fertilidad.

Tabla 4. Análisis de suelo del área experimental de la UNJFSC.

N° Lab.	C.E. 1:2:5 mS/cm	pH1:2:5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	Intercambio catiónico (mEq/100g suelo)				CIC mEq/100g suelo
								Ca	Mg	Na	K	
	9,6	8,0	1,2	0,06	5,23	45,58	3,30	7,50	1,43	0,16	0,12	9,21

Fuente: INIA (2023) "Análisis de suelo"

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

M.O: Materia orgánica

C.E: Conductividad eléctrica

El análisis químico del agua de riego, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5, muestra un pH casi neutro y una concentración de sodio que no representa un riesgo significativo para el desarrollo vegetativo del cultivo de rabanito (14). Esta agua

fue utilizada en el riego controlado de los cultivos experimentales. Según la clasificación del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), el agua se clasifica como tipo C4-S3, lo cual indica que es apta para riego con ciertas precauciones.

Tabla 5. Análisis químico del agua de riego de la UNJFSC.

Ensayo	Unidad	Resultados
pH	Unidad pH	7.0
Conductividad eléctrica	uS/cm	3970.0
Ca ²⁺	meq/L	10.36
Mg ²⁺	meq/L	3.78
Na ⁺	meq/L	25.10
K ⁺	meq/L	0.38
Suma de Cationes	meq/L	39.61
CO ₃ ²⁻	meq/L	0.00
HCO ₃ ⁻	meq/L	3.24
Cl ⁻	meq/L	32.30
NO ₃ ⁻	meq/L	3.56
SO ₄ ²⁻	meq/L	0.60
Suma de Aniones	meq/L	39.70
SAR	S.U.	9.44
Clasificación	S.U.	C4-S3
Análisis de Microelementos		
Fierro (Fe)	mg/L	0.016
Zinc (Zn)	mg/L	0.011
Cobre (Cu)	mg/L	0.001
Manganeso (Mn)	mg/L	0.001

Fuente: INIA (11).

El análisis de varianza realizado sobre las características físicas del cultivo de rabanito mostró que el tratamiento T5 destacó en términos de diámetro ecuatorial, peso y rendimiento. Esto sugiere que una mayor dosis de fertilizante foliar

de algas marinas favorece el desarrollo vegetativo de la planta, así como el rendimiento y calidad del bulbo. Los resultados detallados del análisis estadístico se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Evaluación estadística de las características físicas del rabanito de acuerdo a la dosis de fertilizante de algas marinas.

Tratamiento	Altura 1 (mm)	Altura 2(mm)	Diámetro Ecuatorial (mm)	Peso (g)	Rendimiento
T ₅	7.23 a	11.22 ab	12.19 a	7.13 a	0.82 a
T ₄	7.51 a	11.78 b	16.00 a	4.87 b	3.56 b
T ₃	7.80 a	10.84 ab	16.56 a	3.89 b	0.45 b
T ₂	6.73 a	9.75 a	14.80 a	3.93 b	0.45 b
T ₁	6.65 a	10.39 ab	10.13 a	1.41 c	0.16 c
C.V.	27.36	17.25	57.01	70.76	70.76
Significancia	**	**	*	*	*

Nota: (*) significativo y (**) no significativo
C.V.: Coeficiente de variación

Los resultados del análisis foliar del rábano, fertilizado con el biol derivado del alga marina, se presentan en la Tabla 7. Este análisis permite observar la concentración de macro y micronutrientes en las

hojas del cultivo de rábano bajo diferentes dosis de fertilizante foliar, comparados con los valores normales recomendados para un crecimiento óptimo.

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

Macro nutrientes (%)	T1	T2	T3	T4	T5	Valores normales
Potasio	1.40	2.42	3.11	1.33	1.82	2.00 – 6.00
Nitrógeno	2.55	2.52	2.68	2.95	2.92	4.75 -5.50
Fósforo	0.65	0.65	0.64	0.62	0.66	0.45-1.10
Calcio	2.98	2.91	3.22	3.10	3.57	0.50-1.50
Magnesio	0.59	0.60	0.41	0.64	0.63	0.25 – 1.00
Micro nutrientes (ppm)						
Hierro	245	230	250	225	310	60.0 – 140
Manganeso	290	285	465	310	395	26.0 - 360
Cobre	22	25	42	20	27	5.00 – 15.0
Zinc	65	50	50	45	40	10.0 - 80.0

DISCUSIÓN

Características químicas del suelo y físicas del rabanito

El análisis de los resultados obtenidos con los cinco tratamientos aplicados en tres bloques experimentales muestra una mejora evidente en las características físicas del rábano al incrementar la dosis del fertilizante foliar, aplicado en dos ocasiones (a los 10 y 15 días después de la siembra). Los resultados del análisis químico del suelo indican concentraciones de macronutrientes clave (N: 0.06%, P: 5.23 ppm, y K: 45.58 ppm) por debajo de los niveles recomendados para el cultivo de rábano, según la Tabla 4, lo que justificó la enmienda con fertilizante foliar.

Se observó que, al incrementar la dosis de fertilizante, aumentaron el diámetro ecuatorial, el peso y el rendimiento de las plantas, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento T5. El fertilizante líquido derivado de algas marinas ayudó a compensar la deficiencia de nutrientes en el suelo, siendo absorbidos por la planta a través de la fotosíntesis y complementando el crecimiento del cultivo. Cabe destacar que, al aplicarse el biol sobre las hojas, una porción del fertilizante se deposita en el suelo, donde es absorbida por las raíces, lo cual mejora el desarrollo de los microorganismos del suelo, aumentando la fijación de carbono, la capacidad de absorción de agua y promoviendo la actividad fisiológica de las plantas a través de la producción de enzimas (15).

Análisis de concentración de nutrientes foliares en el rábano

En cuanto a la concentración de nutrientes en las hojas del rábano (Tabla 7), se observa que el tratamiento T5 alcanzó en promedio el 91% de la concentración mínima recomendada de potasio, mientras que el tratamiento T3 superó esta concentración mínima en un 55.5%. Sin embargo, en relación con el nitrógeno, ningún tratamiento alcanzó la concentración mínima recomendada. En cuanto al fósforo y los micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn), todos los tratamientos mostraron concentraciones dentro de los valores normales (Tabla 6), según los datos del INIA. A pesar de estas mejoras, no se alcanzaron las concentraciones óptimas en algunos casos, aunque los micronutrientes hierro, cobre, zinc y manganeso se encontraron dentro del rango esperado.

Además, el tratamiento T1 (testigo) no mostró diferencias estadísticamente significativas en comparación con otros tratamientos en términos de características físicas como altura y diámetro ecuatorial. Esto podría atribuirse, en parte, al viento, que pudo haber dispersado el fertilizante foliar hacia tratamientos distintos al que se estaba aplicando, especialmente al usar una bomba de mochila para la aplicación.

CONCLUSIONES

Se determinó que el incremento en las dosis de fertilizante foliar mejora significativamente las características físicas del rábano en los

tratamientos T2, T3, T4 y T5, en comparación con el tratamiento testigo. En particular, el tratamiento T5, con un rendimiento de 0.82 toneladas por hectárea, superó en un 512.5% la producción obtenida con el tratamiento testigo, por lo que esta dosis es recomendable para los agricultores de la región. A partir de las concentraciones obtenidas de macronutrientes y micronutrientes, se sugiere la posibilidad de ajustar la dilución del extracto de algas marinas en agua, especialmente en condiciones de invernadero, para optimizar los niveles de nitrógeno (N) y fósforo (P), que en el análisis foliar estuvieron por debajo de los valores óptimos (ver Tabla 6).

En cuanto al análisis foliar, se observó que las concentraciones de potasio (K) estuvieron por debajo de los valores recomendados, salvo en los tratamientos T2 y T3. En relación con el nitrógeno (N), todos los tratamientos mostraron niveles insuficientes de este macronutriente, mientras que las concentraciones de fósforo (P) superaron los niveles mínimos requeridos en todos los casos.

Además, el uso de poliacrilato de potasio demostró un ahorro significativo de agua de riego debido a su capacidad de retención, que permite un suministro controlado. Este proceso fue regulado mediante un temporizador digital, que activaba la válvula del sistema de riego por goteo tres veces al día durante dos minutos, optimizando así el uso de agua en el sistema de cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Campos M, Cabrera R, Pérez M y Laura B. Tendencia del mercado y la producción de los productos orgánicos en el Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 2017; 19(4):427-431. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.318>
- 2.- Viteri S, Méndez M; Villamil J. 2012. Verification of alternatives for sustainable onion production (*Allium cepa* L.) in Cucaita, Boyaca. *Agronomía Colombiana* 30: 124-132. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17627/34965>
3. Murillo-Amador B, Morales-Prado L, Troyo-Diégue E, Córdoba-Matson M, Hernández-Montiel L, Rueda-Puente E, Nieto-Garibay A. Changing environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. *Frontiers in Plant Science* 6 (1): 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00549>
4. Combatt E, Polo J, Jarma A. 2017. Rendimiento del cultivo de yuca con abonos orgánicos y químicos en un suelo ácido. *Ciencia y Agricultura* 105: 57-64. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n1.2017.6088>
- 5.- NASA, National Aeronautics and Space Administration (2023) Data Access Viewer-NASA POWER <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
6. Hu C, Xia X, Chen Y, Han, X. 2018. Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. *Chilean Journal of Agricultural Research* 78: 13-22. Labrador, J. 2001. *La materia orgánica en los agroecosistemas*. 1ra Edición. Editorial Mundiprensa S.A. España. 293 pp. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392018000100013>
7. Núñez V, Tusell F, *Regresión y Análisis de Varianza*. España. 2007; 143- 176. <http://www.et.bs.ehu.es/~etptupaf/nuevo/ficheros/estad3/reg.pdf>
8. Comercia Andina Industrial S.A.C. Ficha Técnica. Grupo Andina. 2024 Código: GT-CAI-FO-004 Fecha de emisión: 12/05/2022. http://grupoandina.com.pe/media/uploads/ficha_tecnica/ft-algax.pdf

- 9.** 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>
- 10.** INIA. Estación experimental agraria Huaral – Donoso, Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Foliare del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Informe de ensayo N° 12318-23/FO/LABSAF/DONOSO, 2023. Lima-Perú.
- 11.** INIA. Estación experimental agraria Huaral – Donoso, Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Foliare del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Informe de ensayo N° 09217-23/SU/LABSAF-DONOSO, 2023. Lima-Perú.
- 12.** Prialé C. Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA. 2016. http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf
- 13.** 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), 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
- 14.** AGQ PERU SAC. Servicios Analíticos para los sectores Afroalimentario, Medioambiental y Minero. <https://agqlabs.pe/conoce-agq-labs/>
- 15.-** Castellanos D, Rincón J, Arguello A. 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 Ciencia Hortícola. 2015; 9(1): 72-85. Doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2014v8i2.3218>.