ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2246

Comparison of the effect of fish fertilizers, humic acid and urea on radish crop yield

Carly Josue Temoche-Mamani; Nayda Kassandra Soncco-Tipo; Gerson José Márquez
Universidad Tecnológica del Perú, Perú, *u20305227@utp.edu.pe, u20214213@utp.edu.pe, gmarquez@utp.edu.pe*

Abstract– ***The objective of this study was to compare the effect of three fertilizers (fish fertilizer, humic acid, and urea) on the yield of radish (Raphanus sativus) crops. Five experimental groups were established, each consisting of five plants. The treatments included: control (no fertilizer), 100% fish fertilizer, 100% humic acid, a mixture (50% fish fertilizer and 50% humic acid), and 100% urea. Yield was assessed by periodic measurements of leaf and stem growth, as well as the size and mass of the harvested radishes. The results showed that fish fertilizer produced the highest yield, with superior values across all evaluated variables: stem diameter (7.52 mm), plant height (101 mm), number of leaves (7), leaf width (55.8 mm), germination time (3.6 days), polar diameter (60.42 mm), and equatorial diameter (45.44 mm) of the radish, as well as average radish mass per plant (62 g), totaling 310 g for the five treated plants. The estimated yield projection was approximately 24.72 tons per hectare. Furthermore, both humic acid and its combination with fish fertilizer outperformed urea in terms of yield. In conclusion, fish fertilizer proved to be the most effective and sustainable alternative for enhancing radish crop productivity.***

Keywords-- ***Radish, Raphanus sativus, fish fertilizer, humic acid, urea.***

Comparación del efecto de fertilizantes de pescado, ácido húmico y urea en el rendimiento del cultivo de rabanito

Carly Josue Temoche-Mamani; Nayda Kassandra Soncco-Tipo; Gerson José Márquez
Universidad Tecnológica del Perú, Perú, *u20305227@utp.edu.pe, u20214213@utp.edu.pe, gmarquez@utp.edu.pe*

Resumen*– El objetivo de esta investigación fue comparar el efecto de tres fertilizantes (fertilizante de pescado, ácido húmico y urea) sobre el rendimiento del cultivo de rabanito (Raphanus sativus). Se establecieron cinco grupos experimentales, cada uno conformado por cinco plantas. Los tratamientos correspondieron a: control (sin fertilizante), 100 % fertilizante de pescado, 100 % ácido húmico, mezcla (50 % fertilizante de pescado y 50 % ácido húmico) y 100 % urea. El rendimiento se evaluó mediante mediciones periódicas del crecimiento foliar y del tallo, así como de las dimensiones y masa de los rabanitos cosechados. Los resultados mostraron que el fertilizante de pescado generó el mayor rendimiento, con valores superiores en todas las variables evaluadas: diámetro del tallo (7,52 mm), altura de la planta (101 mm), número de hojas (7), ancho foliar (55,8 mm), tiempo de germinación (3,6 días), diámetro polar (60,42 mm) y ecuatorial (45,44 mm) del rabanito, así como masa promedio de rabanitos cosechados por planta (62 g), acumulando un total de 310 g para las cinco plantas tratadas. La proyección de rendimiento fue de aproximadamente 24,72 toneladas por hectárea. Asimismo, tanto el ácido húmico como su combinación con el fertilizante de pescado superaron el rendimiento obtenido con urea. En conclusión, el fertilizante de pescado demostró ser la alternativa sostenible más efectiva para mejorar la productividad del cultivo de rabanito.

***Palabras clave*-- Rabanito, Raphanus sativus, fertilizante de pescado, ácido húmico, urea.**

I. Introducción

En los últimos años, el uso extensivo de fertilizantes químicos en la agricultura ha generado creciente preocupación debido a su alto costo y a los efectos negativos que produce sobre el medio ambiente [1]. Esta situación se ha visto agravada por el aumento global en los precios de los fertilizantes industriales, especialmente a raíz del conflicto entre Rusia y Ucrania, lo que ha intensificado la necesidad de encontrar alternativas sostenibles y económicamente viables [2]–[4]. En este contexto, los fertilizantes orgánicos, como el fertilizante a base de pescado y el ácido húmico, han emergido como opciones prometedoras para mejorar la fertilidad del suelo y el rendimiento de los cultivos, al tiempo que minimizan el impacto ambiental [5].

El uso de fertilizantes orgánicos ha sido ampliamente estudiado debido a sus beneficios tanto para los cultivos como para la salud del suelo [6]. Por ejemplo, el fertilizante de pescado, elaborado a partir de desechos como restos de filetes, cabezas y vísceras, ha demostrado ser una fuente rica de nutrientes biodisponibles como nitrógeno, fósforo y potasio, que son fácilmente absorbidos por las plantas [7], [8]. Esto promueve un crecimiento robusto y una mayor resistencia a enfermedades [9]. De manera similar, el ácido húmico, un compuesto formado por la descomposición de materia orgánica, mejora la capacidad de retención de agua y la fertilidad del suelo, lo que favorece un desarrollo saludable de las plantas y un mejor rendimiento de los cultivos [10], [11].

Diversas investigaciones han demostrado la eficacia de estos fertilizantes orgánicos en diferentes cultivos. Se ha reportado, por ejemplo, un incremento en el rendimiento del tomate y un efecto residual positivo en la lechuga mediante la aplicación de compost de pescado [12]. También se ha observado que el uso de fertilizante líquido de trucha y tratamientos de hydropriming favorecen la germinación y el desarrollo radicular en cultivos como quinua y cañihua [13]. Asimismo, la aplicación combinada de ácidos húmico y fúlvico en suelos salinos ha demostrado mejorar la tolerancia al estrés salino y aumentar el rendimiento en cebada y granadilla [14], [15]. Estos resultados respaldan el potencial de los fertilizantes orgánicos para incrementar la productividad agrícola y facilitar la adaptación de los cultivos a condiciones adversas.

Sin embargo, a pesar de estos avances, aún se requiere mayor evidencia científica que compare integralmente el impacto de los fertilizantes orgánicos frente a los fertilizantes químicos en cultivos específicos, como el rabanito (*Raphanus sativus*) [16]. Esta hortaliza es ampliamente cultivada en diversas regiones del mundo, incluida Arequipa (Perú), y destaca por su rápido ciclo de crecimiento, que permite obtener cosechas en tan solo 25 a 45 días [17]. Esta característica lo convierte en un modelo ideal para evaluar la eficiencia de distintos tratamientos fertilizantes en ensayos de corta duración.

En este marco, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto del fertilizante de pescado y el ácido húmico sobre el rendimiento agronómico del rabanito, comparándolos con la urea, un fertilizante químico convencional. La investigación busca identificar cuál de estas alternativas resulta más efectiva para promover un crecimiento saludable y

una mayor productividad de *Raphanus sativus*, bajo un enfoque sostenible.

Desde el punto de vista económico, la utilización de fertilizantes orgánicos derivados de residuos pesqueros representa una opción de bajo costo, alineada con los principios de la economía circular, lo que puede beneficiar especialmente a pequeños productores. En términos ambientales, estos fertilizantes tienen el potencial de mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión y minimizar los impactos negativos asociados al uso excesivo de fertilizantes químicos, como la contaminación de cuerpos de agua y la pérdida de biodiversidad [18].

Se llevó a cabo una investigación experimental con cinco grupos de estudio, cada uno compuesto por cinco plantas. El primer grupo se estableció como control, sin aplicación de fertilizantes, mientras que en los demás se emplearon fertilizantes orgánicos o urea. El rendimiento de las plantas fue evaluado mediante mediciones periódicas del crecimiento foliar y del tallo, y al momento de la cosecha se registraron las dimensiones y la masa de los rabanitos, a fin de analizar comparativamente el efecto de cada tratamiento.

II. Materiales y Métodos

A. Materiales

Se utilizaron semillas de rabanito de la variedad *Crimson Giant*, comercializadas por la marca Emerald Seeds, con una pureza del 99 % y una tasa de germinación del 85 %. Los fertilizantes empleados para evaluar su efecto sobre el rendimiento del cultivo fueron: Organic Gem™ Liquid Fish Fertilizer, un fertilizante de pescado con pH 3,5 y un 97 % de pescado hidrolizado como ingrediente activo principal; HUMIK-ORG, un fertilizante de ácido húmico concentrado y soluble, con pH 13,24; y urea agrícola perlada, con un contenido de nitrógeno del 46 %.

B. Métodos

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental, mediante el cual se evaluó comparativamente el efecto de distintos tipos de fertilizantes sobre el cultivo de *Raphanus sativus*. Para ello, se establecieron cinco grupos experimentales: un grupo control sin fertilización (G1), un grupo tratado con fertilizante de pescado al 100 % (G2), un grupo con ácido húmico al 100 % (G3), un grupo con fertilización mixta compuesta por 50 % de fertilizante de pescado y 50 % de ácido húmico (G4), y un grupo con fertilizante químico (urea) como referencia convencional (G5).

El estudio se llevó a cabo en un ambiente controlado, el cual permitía que la luz solar incidiera directamente sobre las plantas de rabanito, simulando las condiciones de un campo de cultivo. Específicamente, los experimentos se realizaron en el distrito de Quequeña, Arequipa - Perú, utilizando una muestra de 25 plantas, distribuidas en cinco bloques de cinco unidades cada uno, bajo un diseño de bloques completamente aleatorizados.

Se implementó un sistema de riego por inundación con el objetivo de garantizar un suministro uniforme de agua a los cultivos, considerando que el *Raphanus sativus* requiere humedad constante para una germinación y desarrollo óptimos. La cantidad de agua aplicada se determinó en función del volumen de las macetas empleadas (57 cm × 22 cm × 15 cm; volumen aproximado de 18,810 cm^3). Según recomendaciones técnicas, se estimó que el riego debía corresponder al 5–10 % de la capacidad del sustrato. Teniendo en cuenta que el cultivo de rabanito necesita un nivel de humedad en el suelo entre 60 % y 70 %, se estableció un suministro diario de 1000 mL por maceta, a fin de mantener condiciones adecuadas para el crecimiento uniforme de las plantas.

Para la siembra de los rabanitos, se prepararon cinco macetas de cultivo siguiendo un procedimiento estandarizado. Inicialmente, la tierra, proveniente de un terreno agrícola local, fue homogenizada y tamizada para eliminar piedras y otros residuos. Luego, se perforaron seis orificios en la base de cada maceta para garantizar un drenaje eficiente del exceso de agua. Antes de la siembra, se aplicó un riego pre-siembra con el objetivo de mantener una humedad óptima en el sustrato y favorecer la germinación. Finalmente, se sembraron 25 plantas distribuidas en las cinco macetas, colocando tres semillas por muestra para maximizar la tasa de germinación.

La aplicación de los fertilizantes se realizó por disolución en agua de riego, siguiendo las indicaciones proporcionadas por los fabricantes. Para los tratamientos con fertilizante de pescado y ácido húmico, se preparó una dilución de 2 L del producto en 200 L de agua por hectárea. Esta dosis fue ajustada a la escala experimental mediante la aplicación de 0,03 mL por maceta cada dos semanas. En el caso del tratamiento con fertilizante químico, se aplicó urea a una dosis equivalente a 80 kg por hectárea, correspondiente a 1 g por maceta cada cuatro semanas. Todas las muestras fueron identificadas mediante un código compuesto por la letra "R" seguida de un número del 1 al 5, con el fin de asegurar su trazabilidad durante el estudio.

Con el objetivo de optimizar el desarrollo de los cultivos, durante la tercera semana del experimento se realizó el aclarado de los rabanitos. En esta etapa, se eliminaron los plantones excedentes y/o enfermos de cada muestra, las cuales contenían inicialmente tres semillas por espacio. Debido a la alta tasa de germinación (entre dos y tres plántulas por muestra), se seleccionaron únicamente los ejemplares con mayor vigor y potencial de desarrollo, garantizando un espacio adecuado para el crecimiento de los individuos restantes. Posteriormente, en la quinta semana, se llevó a cabo el aporque, que consistió en acumular tierra adicional alrededor de la base del tallo de los rabanitos. Esta práctica tuvo como propósito evitar el contacto directo de las raíces con la luz solar, lo cual podría comprometer su desarrollo. Además, el aporque contribuyó a conservar la humedad del sustrato, favoreciendo así el crecimiento óptimo del cultivo hasta la etapa de cosecha.

Transcurridos 55 días desde la siembra, se realizó la cosecha de los rabanitos. Estos fueron cuidadosamente extraídos de las macetas, lavados, secados y rotulados para su correcta identificación.

Para comparar el efecto de los fertilizantes de pescado, ácido húmico y urea sobre el rendimiento del cultivo de rabanito, se llevó a cabo un monitoreo sistemático del crecimiento de las plantas a lo largo de su ciclo de desarrollo. Las mediciones periódicas incluyeron variables clave como el diámetro del tallo, la altura de la planta, el número de hojas, el ancho foliar, así como el diámetro polar y ecuatorial de los rabanitos. Adicionalmente, se evaluó la masa de los rabanitos al momento de la cosecha.

Tal como se muestra en la Figura 1, las mediciones se realizaron utilizando los siguientes instrumentos: un vernier para registrar el diámetro del tallo, el ancho de las hojas y los diámetros de los rabanitos; un flexómetro para medir la altura de las plantas; y una balanza electrónica para determinar la masa de los rabanitos. El número de hojas se registró mediante observación directa y conteo manual.

Fig. 1 Mediciones de las dimensiones y masa de la planta y de los rabanitos producidos, empleando un vernier, un flexómetro y una balanza.

Los datos obtenidos fueron procesados y analizados mediante el software Microsoft Excel. Se compararon los valores registrados entre los distintos tratamientos con el fin de identificar el fertilizante que produjo el mayor efecto positivo sobre el rendimiento del cultivo.

III. Resultados y Discusiones

En la Figura 2 se muestra la evolución del ancho del tallo de las plantas en función del número de días de cultivo para los distintos grupos en estudio. Los valores graficados representan los promedios de las mediciones realizadas en cinco plantas de rabanito por grupo. Los resultados indican que el fertilizante de pescado promovió el mayor grosor del tallo (7,52 mm), seguido por el ácido húmico (6,62 mm). La combinación de ambos fertilizantes resultó en un grosor de 6,00 mm, mientras que el fertilizante industrial presentó el menor valor (5,76 mm). Estos resultados indican que los fertilizantes orgánicos aportan nutrientes que estimulan el desarrollo estructural del tallo, siendo el fertilizante de pescado el más efectivo en este aspecto. Este hallazgo concuerda con lo reportado por Illera-Vives et al. [12], quienes observaron un mayor diámetro del tallo en plantas de tomate tratadas con fertilizante de pescado en comparación con fertilizantes minerales.

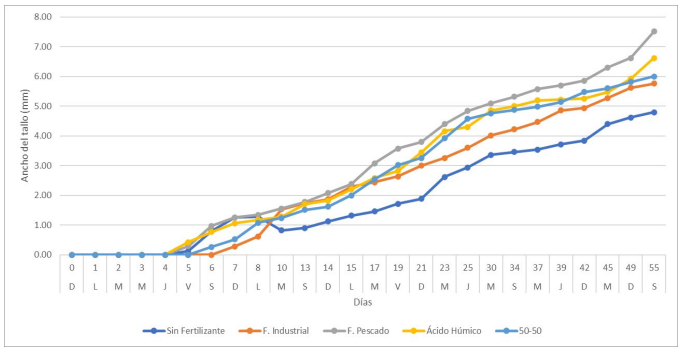

Fig. 2 Ancho del tallo de las plantas de rabanito en función del número de días del cultivo.

En la Figura 3 se presenta el gráfico del promedio de la altura de las plantas de rabanito en función del número de días de cultivo para los cinco grupos en estudio. Se observa claramente el efecto de los diferentes tratamientos de fertilización en el crecimiento de las plantas. El tratamiento con fertilizante de pescado permitió alcanzar la mayor altura promedio (101 mm), superando al ácido húmico (83 mm), la combinación de ambos (75 mm) y el fertilizante industrial (68 mm). Estos datos sugieren que el fertilizante de pescado proporciona nutrientes esenciales para un crecimiento vertical más vigoroso. Resultados similares fueron reportados por Alsudays et al. [14], quienes encontraron incrementos significativos en la biomasa aérea de cebada tras la aplicación de ácido húmico.

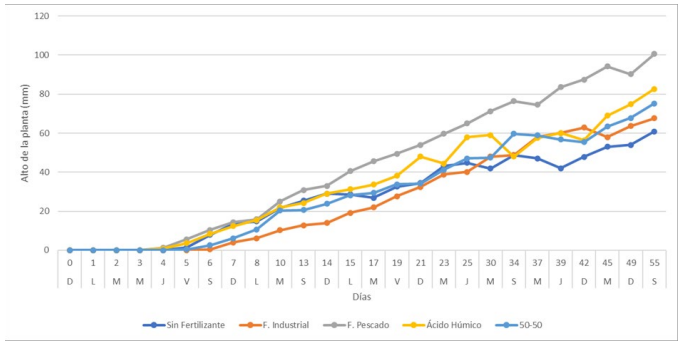

Fig. 3 Altura de las plantas de rabanito en función del número de días del cultivo.

En la Figura 4 se muestra la evolución del promedio del número de hojas en las plantas de rabanito en función del tiempo de cultivo para los cinco grupos en estudio. Los resultados indican que el fertilizante de pescado también promovió un mayor desarrollo foliar, con un promedio de 7 hojas por planta, mientras que el ácido húmico y el fertilizante industrial alcanzaron 6 hojas, y la combinación de ambos fertilizantes solo 5. Estos hallazgos sugieren que el fertilizante de pescado aporta nutrientes específicos que favorecen un mayor crecimiento foliar en las plantas de rabanito.

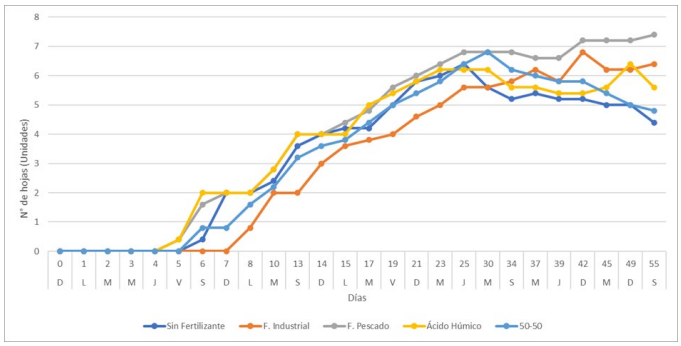

Fig. 4 Número de hojas en las plantas de rabanito en función del número de días del cultivo.

En la Figura 5 se presenta el gráfico del promedio del ancho de las hojas de las plantas de rabanito en función del número de días de cultivo para todos los grupos en estudio. Los resultados muestran que el fertilizante de pescado resultó nuevamente superior (55,8 mm), seguido por el ácido húmico (47,8 mm), la mezcla (33,3 mm) y el fertilizante industrial (24,2 mm). Los resultados obtenidos del número y ancho de hojas destacan la capacidad de los fertilizantes orgánicos para mejorar el área foliar disponible para la fotosíntesis, contribuyendo así al desarrollo general de la planta.

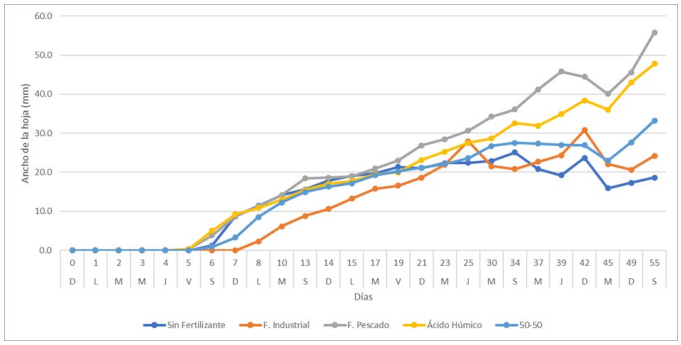

Fig. 5 Ancho de las hojas de las plantas de rabanito en función del número de días del cultivo.

La Tabla I muestra los valores promedio del tiempo de germinación, el diámetro polar, el diámetro ecuatorial y la masa de los rabanitos cosechados bajo diferentes tratamientos fertilizantes. En cuanto al tiempo de germinación, los tratamientos con fertilizante de pescado y ácido húmico de forma individual resultaron en una germinación más rápida ($3,6 \pm 0,5$ días), mientras que el grupo sin fertilizante germinó en $4,8 \pm 0,3$ días. En contraste, los tratamientos con fertilizante industrial ($6,4 \pm 0,5$ días) y especialmente la mezcla de fertilizante de pescado y ácido húmico ($6,6 \pm 1,5$ días) mostraron los valores más altos, lo cual puede atribuirse a una mayor variabilidad en el inicio del proceso germinativo, como lo sugiere la desviación estándar elevada de este último grupo.

Respecto al diámetro polar, el mayor valor se registró en el grupo tratado con fertilizante de pescado ($60,42 \pm 7,90$ mm), superando al grupo control ($52,06 \pm 8,63$ mm) y a los tratamientos con fertilizante industrial ($51,84 \pm 10,75$ mm) y ácido húmico ($51,34 \pm 4,21$ mm), cuyos resultados fueron similares entre sí. El grupo con la mezcla de fertilizantes presentó el menor diámetro polar ($49,84 \pm 6,53$ mm), lo cual podría estar relacionado con una interferencia en la asimilación de nutrientes cuando ambos productos se aplican simultáneamente.

En cuanto al diámetro ecuatorial, se observó una tendencia similar: los tratamientos con fertilizante de pescado ($45,44 \pm 2,37$ mm) y ácido húmico ($45,04 \pm 4,05$ mm) promovieron un mayor desarrollo en comparación con el grupo control ($28,42 \pm 3,58$ mm). El tratamiento combinado también mostró un buen desempeño ($42,44 \pm 2,07$ mm), mientras que el fertilizante industrial presentó un valor intermedio ($36,80 \pm 5,32$ mm). La menor variabilidad observada en los tratamientos orgánicos sugiere una respuesta más uniforme del cultivo frente a insumos naturales.

Finalmente, la masa de los rabanitos mostró diferencias marcadas entre los tratamientos. El mayor peso promedio se obtuvo con fertilizante de pescado ($62,00 \pm 5,20$ g), seguido por ácido húmico ($52,40 \pm 8,72$ g) y la mezcla de ambos ($46,00 \pm 3,60$ g). Los tratamientos con fertilizante industrial ($40,60 \pm 14,72$ g) y sin fertilizante ($21,20 \pm 2,96$ g) registraron los valores más bajos. Cabe destacar que, aunque el tratamiento industrial mostró un peso mayor que el control, su alta desviación estándar indica una alta dispersión en los resultados, lo cual podría implicar una menor uniformidad del cultivo.

TABLA I
VALORES PROMEDIO DEL DÍA DE GERMINACIÓN (DG), DIÁMETRO POLAR (DP), DIÁMETRO ECUATORIAL (DE) Y MASA (M) DE LOS RABANITOS CULTIVADOS EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE ESTUDIO

Grupo de estudio	DG (días)	DP (mm)	DE (mm)	M (g)
G1	4,8 ± 0,3	52,06 ± 8,63	28,42 ± 3,58	21,20 ± 2,96
G2	3,6 ± 0,5	60,42 ± 7,90	45,44 ± 2,37	62,00 ± 5,20
G3	3,6 ± 0,5	51,34 ± 4,21	45,04 ± 4,05	52,40 ± 8,72
G4	6,6 ± 1,5	49,84 ± 6,53	42,44 ± 2,07	46,00 ± 3,60
G5	6,4 ± 0,5	51,84 ± 10,75	36,80 ± 5,32	40,60 ± 14,72

Los resultados encontrados en términos de la masa de los rabanitos cultivados coinciden parcialmente con los de Cruz Nieto et al. [19], quienes reportaron un peso promedio de 75 g en rabanitos fertilizados con 10 t/ha de humus vegetal, superando los valores alcanzados con ácido húmico en este estudio, pero dentro de un rango comparable. Asimismo,

Mehwish Kiran et al. [20] encontraron mejoras significativas al combinar NPK con estiércol de aves de corral, con pesos de raíz de hasta 285 g, lo cual muestra que combinaciones específicas de nutrientes pueden potenciar el rendimiento. Sin embargo, estos valores superan considerablemente los obtenidos en este estudio, posiblemente debido a diferencias en el sustrato, manejo del cultivo o escalas de producción.

Por su parte, Duo Jin et al. [21] obtuvieron rabanitos con un diámetro de raíz de 6,22 cm y un peso de 490 g al aplicar fertilizante químico junto con ácido húmico, lo que refleja un efecto positivo del ácido húmico cuando se integra con fuentes de nitrógeno a mayor escala. En contraste, el presente estudio muestra que, a menor escala, su efecto individual fue moderadamente favorable pero no superó al fertilizante de pescado. También Legua Cárdenas et al. [22] reportaron mejoras significativas con bioles enriquecidos con algas marinas, obteniendo un peso de 47,83 g por planta, similar al rendimiento obtenido con la mezcla de fertilizante de pescado y ácido húmico aquí evaluada.

En conjunto, los resultados indican que el fertilizante de pescado aplicado de forma individual es el tratamiento más eficaz para mejorar tanto el crecimiento vegetativo como la masa final del rabanito. Este biofertilizante promovió el mayor desarrollo en variables clave como grosor del tallo, altura de planta, número y ancho de hojas, así como en el diámetro y peso del tubérculo. En contraste, la combinación de fertilizante de pescado con ácido húmico no mostró un efecto sinérgico evidente y, en el caso del tiempo de germinación, incluso produjo una ligera inhibición, posiblemente debido a una interacción no favorable entre ambos compuestos.

Estos hallazgos destacan el potencial de los biofertilizantes orgánicos como alternativas sostenibles frente al uso exclusivo de fertilizantes industriales, especialmente en cultivos de ciclo corto como el rabanito. En función del rendimiento obtenido con el fertilizante de pescado, se realizó una estimación de la producción potencial por hectárea. Para ello, se consideró que cada maceta utilizada en el experimento tuvo un área superficial de 0,125 m^2, y que se sembraron cinco plantas por maceta, con una masa promedio de 62 g por planta. Extrapolando estos datos, se estima que una hectárea (10.000 m^2) podría albergar aproximadamente 200.000 plantas, lo que se traduciría en una producción estimada de 24.720 kg/ha de rabanitos bajo condiciones similares. Esta proyección refuerza la viabilidad técnica y productiva del uso de fertilizante de pescado en sistemas agrícolas a pequeña y mediana escala.

IV. Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian que el fertilizante de pescado aplicado de forma individual es el tratamiento más eficaz para mejorar el crecimiento y rendimiento del cultivo de *Raphanus sativus*. Este tratamiento destacó en todas las variables evaluadas, promoviendo un desarrollo vegetativo robusto y un mayor peso de los rabanitos cultivados. El ácido húmico también mostró un desempeño favorable, superando al fertilizante industrial y posicionándose como una alternativa viable dentro de la fertilización orgánica. Por su parte, la combinación de fertilizante de pescado y ácido húmico no generó beneficios adicionales claros y, en algunos casos, mostró un efecto ligeramente inhibidor. Además, se estimó una producción potencial de 24,72 t/ha con el uso de fertilizante de pescado, lo que resalta su utilidad práctica para sistemas agrícolas que buscan mejorar el rendimiento mediante insumos sostenibles y de bajo impacto ambiental.

Referencias

[1] H. N. Pahalvi, L. Rafiya, S. Rashid, B. Nisar, and A. N. Kamili, "Chemical Fertilizers and Their Impact on Soil Health," in *Microbiota and Biofertilizers, Vol 2*, Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 1–20.

[2] BCRP, "Reporte de Inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2022-2023," Lima, Perú, 2022. [Online]. Available: https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/junio/reporte-de-inflacion-junio-2022.pdf.

[3] BCRP, "Reporte de Inflación: Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2024-2025," Lima, Perú, 2024. [Online]. Available: https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2024/junio/reporte-de-inflacion-junio-2024.pdf.

[4] E. Mwakiwa *et al.*, "Price shocks and associated policy responses stemming from the Russia-Ukraine War and other global crises: Evidence from six African countries," *Glob. Food Sec.*, vol. 45, p. 100861, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.gfs.2025.100861.

[5] G. W. Ferreira *et al.*, "Effect of organic and mineral fertilizers applications in pasture and no-tillage system on crop yield, fractions and contaminant potential of Cu and Zn," *Soil Tillage Res.*, vol. 225, p. 105523, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.still.2022.105523.

[6] Y. Hu *et al.*, "Organic carbon and nitrogen accumulation in orchard soil with organic fertilization and cover crop management: A global meta-analysis," *Sci. Total Environ.*, vol. 852, p. 158402, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158402.

[7] J. Toppe, R. L. Olsen, O. R. Peñarubia, and D. G. James, "Producción y utilización del ensilado de pescado. Manual sobre cómo convertir los desperdicios del pescado en ganancias y en un ingrediente valioso de la ración o como fertilizante," Roma, Italia, 2018. [Online]. Available: http://www.fao.org/3/i9606es/I9606ES.pdf.

[8] P. A. da C. Pinto, R. Corral Bellas, M. Illera Vives, and E. López Mosquera, "Empleo de un compost de algas y restos de pescado como sustrato para la producción de plantas hortícolas," *Recur. Rurais*, no. 6, pp. 89–94, Sep. 2018, doi: 10.15304/rr.id5298.

[9] L. Kator *et al.*, "Comparative effect of organic fertilizers on the growth performance of maize (Zea mays) plants," *Acta Biol. Forum*, vol. 4, no. 1, pp. 16–23, May 2024, doi: 10.51470/ABF.2024.4.1.16.

[10] İ. Karagöz, "Fertilization and Fertilizer Types," in *Applied Soil Chemistry*, Wiley, 2021, pp. 123–148.

[11] H. Bayat, F. Shafie, M. H. Aminifard, and S. Daghighi, "Comparative effects of humic and fulvic acids as biostimulants on growth, antioxidant activity and nutrient content of yarrow (Achillea millefolium L.)," *Sci. Hortic. (Amsterdam).*, vol. 279, p. 109912, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.scienta.2021.109912.

[12] M. Illera-Vives, S. Seoane Labandeira, L. M. Brito, A. López-Fabal, and M. E. López-Mosquera, "Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use," *Sci. Hortic. (Amsterdam).*, vol. 186, pp. 101–107, Apr. 2015, doi: 10.1016/j.scienta.2015.02.008.

[13] G. J. Chipana Mendoza, "Hydropriming y fertilizante líquido de trucha (Oncorhynchus mykiss) en el incremento de la germinación y crecimiento radicular en semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y cañahua (Chenopodium pallidicaule Aellen)," *Rev. Investig. Altoandinas - J. High Andean Res.*, vol. 25, no. 1, pp. 14–22, Jan. 2023, doi: 10.18271/ria.2023.459.

[14] I. M. Alsudays *et al.*, "Applications of humic and fulvic acid under saline soil conditions to improve growth and yield in barley," *BMC Plant Biol.*, vol. 24, no. 1, p. 191, Mar. 2024, doi: 10.1186/s12870-024-04863-

6.
[15] R. Veneros Terrones, M. Chaman Medin, E. Araujo Castillo, and F. Ramírez Cruz, “Efecto de los ácidos húmico y fúlvico en el crecimiento de Passiflora ligularis cultivadaen condiciones de invernadero,” *REBIOL*, vol. 34, no. 1, pp. 13–18, 2014, [Online]. Available: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/583.
[16] M. Gamba *et al.*, “Nutritional and phytochemical characterization of radish (Raphanus sativus): A systematic review,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 113, pp. 205–218, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.tifs.2021.04.045.
[17] T. Eom, S. Lee, Y.-B. Hwang, and T. W. Kim, “Photochemical Characteristics of Radish (Raphanus sativus) Leaf Grown under Different Nitrogen (N) Fertilization,” Aug. 2022, doi: 10.11159/icepr22.138.
[18] A. Behera *et al.*, “Evaluating the effectiveness of fish organic liquid manure (FOLM) in enhancing maize growth and yield: a comparative study of organic and conventional fertilizers,” *Discov. Sustain.*, vol. 6, no. 1, p. 326, Apr. 2025, doi: 10.1007/s43621-025-01013-2.
[19] D. D. Cruz Nieto *et al.*, “Analysis of the chemical and biological characteristics and their relationship with the yield of radish (Raphanus sativus L.) nourished with compost based on plant residues,” *Brazilian J. Biol.*, vol. 84, 2024, doi: 10.1590/1519-6984.283287.
[20] M. Kiran *et al.*, “Integrated use of Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Radish,” *Sarhad J. Agric.*, vol. 35, no. 3, pp. 933–941, 2019.
[21] D. Jin, Z. Lu, X. Song, G. J. Ahammed, Y. Yan, and S. Chen, “Improvement of Yield and Quality Properties of Radish by the Organic Fertilizer Application Combined with the Reduction of Chemical Fertilizer,” *Agronomy*, vol. 14, no. 8, p. 1847, Aug. 2024, doi: 10.3390/agronomy14081847.
[22] J. A. Legua Cárdenas, Á. H. Campos Diaz, D. J. Vélez Chang, and Y. J. Vélez Chang, “Efectos del biol industrial complementado con algas marinas sobre el rendimiento del cultivo rábano (Raphanus sativus L.),” *Rev. Alfa*, vol. 7, no. 20, pp. 442–452, May 2023, doi: 10.33996/revistaalfa.v7i20.227.