

## EFFECTO DE HIDRÓLISIS DE RESIDUOS DE PESCADO SOBRE EL CULTIVO DE LA ESPINACA (*Spinacia oleracea*) EN LA CIUDAD DE TACNA – PERÚ

### Effect of hydrolysis of fish waste on the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea*) in the city of Tacna – Peru

Juan Carlos Tejada Vizcarra<sup>1</sup>, Leo Ulises Michael Tirado Rebaza<sup>2</sup>, Fray Yhoni Quispe Aro<sup>3</sup>, Junior Manuel Mamani Huarcusi<sup>4</sup>, José Antonio Apaza Atencio<sup>5</sup>, Keila Abigail Muñante Carrillo<sup>6</sup>, Yessenia Danidtzá Gómez Aguilar<sup>7</sup>

#### RESUMEN

Los impactos ambientales negativos cada vez se acrecientan debido a diversas actividades en diferentes sectores, uno de ellos en el sector agrícola por la aplicación de diferentes insumos químicos, causando daños ambientales contra la calidad del suelo, agua y aire, es por ello, que se han desarrollado diferentes insumos agrícolas orgánicos para la mitigación de dichos impactos. Por lo tanto, en la presente investigación se planteó como objetivo evaluar la hidrólisis de residuos de pescado (cabeza, vísceras, huesos y espinazo) en el cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea*) en la ciudad de Tacna. Para lo cual se analizaron variables como el peso unitario (g) y el rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ ); la espinaca fue sembrada en el mes de agosto del año 2023 y cosechada en octubre del mismo año, teniendo un periodo fenológico de tres meses; se aplicaron cuatro tratamientos con diferente dosificación de hidrólisis de pescado, donde el T1 consistía en  $200\ L\ ha^{-1}$ , el T2 con  $400\ L\ ha^{-1}$ , el T3 con  $600\ L\ ha^{-1}$  y el T4 con  $800\ L\ ha^{-1}$ . Al aplicar un análisis de varianza para el peso unitario de la espinaca se evidenciaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos y bloques, sin embargo, en el análisis de varianza del rendimiento total no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y bloques. Por lo tanto, se obtuvo el mayor promedio de peso unitario en el tratamiento 4 alcanzando un valor de  $192.84\ g$ ; mientras que el mayor promedio del rendimiento total fue evidenciado en el tratamiento 1 alcanzando un valor de  $3.403\ t\ ha^{-1}$ . Se concluyó que la aplicación de diferentes dosis de hidrólisis de residuos de pescado influye en el desarrollo del cultivo de la espinaca, el que fue demostrado en las variables de rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ ) y el peso unitario (g).

**Palabras clave:** hidrólisis, residuos de pescado, espinaca, rendimiento total, peso unitario.

#### ABSTRACT

The Negative environmental impacts are increasing due to various activities in different sectors, one of them in the agricultural sector is the application of different chemical inputs, causing environmental damage to the quality of soil, water and air, which is why different organic agricultural inputs have been developed to mitigate these impacts. Therefore, the objective of this research was to evaluate the hydrolysis of fish waste (head, viscera, bones and backbone) in the cultivation of spinach (*Spinacia oleracea*) in the city of Tacna. For which variables such as unit weight (g) and total yield ( $t\ ha^{-1}$ ) were analyzed; The spinach was planted in August 2023 and harvested in October of the same year, having a phenological period of 3 months; Four treatments were applied with different dosages of fish hydrolysis, where T1 consisted of  $200\ L\ ha^{-1}$ , T2 with  $400\ L\ ha^{-1}$ , T3 with  $600\ L\ ha^{-1}$  and T4 with  $800\ L\ ha^{-1}$ . When applying an analysis of variance for the unit weight of the spinach, highly significant differences were evident between the treatments and blocks; however, in the analysis of variance of the total yield there were no significant differences between the treatments and blocks. Therefore, the highest average unit weight was obtained in treatment 4, reaching a value of  $192.84\ g$ ; while the highest average total yield was evidenced in treatment 1, reaching a value of  $3.403\ t\ ha^{-1}$ . It was concluded that the application of different doses of hydrolysis of fish waste influences the development of the spinach crop, which was demonstrated in the variables of total yield ( $t\ ha^{-1}$ ) and unit weight (g).

**Keywords:** hydrolysis, fish waste, spinach, total yield, unit weight.

<sup>1</sup> Docente Universitario, Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6551-9554>. [jtejadav@unjb.edu.pe](mailto:jtejadav@unjb.edu.pe)

<sup>2</sup>  Docente Universitario, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6599-8866>. [leotiradorebaza@gmail.com](mailto:leotiradorebaza@gmail.com)

<sup>3</sup> Docente Universitario, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5343-7148>. [fquispea@unjb.edu.pe](mailto:fquispea@unjb.edu.pe)

<sup>4</sup> Investigador Independiente, Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1514-7510>. [juniormh@unjb.edu.pe](mailto:juniormh@unjb.edu.pe)

<sup>5</sup> Investigador Independiente, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9012-4749>. [joseaa@unjb.edu.pe](mailto:joseaa@unjb.edu.pe)

<sup>6</sup> Docente Universitario, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3815-4887>. [kmunantec@unjb.edu.pe](mailto:kmunantec@unjb.edu.pe)

<sup>7</sup> Docente Universitario, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8468-1877>. [ygoomez@unjb.edu.pe](mailto:ygoomez@unjb.edu.pe)

## INTRODUCCIÓN

Es el hombre uno de los causantes principales de la crisis ambiental a nivel global, debido al comportamiento del ser humano y su prima en el crecimiento y desarrollo económico, es por esto que se realizan muchas acciones y actividades que repercuten en los problemas ambientales (Ordoñez et al., 2021). Una de las actividades que generan mayor impacto ambiental es la aplicación de fertilizantes, pesticidas y otros insumos agrícolas químicos, ya que esta podría comprometer la calidad del agua y suelo, ocasionando quemaduras, deshidratación y desecación a los cultivos por la presencia de sales (Quenta, 2024), otro problema principal, es el manejo de los suelos ya que se emplean productos o insumos agrícolas sintéticos con la finalidad de restaurar la calidad de nutrientes en el suelo agrícola (Monteza, 2023); diferentes investigaciones precisan que los cultivos solo captan entre el 30 al 50 % de los fertilizantes químicos, además determinaron que los fertilizantes químicos aplicados en el suelo impactan negativamente en su calidad, la cual se refleja en el aumento de salinidad, mayor acumulación de sales, desnitrificación, entre otros (Vilca, 2018; Ayala y Peña, 2020), estos insumos químicos podrían ser reemplazados por productos orgánicos, el cual contribuye a la mitigación de los impactos ambientales negativos producidos por los insumos químicos y también permite mejorar la calidad de los cultivos que son destinados al consumo humano (Becerra, 2023).

Además, se considera que los recursos hidrológicos son unos de los más importantes y productivos en el planeta, tales como los humedales, donde albergan una gran cantidad de especies hidrobiológicas que funcionan como suministro para el ser humano (Canahuire, 2015), en razón al rendimiento del pescado, los cuales se aproximan a un 60 %; genera mayor acumulación de desechos causando un impacto ambiental significativo (Bueno y García, 2022). A nivel mundial la producción de la pesca alcanzó los 179 millones de toneladas (Young Kim et al., 2021 mencionado por Bueno y García, 2022), del cual el 88 % fue destinado para el consumo humano, relacionado directamente con el problema ambiental generado por los residuos (Chiguala y Vega, 2020). Es por ello que, se presentan diferentes propuestas y alternativas para el aprovechamiento y la valorización de este tipo de residuos, lo que genera una mejora de las condiciones ambientales y beneficios socioeconómicos (Paredes, 2021), refiriéndose en este último a la cabeza, piel, vísceras y huesos del

pescado (Chiguala y Vega, 2020); entre las diferentes aplicaciones que les dieron a los residuos del pescado para la obtención de harinas, aceites y concentrados de proteína, tales como, suplementos, farmacéuticos y remediaciones (Santiaguín et al., 2022); se resalta la hidrólisis de pescado por su alto concentrado protéico, el que podría ser aplicado en diferentes ámbitos de la medicina, acuicultura, agricultura, entre otros (Hleap y Gutiérrez, 2015), estos compuestos hidrolizados tienen la capacidad de aumentar el desempeño de producción y rendimiento (Cardoza y Guerra, 2021).

En otro aspecto, la espinaca de nombre científico *Spinacia oleracea* es una planta herbácea de ciclo anual, que se comporta mejor en tierras arenosas con un ph de 6.0 a 6.8, esta planta no soporta suelos muy ácidos, la temperatura para su germinación oscila entre 2 a 30 °C (Leonardo, 2024). Respecto a la clasificación taxonómica de la espinaca pertenece al reino Vegetal, división Angiospermae, clase Dicotyledoneae, orden Centrospermales, familia Chenopodiaceae, género *Spinacia* (Arosquipa y Villoslada 2023). Esta planta tiene un alto consumo por la población debido al aporte balanceado de vitaminas y minerales (Chávez y Colupu, 2023).

Es por ello que en la presente investigación se plantó como objetivo general evaluar el efecto de la hidrólisis de residuos de pescado en el cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea*). Se plantearon como objetivos específicos, determinar el efecto de la hidrólisis de residuos de pescado sobre el peso unitario de la espinaca y determinar del efecto de la hidrólisis de residuos de pescado sobre el rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ ) de la espinaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La presente investigación se llevó a cabo desde en el Centro Experimental Agrícola (CEA) III - Los Pichones, perteneciente a la Escuela Profesional de Agronomía, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG), ubicada en la Sede Pichones Sur, provincia y departamento de Tacna, Perú. Se encuentra en las coordenadas geográficas 17° 59' 38" este y 70° 14' 22" norte, a una altitud de 550 m s.n.m.

### Metodología

En la Tabla 1 se pueden visualizar a cantidad de tratamientos y la dosificación de la hidrólisis de pescado

aplicados en la espinaca para el desarrollo de la presente investigación; donde se emplearon cuatro tratamientos y tres bloques, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

Tabla 1. Tratamientos de la investigación en el cultivo de la espinaca.

Tratamiento	Niveles de hidrólisis de pescado (L ha <sup>-1</sup> )
T1	200
T2	400
T3	600
T4	800

Para la elaboración de la hidrólisis de pescado, se realizó el siguiente procedimiento:

- Captura de microorganismo eficientes: se dejó cocer el arroz (*Oryza sativa*) en una olla metálica con agua en las mismas proporciones (1:1), para dicha cocción no se emplearon ningún tipo de condimentos, sal ni aceite. Seguidamente, durante ocho horas el arroz fue enfriado para luego cubrirlo con una tela, este recipiente se enterró a 40 cm bajo la sombra de un árbol, y fue cubierto con la misma tierra y hojarasca del lugar, finalmente, transcurrido los 7 días se sustrajo el recipiente donde se pudo evidenciar la presencia de microorganismos eficientes.
- Solución madre de hidrólisis de pescado: para la preparación se emplearon 160 kg de residuos de pescado, entre ellas, cabezas, colas, espinazos y vísceras, 20 kg de melaza y 20 L de microorganismos activados. Dichos insumos fueron triturados y dispuestos a fermentar durante 20 días en un recipiente plástico con 200 L de capacidad. Transcurrido el tiempo establecido, se sustrajo el material sólido para utilizar la solución madre producida en el recipiente, finalmente, se realizó la preparación de diluciones de la solución madre en agua en porcentaje v/v de 5 L/200 L, los cuales fueron aplicados en los tratamientos visualizados en la Tabla 1.

La espinaca fue sembrada en agosto del año 2023 y fue cosechada en octubre del mismo año, presentando un periodo fenológico de tres meses, el peso de la planta de espinaca var. Athena F1, se realizó cuando las hojas se encontraban bien desarrolladas (área foliar), evitando que se vuelva coreasea, dejando de ser apetitosa por el consumidor. Si se deja sobre madurar, las hojas pierden su brillantes y exquisitez. Dicha variable de respuesta se determinó cortando y pesando cada planta, realizando el corte por debajo de la roseta de hojas a 1 cm bajo tierra. La recolección se inició en las variedades precoces a los 40-60 días tras la siembra.

El rendimiento total de la espinaca var. Athena F1, se calculó promediando los rendimientos de las plantas que se encontraban en cada unidad experimental. Para esto, se pesaron las plantas de espinaca var. Athena F1, obtenidos en cada unidad experimental (en un área conocida), para que a través de una regla de tres simple se pueda llevar a toneladas por hectárea (t ha<sup>-1</sup>).

En cuanto al análisis estadístico de la investigación, se asumieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad para aplicar un análisis de varianza (ANVA) a través de la prueba F a un nivel de significación de 0.05 y 0.01; en tanto, para la comparación se utilizó el análisis de regresión, este análisis estadístico fue desarrollado en el software SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación del efecto de la hidrólisis de pescado sobre el peso unitario

Referente al análisis de varianza para peso unitario de espinaca var. Athena F1, en la Tabla 2 se puede evidenciar que existen diferencias altamente significativas entre bloques y tratamientos, por lo que la hidrólisis de pescado influyó en estas variables, con un nivel de confianza del 99 %. El coeficiente de variación fue de 3.11 % y se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo, pudiendo alegar que los datos son confiables.

Tabla 2. Análisis de varianza de peso unitario (g) de la espinaca var. Athena F1 plantada en el CEA III - Los Pichones.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	2	760.4714	380.2357	12.261	5.14	10.92**
Tratamientos	3	4032.8839	1344.2946	43.349	4.76	9.78**
Error Experimental	6	186.0666	31.0111			
Total	11	4979.4218				

C.V.= 3.11 %; \*\*= altamente significativo

En la Tabla 3, muestra que el análisis de varianza de regresión, resultó ser altamente significativo para un modelo de segundo orden, el cual presenta un coeficiente de variación de 7.44 % indicando ser aceptable para las condiciones del experimento desarrollado en campo.

Tabla 3. Análisis de varianza de regresión de peso unitario (g) de la espinaca var. Athena F1 plantada en el CEA III - Los Pichones.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	F α	
					0.05	0.01
Regresión	2	3384.59	1692.29	9.55	4.26	8.02**
Error	9	1594.83	177.20			
Total	11	4979.42				R <sup>2</sup> = 0.68

C.V.= 7.44 %; \*\*= altamente significativo

En la Tabla 4, se muestra la prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso unitario de la espinaca, el cual indica que, al realizar la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, resultó significativo, por consiguiente, se precisa que existe una relación directa entre la dosis de hidrolisis de pescado y el peso unitario, por lo cual se establece la siguiente función de respuesta:

$$\hat{Y} = 103.35625 + 0.28178958x - 0.00021755x^2$$

Que al aplicar el método de derivación se obtuvo una dosis adecuada de hidrolisis de pescado de 647.63 L ha<sup>-1</sup>, con lo que se obtuvo un peso unitario en espinaca de 194.60 g.

Tabla 4. Prueba de significación de los coeficientes de regresión de peso unitario (g) de la espinaca var. Athena F1 plantada en el CEA III - Los Pichones.

Parámetro	Estimado	Error estándar	T	P
Constante	103.36	21.39570	4.8307	0.0009
B1	0.28	0.09759	2.8873	0.0179
B2	-0.0002	0.00010	-2.2645	0.0498

La Figura 1 muestra el peso unitario de la espinaca en función de la hidrolisis de pescado aplicada, el cual señala una ecuación del tipo cuadrática, donde indica que con una dosis de hidrolisis de pescado de 647.63 L ha<sup>-1</sup>, se obtuvo 194.60 g de peso.

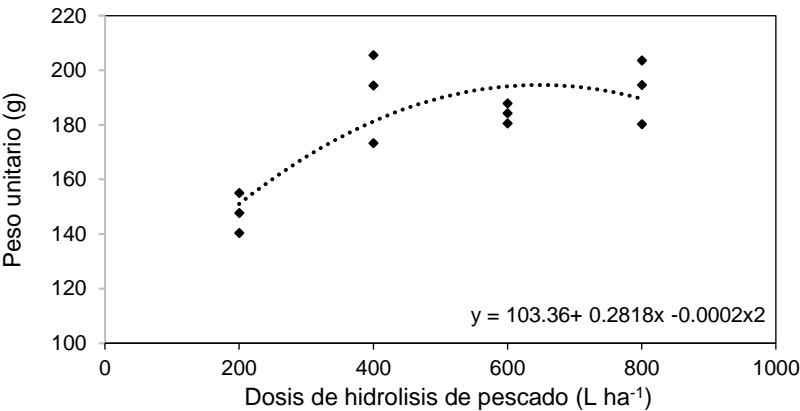


Figura 1. Peso unitario de espinaca en función de dosis de hidrolisis de pescado.

En la Figura 2 se observa el promedio del peso unitario (g) de los tratamientos aplicados, donde se indica que el mayor promedio corresponde al tratamiento 4, siendo este de un 192.84 g.

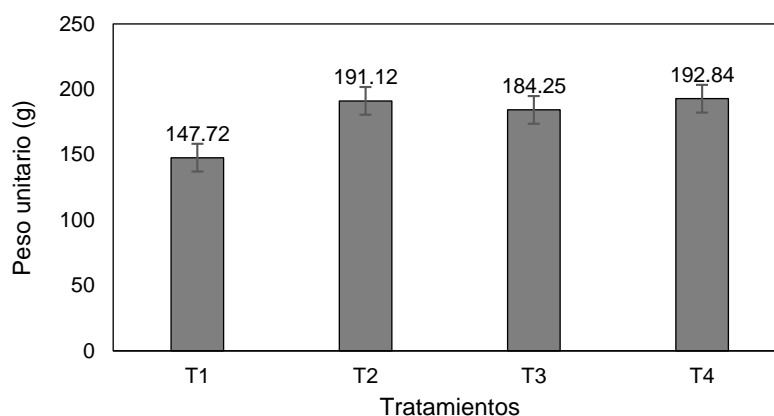


Figura 2. Peso unitario (g) de los tratamientos.

La aplicación de diferentes insumos químicos u orgánicos pueden permitir alcanzar un mayor rendimiento al cultivo, ya que podrían influir directamente en su desarrollo (Velásquez, 2016); en cuanto a otras investigaciones, indican que el peso unitario de la espinaca es inferior, debido al insumo aplicada, ya que emplearon un producto químico que le permitió alcanzar los 146.60 g, y con diferentes abonos orgánicos como el guano de isla, estiércol de vacuno, compost y humus de lombriz, la espinaca llegó a alcanzar 140.13, 133.53, 126.60, y 120.8 g de pesos unitarios, respectivamente (Maquerhua, 2019); cabe resaltar que con la hidrólisis de pescado aplicada en la presente investigación la espinaca presentó un mayor promedio de peso unitario.

### Determinación del efecto de hidrólisis de pescado sobre el rendimiento total

En la Tabla 5 se muestra el análisis de varianza para el rendimiento total de la espinaca (*Spinacia oleracea*) var. Athena F1 plantada en el CEA III - Los Pichones, evidenciando que no existen diferencias significativas entre tratamientos ni bloques, fueron estadísticamente similares entre tratamientos y bloques utilizados, con un nivel de confianza del 99 %. El coeficiente de variación fue de 14.39 % y se encuentra en el rango de aceptación para experimentos en condiciones de campo pudiendo alegar que los datos son confiables.

Tabla 5. Análisis de varianza de rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ ) de la espinaca var. Athena F1 plantada en el CEA III - Los Pichones.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	F $\alpha$	
					0.05	0.01
Bloques	2	0.1953	0.0977	0.438	5.14	10.92 ns
Tratamientos	3	0.1266	0.0422	0.189	4.76	9.78 ns
Error Experimental	6	1.3383	0.2230			
Total	11	1.6602				

C.V.= 14.39%; ns = no significativo

Respecto a la Tabla 6 del promedio, varianza, desviación estándar y coeficientes de variabilidad de rendimiento total/tratamientos, se puede evidenciar que el Tratamiento 1 tuvo un mayor promedio de

rendimiento total en la espinaca var. Athena F1, siendo el Tratamiento 4 el que demostró menor variabilidad de datos en comparación a los otros tratamientos respecto al parámetro en mención.

Tabla 6. Promedio, varianza, desviación estándar y coeficiente de variabilidad de rendimiento total/ tratamientos.

Tratamientos	Promedio	S <sup>2</sup>	S	Coeficiente de variabilidad
T1	3.403	0.12	0.35	10.20
T2	3.125	0.39	0.63	20.00
T3	3.264	0.24	0.49	14.89
T4	3.333	0.02	0.14	4.17

En la Figura 3 del rendimiento total ( $t\ ha^{-1}$ ) de los tratamientos, se observa que el mayor promedio lo

tiene el tratamiento 1, siendo este de un  $3.403\ t\ ha^{-1}$ .

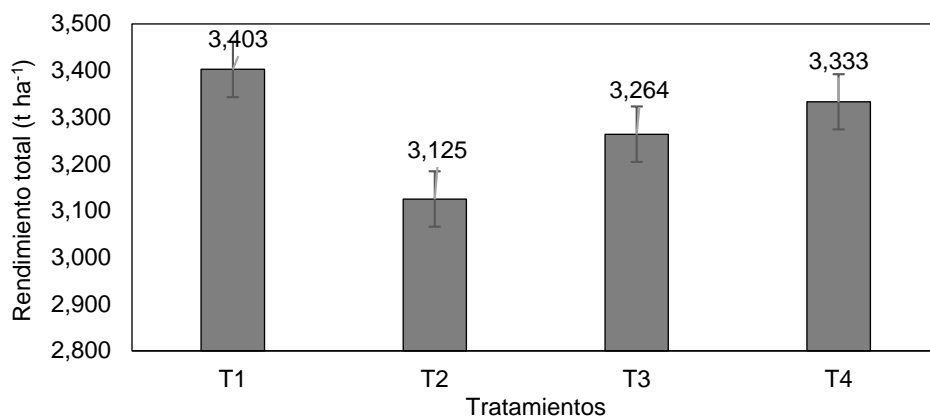


Figura 3. Rendimiento total (t ha<sup>-1</sup>) de los tratamientos.

En otras investigaciones, se demuestran que se obtuvo un rendimiento de la espinaca de aproximadamente 2.09 t ha<sup>-1</sup> aplicando 4 t ha<sup>-1</sup> de estiércol de oveja y mediante la aplicación del método de siembra “melgas” (Janampa, 2018); además otro estudio señala que la espinaca alcanzó un rendimiento de 16.12 t ha<sup>-1</sup> con una dosis de 50 ml 20 L<sup>-1</sup> de Phyllum con Tiger rz, ya que esta suministra todos los macro y micronutrientes, auxinas, citoquininas y giberelinas que actúan en el desarrollo de la espinaca (Tintayo, 2020).

La aplicación en conjunto de guano de isla y de microorganismos eficientes en la espinaca permiten alcanzar un rendimiento de 21.73 t ha<sup>-1</sup>, cabe precisar que la dosificación aplicada fue de 2 t ha<sup>-1</sup> de guano de isla y 20 L de microorganismos eficientes por hectárea (Huerta, 2016); con la aplicación del biol orgánico con una dosis de 60 % de biol y 40 % de agua la espinaca llegó a alcanzar los 13.88 t ha<sup>-1</sup> de rendimiento total (Apaza, 2019).

## CONCLUSIONES

Se determinó el efecto de la hidrólisis de pescado en la variable del peso unitario de la espinaca (*Spinacia oleracea*), alcanzando un valor de 192.84 g en el tratamiento 4, el cual consistía en la aplicación de 800 L ha<sup>-1</sup> de hidrólisis en el cultivo de la espinaca, este nuevo producto agrícola evidencia que la espinaca puede alcanzar valores más altos en comparación con otros insumos químicos y orgánicos como el biol, compost, humus de lombriz, estiércol, entre otros.

La hidrólisis de residuos de pescado con una correcta dosificación como el que se aplicó en el tratamiento 3 con una dosis de 600 L ha<sup>-1</sup> en el cultivo de la espinaca, alcanzó un valor de 3.403 t ha<sup>-1</sup>; sin embargo, aunque

este valor no haya sido el más alto en comparación a otros productos agrícolas orgánicos y químicos como el guano de isla, biol orgánico, estiércol de ovino, entre otros; este producto de hidrólisis se presenta como un método que permite aprovechar residuos de descarte y además que llega a mejorar otras características de la espinaca.

## BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, M. 2019. Evaluación del rendimiento y calidad del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Utilizando biol en Chuquibambilla – Grau (en línea). Tesis de Pregrado. Apurímac, Perú. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Disponible en <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/828>
- Arosquipa, A; Villoslada, S. 2023. Rendimiento de la extracción de aceite esencial de espinaca (*Spinacia oleracea*) mediante arrastre de vapor (en línea). Tesis de Pregrado. Callao, Perú. Universidad Nacional del Callao. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12952/8235>
- Ayala, A; Peña, H.A. 2020. Uso del biochar como alternativa de mejoramiento de la calidad de los suelos mediante una revisión sistemática (en línea). Tesis de Pregrado. Chiclayo, Perú. Universidad César Vallejo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60813>
- Becerra, JC. 2023. Fertilizantes químicos y su relación en el deterioro de suelos del Caserío Salinas, Bagua, 2022 (en línea). Tesis de Pregrado. Trujillo, Perú. Universidad Privada del Norte. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36302>
- Bueno, VY; García, YG. 2022. Aprovechamiento de los residuos de pescado para la elaboración de fertilizantes. Revisión Sistemática 2022 (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad César Vallejo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91428>
- Canahuire, ER. 2015. Valoración económica de los servicios ambientales de los Humedales de la Bahía de Ite, departamento de Tacna-Perú (en línea). Tesis de Maestría. Rosario, Argentina. Pontificia Universidad Católica Argentina. Disponible en

- [https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/renati/914/1/Ca\\_nahuire\\_Samador\\_Elvira.pdf](https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/renati/914/1/Ca_nahuire_Samador_Elvira.pdf)
- Cardoza, AL; Guerra, MG. 2021. Uso de hidrolizados de pescado en el campo de la acuicultura: una revisión de algunos resultados beneficiosos en dietas acuícolas (en línea). Trabajo de Investigación. Lima, Perú. Universidad Científica del Sur. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1980>
- Chávez, CG; Colupu, VY. 2023. Efecto del hidrogel sobre el rendimiento de *Brassica rapa* L. “nabo” y *Spinacia oleracea* L. “espinaca” irrigadas con dos niveles de agua, Chancay-Huaral (en línea). Tesis de Pregrado. Huanuara, Perú. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.14095/2211>
- Chiguala, MA; Vega, CD. 2020. Revisión sistemática de los métodos de aprovechamiento aplicados en el subproducto piel y escamas del pescado (en línea). Tesis de Pregrado. Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/62866>
- Hleap, J; Gutiérrez, C. 2015. Hidrolizados de pescado - producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión (en línea). Acta Agronómica 66(3):311-322. Disponible en <https://doi.org/10.15446/acag.v66n3.52595>
- Huerta, JL. 2016. Evaluación del efecto del guano de isla y ema en el rendimiento del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en el distrito y provincia de Recuay - Ancash año 2015 (en línea). Tesis de Pregrado. Huaraz, Perú. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Disponible en <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1097>
- Janampa, M. 2018. Niveles de estiércol de ovino y formas de siembra en el rendimiento de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Arizona- 3200 msnm, Ayacucho (en línea). Tesis de Pregrado. Ayacucho, Perú. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3272>
- Leonardo, CD. 2024. Vermicompost, estiércol de *Tenebrio molitor* y *Trichoderma harzianum* como mitigadores de estrés hídrico y salino en espinaca (*Spinacia oleracea*) (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6316>
- Maquerhua, LM. 2019. Efecto del abonamiento y fertilización en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) bajo condiciones de fitotoldo en K'ayra- Cusco (en línea). Tesis de Pregrado. Cusco, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12918/4409>
- Monteza, MA. 2023. Recuperación de suelos degradados utilizando bokashi tradicional y fosfatado en El Carmen, Chíncha (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad Científica del Sur. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12805/2959>
- Ordoñez, KM; Mendoza, KL; Ordoñez, LA. 2021. El derecho ambiental y la contaminación sonora en el Perú. REBIOL 41(2):246-255.
- Paredes, AS. 2021. Propuesta de aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru en el Distrito de Juliaca (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad César Vallejo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/78057>
- Quenta, JC. 2014. Efecto de la contaminación por fertilizantes químicos en la calidad de suelo de cultivo de *Solanum Tuberosum* en el Distrito de Llave 2023 (en línea). Tesis de Pregrado. Puno, Perú. Universidad Privada San Carlos. Disponible en <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/1009>
- Santiago, A; Cadena, F; Arias, J; Meza, A; Torres, J; Reynaga, F; Cuevas, D; Garzón, A. 2022. Aguas residuales de la industria pesquera: Retos y oportunidades en la recuperación de proteínas y péptidos con alto valor biológico y funcional - Una revisión (en línea). Revista Especializada en Ciencias Búmico-Biológicas, 25. Disponible en <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.512>
- Tintayo, EA. 2020. Aplicación de diferentes dosis de bioestimulante trihormonal en el rendimiento de cuatro híbridos de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) (en línea). Tesis de Pregrado. Jauja, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6395>
- Velásquez, MG. 2016. Experimentación con fertilizantes foliares provenientes del reciclaje de residuos orgánicos en ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. pendulum) aplicando herramientas participativas (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1962>
- Vilca, JC. 2018. Los fertilizantes químicos y su influencia en la calidad de suelos de cultivos de maíz en el distrito Chingas, provincia de Antonio Raimondi - Ancash, 2017-2018 (en línea). Tesis de Pregrado. Lima, Perú. Universidad César Vallejo. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/21141>

Artículo recibido en: 28 de julio del 2024

Aceptado en: 15 de abril del 2025