

EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL EFECTO DE BIOFERTILIZANTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.)

Comparative evaluation of the effect of biofertilizers on the yield of two varieties of vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)

Juan Carlos Tejada Vizcarra¹, Williams Sergio Almanza Quispe², Leo Ulises Michael Tirado Rebaza³, Junior Manuel Mamani Huarcuri⁴, José Antonio Apaza Atencio⁵, Keila Abigail Muñante Carrillo⁶

RESUMEN

Los biofertilizantes han surgido en la agricultura con el objetivo de fomentar prácticas sostenibles en este sector. El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad comparar el efecto de biofertilizantes elaborados a base de residuos sólidos orgánicos de legumbres, frutas y pescado bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) sobre el rendimiento de la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), en sus variedades Jade y Magnum, al ser cultivadas a casi 500 m s.n.m. en la ciudad de Tacna, Perú. Se realizó un análisis de los parámetros y propiedades de los biofertilizantes, obteniendo valores elevados de micronutrientes, macronutrientes y aminoácidos lo que avisaría una posible influencia en el rendimiento de los cultivos al ser aplicados sobre estos. Para comprobar ello, se empleó un diseño de bloques completamente aleatorizados estableciéndose ocho tratamientos (aplicando a cada variedad: biol frutado; hidrólisis de residuos de pescado; la combinación de ambos y; un testigo) y seis bloques (parcelas). Tras la aplicación de un análisis de varianza, se determinó que existieron diferencias significativas en el rendimiento de los distintos tratamientos con un 95 % de confianza y; también entre los bloques con un 99 % de confianza. Se concluyó que el tratamiento compuesto por 80 L ha⁻¹ de hidrólisis de residuos de pescado bonito, que fueron aplicados a la vainita en la variedad Magnum fue el que obtuvo un mayor rendimiento (0.455 t ha⁻¹). Asimismo, se evidenció que la variedad Magnum fue superior a la variedad Jade en todos los tratamientos realizados, incluyendo sus testigos.

Palabras clave: hidrólisis de residuos de pescado, biol frutado, vainita variedad Jade, vainita variedad Magnum, rendimiento.

ABSTRACT

Biofertilizers have emerged in agriculture with the aim of promoting sustainable practices in this sector. The purpose of this research work was to compare the effect of biofertilizers made from organic solid residues of legumes, fruits and bonito fish (*Sarda chiliensis chiliensis*) on the yield of bean beans (*Phaseolus vulgaris* L.), in its Jade and Magnum varieties, when grown at almost 500 meters above sea level. in the city of Tacna, Peru. An analysis of the parameters and properties of the biofertilizers was carried out, obtaining high values of micronutrients, macronutrients and amino acids, which would warn of a possible influence on crop performance when applied to them. To verify this, a completely randomized block design was used, establishing eight treatments (applying to each variety: fruity biol; hydrolysis of fish waste; the combination of both and; a control) and six blocks (plots). After applying an analysis of variance, it was determined that there were significant differences in the performance of the different treatments with 95 % confidence and; also between the blocks with 99% confidence. It was concluded that the treatment consisting of 80 L ha⁻¹ of hydrolysis of bonito fish waste that was applied to the pod in the Magnum variety was the one that obtained the highest yield (0.455 t ha⁻¹). Likewise, it was evidenced that the Magnum variety was superior to the Jade variety in all the treatments carried out, including its controls.

Keywords: hydrolysis of fish waste, fruity biol, Jade variety bean, Magnum variety bean, yield.

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

² Docente Universitario, Escuela Profesional de Agronomía, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0812-7834>. walmanzaq@unjbg.edu.pe

³  Docente Universitario, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6599-8866>. leotiradorebaza@gmail.com

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

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

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

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso de fertilizantes sintéticos para la actividad agrícola ha permitido satisfacer la demanda alimenticia mundial, siendo la práctica más común gracias a que proporciona mayor rentabilidad al agricultor (Valle y Velásquez, 2019); sin embargo, ha generado una serie de impactos ambientales negativos de consideración (Gil et al., 2023), viéndose comprometidos los principales componentes ambientales como: el suelo, a partir de su acidificación, incremento de toxicidad, perturbación de sus organismos benéficos y pérdida de su calidad por efecto de dichos fertilizantes (Tomalá, 2023); el agua, debido a infiltraciones de sustancias tóxicas y nutrientes en niveles excesivos característicos de estos fertilizantes que penetran las zonas acuíferas (Vera, 2022); el aire, debido a la volatilización de estos fertilizantes que terminan alterando la calidad atmosférica; así como la salud humana, teniendo en cuenta la afectación a consecuencia del consumo de productos relativamente contaminados por químicos (Juárez et al., 2021). Paralelo a ello, los problemas geopolíticos entre Rusia y Ucrania, así como el Coronavirus han mermado el desarrollo de la economía mundial, surgiendo inestabilidad en el costo de la generación de energía y de los fertilizantes más comerciales (Legua et al., 2023).

Frente a esta problemática, las políticas ambientales y económicas sostenibles vienen aplicándose de manera transversal en la mayoría de países (Mendoza y Subia, 2023), lo que ha permitido una transición hacia el uso de biofertilizantes (Rey, 2020), que son productos naturales obtenidos gracias a la acción microbiana sobre materia orgánica (Cruz et al., 2021). Dentro de ellos, uno de los que posee mayor potencial de aprovechamiento es el biol frutado, el cual es un biofertilizante líquido producido en biodigestores gracias a la fermentación de componentes orgánicos, capaz de aportar alto contenido de fósforo y sodio al suelo logrando acondicionarlo para uso agrícola (Díaz, 2020; Huamani, 2022). No obstante, la hidrólisis de residuos de pescado es otro de los biofertilizantes emergentes con grandes cualidades agrícolas, reconocido por aumentar el valor nutricional y aportar compuestos bio activos a las plantas, así como, favorecer a la actividad antioxidante de una gran variedad de cultivos (Fernandez et al., 2015). Este producto contiene residuos de pescado y melaza que son aprovechados como alimento de microorganismos

activados para favorecer la fermentación de la mezcla (Florez et al., 2020). Por otro lado, la vainita, habichuela, chaucha o frijol, de nombre científico *Phaseolus vulgaris* L., es un cultivo correspondiente al grupo de las leguminosas reconocida por su sencillo manejo agronómico, su capacidad para fijar nitrógeno del aire (al realizar simbiosis con la bacteria *Rhizobium*), su alto contenido nutricional (destacando el aporte de vitaminas C y B6) y el rol de la planta como forraje de excelente calidad (Bonifaz, 2020; Celis, 2022). En cuanto a su clasificación taxonómica, este cultivo es perteneciente al reino "Vegetal", orden "Rosales" y familia "Fabaceae". Si bien es cierto que tiene sus orígenes en países centroamericanos, actualmente se ha extendido hacia Norteamérica y Sudamérica, siendo bastante consumida en el Perú (Toledo, 2003; Verde, 2022), por lo cual, con el fin de lograr generar información de interés científico, es que se propuso evaluar el efecto de biofertilizantes sobre el rendimiento de dos variedades de vainita en la ciudad de Tacna; las cuales se seleccionaron, en el caso de Magnum, debido a que es una variedad muy importante de exportación en el Perú, mientras que, en el caso de Jade, debido a que es una variedad habitualmente consumida por costumbre en el país.

La presente investigación tuvo como objetivo general: Evaluar comparativamente el efecto de biofertilizantes sobre el rendimiento de dos variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en la ciudad de Tacna. Por otro lado, tuvo como objetivos específicos: estimar los parámetros del biol y la composición nutricional de la hidrólisis de residuos de pescado en condiciones de laboratorio e; identificar el efecto de los biofertilizantes y parcelas de tierra sobre el rendimiento de dos variedades de vainita en la ciudad de Tacna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El área empleada para desarrollar la investigación fue el Centro Experimental Agrícola (CEA) III de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, sede Los Pichones Sur, departamento y provincia de Tacna, Perú (específicamente en las coordenadas 17°59'38" Este y 70°14'22" Norte, a una altitud de 550 m s.n.m.). En la Tabla 1 se describe las condiciones meteorológicas bajo las que se realizó la investigación.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas durante los meses de investigación.

Temperatura	Julio 2023	Agosto 2023	Septiembre 2023	Octubre 2023	Noviembre 2023
Temperatura máxima (°C)	19	19.5	20.5	22.2	23.8
Temperatura mínima (°C)	9.1	9.4	10.1	11.4	13.1
Precipitación (mm mes ⁻¹)	6	4	11	1	0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2023).

Metodología

Elaboración del biol frutado

El biol frutado empleado durante la presente investigación fue elaborado y analizado durante un estudio previo denominado "Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la elaboración de biol frutado y su efecto sobre los cultivos de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la ciudad de Tacna – Perú", realizado por Tejada et al. (2023).

Elaboración de la hidrólisis de residuos de pescado

Se inició con la captura de microorganismos eficientes cocinando arroz (*Oryza sativa*) en una olla de metal, en proporción 1:1 con agua, sin emplear aceite, ni sal, ni condimentos. Se dejó enfriar el arroz por 8 h y posteriormente se tapó el recipiente con una tela transparente. A continuación, se enterró el recipiente a 40 cm de profundidad a la sombra de un árbol y se le tapó con hojarasca y tierra. Tras una semana, se retiró el recipiente con la presencia de los microorganismos eficientes.

Para la preparación de la solución madre de hidrólisis de pescado se requirió de 160 kg de vísceras, cabezas, colas y espinas de pescado bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), 20 L de microorganismos activados y 20 kg de melaza. Estos insumos fueron dispuestos en un barril de plástico de 200 L de capacidad, en donde se trituraron y dejaron fermentar por 20 días. Posteriormente, se separó todo el material sólido, rescatando únicamente la solución madre. Finalmente, se hicieron diluciones de la solución madre en porcentaje v/v de 5 L/200 L de agua, empleando esta mezcla en los tratamientos desarrollados durante la investigación.

Con el objeto de conocer la composición nutricional de la hidrólisis de residuos de pescado (aminoácidos,

macronutrientes y micronutrientes), se enviaron muestras para su análisis en el Laboratorio Pacífico Control SAC de la ciudad de Lima, Perú.

Diseño experimental

Asumiendo el cumplimiento de supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad de varianzas, se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizados con ocho tratamientos, los cuales se detallan a continuación:

- T1: testigo de vainita en la variedad Jade.
- T2: 80 L ha⁻¹ de biol frutado en la variedad Jade.
- T3: 80 L ha⁻¹ de hidrólisis de residuos de pescado sobre vainita variedad Magnum.
- T4: 40 L ha⁻¹ de biol frutado + 40 L ha⁻¹ de hidrólisis de residuos de pescado sobre vainita variedad Jade.
- T5: testigo de vainita variedad Magnum.
- T6: 80 L ha⁻¹ de biol frutado sobre vainita variedad Magnum.
- T7: 80 L ha⁻¹ de hidrólisis de residuos de pescado sobre vainita variedad Magnum.
- T8: 40 L ha⁻¹ de biol frutado + 40 L ha⁻¹ de hidrólisis de residuos de pescado sobre vainita variedad Magnum.

Cabe destacar que se emplearon seis bloques (parcelas) en el diseño experimental, dando un total de 48 unidades experimentales. Cada unidad experimental tuvo un área de 15 m² trabajando en un área total de 720 m². En cuanto a la prueba de contraste de rangos múltiples se empleó el estadístico de Duncan. Para el análisis de datos se empleó el paquete estadístico Statgraphics versión XVI.

Experimentación

El biol frutado y la hidrólisis de residuos de pescado se aplicaron cada semana respetando lo indicado en los ocho tratamientos planteados. Para ello se empleó una mochila de fumigación. Se utilizó el método de drench dirigido a la planta y el suelo. Asimismo, el riego fue por goteo con periodos interdiarios de 30 a 40 min.

El rendimiento de los cultivos de vainita fue estimado por primera vez pasados 120 días desde su plantación. Tras ello, las cosechas se realizaron dos veces por semana pesando el fruto obtenido, teniendo en cuenta el respectivo tratamiento y bloque. En la Figura 1 se evidencia una de las parcelas experimentales en las que se desarrolló la investigación.



Figura 1. Parcela experimental de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros del biol y composición nutricional de la hidrólisis de residuos de pescado

La mayoría de estudios relacionados a la elaboración del biol han seguido el patrón convencional, teniendo resultados como los de Medina et al. (2015) quienes tras un proceso de digestión anaerobia a nivel de biodigestor obtuvieron biol que tuvo como materia prima: melaza, consorcio microbiano para generación de ácido láctico y estiércol de oveja. Tras su análisis, obtuvieron un pH de 3.66, una concentración de nitrógeno, fósforo y potasio de 1 876; 203.4 y 9 006

mg L⁻¹, respectivamente. Por otro lado, Guanopatín (2012) obtuvo biol con estiércol de gallina, leguminosas, levadura de pan y melaza, estimando un pH de 6.5, una concentración de nitrógeno, fósforo y potasio de 20 000; 150 y 7 000 mg L⁻¹, respectivamente.

Estos valores difieren ligeramente de los obtenidos por Tejada et al. (2023) en la investigación realizada previamente, lo cual podría atribuirse a la distinta composición del biol, los diversos periodos de fermentación y la climatología del lugar en el que se elaboraron. En la Tabla 2 se puede evidenciar la composición nutricional de la hidrólisis de residuos de pescado.

Tabla 2. Composición nutricional de la hidrólisis de residuos de pescado.

Categoría	Denominación	Unidad	Valor
Aminoácidos	Arginina	%	3.60
	Treonina	%	2.80
	Serina	%	3.50
	Histidina	%	3.40
	Ácido Glutámico	%	<0.01
	Prolina	%	<0.01
	Glicina	%	3.3
	Valina	%	2.70
	Metionina	%	2.40
	Isoleucina	%	2.70
	Leucina	%	3.10
	Tirosina	%	4.50
	Fenilalanina	%	2.90
	Lisina	%	3.30
	Ácido Aspártico	%	4.20
	Triptófano	%	<0.20
	L-glutamina	%	<0.10
	Alanina	%	2.10
Cistina	%	<0.10	
Asparagina	%	<0.10	

Macronutrientes	Nitrógeno	g L ⁻¹	17.36
	Fósforo	g L ⁻¹	5.74
	Potasio	g L ⁻¹	3.88
	Calcio	g L ⁻¹	4.25
	Magnesio	g L ⁻¹	0.62
	Azufre	g L ⁻¹	0.29
Micronutrientes	Cloruros	%	0.29
	Hierro	mg L ⁻¹	-
	Boro	mg L ⁻¹	-
	Cobre	mg L ⁻¹	-
	Manganeso	mg L ⁻¹	-
	Molibdeno	mg L ⁻¹	-
	Zinc	mg L ⁻¹	-
	Materia orgánica	g L ⁻¹	250
	pH		4

Los análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio Pacífico Control SAC de la ciudad de Lima, Perú.

La variedad del contenido de aminoácidos estimado tras los análisis de la hidrólisis de residuos de pescado son contrastados con lo mencionado por Lopera et al. (2018), quien afirma que estos desechos contienen grandes fuentes de proteínas hidrolizadas que incluso terminan dando lugar a péptidos bioactivos. Lamentablemente, el gran potencial que posee este tipo de residuos compuesto principalmente por cabezas, piel, aletas, vísceras, escamas y colas de pescado actualmente no viene siendo explotado al máximo (Martínez et al., 2015). Evaluando lo expuesto por Klompong et al. (2009), los aminoácidos presentes en los hidrolizados de residuos de jurel de rayas amarillas (*Selaroides leptolepis*) como leucina, tirosina, ácido aspártico, fenilalanina, lisina, valina, metionina, glicina e isoleucina estuvieron dispuestos en 8.38; 5.70; 9.55; 2.61; 8.35; 3.61; 2.58; 8.87; 4.14 %, respectivamente, los cuales fueron valores bastante cercanos a los estimados en la presente investigación. Además, en el estudio de You et al. (2011), los aminoácidos presentes en los hidrolizados de residuos de *Misgurnus anguilliacaudatus* como glicina, alanina, valina, metionina, isoleucina, fenilalanina e histidina estuvieron dispuestos en 5.88; 7.01; 3.69; 2.45; 3.88; 4.14; 3.90 %, respectivamente, los cuales fueron valores corroborables por la presente investigación.

En la investigación realizada por Cachay (2022), tras la realización de evaluaciones a nivel fisicoquímico en la hidrólisis de residuos de distintos pescados determinó concentraciones de nitrógeno en 14.952 g L⁻¹; potasio en 5.290 g L⁻¹ y; fósforo en 0.311 g L⁻¹, valores relativamente inferiores a las concentraciones halladas en el presente estudio. Esto se debería a la variación de la composición de residuos de pescado y los tipos de pescado utilizado para la elaboración del biofertilizante, recordando que en la presente investigación se empleó únicamente el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*).

Además, Delgado et al. (2019) elaboraron hidrólisis de residuos de pescado variando las proporciones de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mikyss*) y jurel (*Trachurus murphyi*) con agua y cantidades de levadura, obteniendo concentraciones de nitrógeno que variaron desde 1 400 a 3 400 mg L⁻¹; de potasio que variaron de 155 a 460 mg L⁻¹ y; de fósforo desde 294 a 1 166 mg L⁻¹.

Efecto de los biofertilizantes y las parcelas de tierra sobre el rendimiento de dos variedades de vainita

En la Tabla 3 se puede evidenciar la existencia de diferencias significativas entre el rendimiento total (t ha⁻¹) de las vainitas al emplear los tratamientos mencionados, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza. Por otro lado, se puede advertir la existencia de diferencias significativas entre el rendimiento total (t ha⁻¹) de las vainitas en los distintos bloques o parcelas de tierra empleados para la experimentación, pudiendo afirmar esto con un 99 % de confianza. Cabe resaltar la importancia de poder desarrollar este tipo de experimentos con distintos cultivos y en distintas zonas del país, ya que existen experiencias poco satisfactorias tras la aplicación de hidrólisis de residuos de pescado a ciertos cultivos como el maíz (*Zea mays*) en Lima (Aguirre y Alegre, 2015); pero experiencias exitosas tras su aplicación en otros como el rábano (*Raphanus sativus*) en Arequipa (Delgado et al. 2019). Aunado a ello, en Ucayali se tienen resultados favorables tras la aplicación de biol en el rendimiento de la vainita y rábano, pero no existieron diferencias en el rendimiento del culantro (*Coriandrum sativum*) tras aplicar este biofertilizante (Panduro, 1997). Esto es ratificado por Legua et al. (2023), que alegan que mayores dosis de biol se asocian con el incremento en el rendimiento en peso de los cultivos de vainita, así como la cantidad de vainas al experimentar en Lima (ciudad costera que se encuentra al nivel del mar).

Tabla 3. Análisis de varianza de rendimiento total (t ha⁻¹), variedad Jade y Magnum, Vainita – CEA III “Los pichones” – Tacna 2023.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fe	Sigificancia
Tratamiento	0.2594	7	0.0371	2.36	0.0437
Bloque	0.3677	5	0.0735	4.68	0.0022
Error experimental	0.5496	35	0.0157		
Total	1.1767	47			

C.V.= 37.87 %

En la Tabla 4 se puede evidenciar que el T7 y el T3 compuestos únicamente por hidrólisis de residuos de pescado para las variedades Magnum y Jade, respectivamente, son los que alcanzaron mayor rendimiento promedio. A su vez, se advierte la existencia de diferencias significativas entre los rendimientos promedio de ambas variedades, pudiendo inferir que la variedad Magnum respondió mejor a los tratamientos que la variedad Jade, afirmando esto con un 95 % de confianza. Por otro lado, el rendimiento obtenido tras la aplicación de la hidrólisis de residuos de pescado a la variedad Magnum presentó diferencias significativas respecto al rendimiento estimado tras aplicarse biol frutado a esta misma variedad; situación que no ocurrió al aplicar estos biofertilizantes a la variedad Jade, en la cual, no se encontraron diferencias significativas, pudiendo aseverarlo con un 95 % de confianza.

Tabla 4. Prueba de contraste de rangos múltiples de Duncan para el rendimiento (t ha⁻¹) de los cultivos de vainita en función a los tratamientos estadísticos aplicados.

Tratamientos	Promedio de rendimiento (t ha ⁻¹)	Significación 0.05
T7	0.455	a
T8	0.430	a
T6	0.348	b
T5	0.346	b
T3	0.301	c
T2	0.270	c d
T4	0.265	c d
T1	0.238	c d

Los residuos de pescado son capaces de favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como brindarles las condiciones para combatir patógenos o plagas, en tanto contribuyen con la actividad de microbios en el suelo (Velásquez, 2016). Espinoza (2021) determinó que la variedad Jade tiene rendimientos más bajos que otras variedades de vainita como: Moonstone, Kennedy, Homerum, Lomani cultivar y Silverado, al someter a todos los cultivos a las mismas condiciones de riego, nutrimentos, horas-sol y suelo en la ciudad de Lima.

Por otro lado, la variedad Magnum de la vainita podría tener un gran potencial de aprovechamiento en Tacna, considerando que es capaz de mantener un buen rendimiento biológico y rendimiento de grano a elevadas temperaturas (Iyigün y Kayan, 2019). Cabe destacar que el periodo fenológico de la vainita fue de 60 días en las condiciones de la ciudad de Tacna y que requiere de la disposición permanente de agua de buena calidad para maximizar sus rendimientos teniendo en cuenta que es una planta mesofítica.

CONCLUSIONES

Se estimó que el biol frutado contiene parámetros de pH, conductividad eléctrica, materia orgánica total, carbono orgánico, relación C/N, nitrógeno total, fósforo y potasio ideales para contribuir en el rendimiento de las dos variedades de vainita (Jade y Magnum) estudiadas. Sin embargo, se comprobó que la hidrólisis de residuos de pescado favorece todavía más al rendimiento de este cultivo gracias al aporte de sus aminoácidos, macronutrientes y micronutrientes, envejeciéndose en los rendimientos superiores al resto al aplicar 80 L ha⁻¹ de hidrólisis de pescado a las dos variedades (T7 y T3).

Por otro lado, se evidenció el efecto significativo de los biofertilizantes y parcelas de tierra sobre el rendimiento de las dos variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) en la ciudad de Tacna, estimándose que la variedad Magnum posee un mayor rendimiento que la variedad Jade, al aplicarse el biol frutado, la hidrólisis de residuos de pescado, la combinación de ambas y el riego simple, evidenciándose en las diferencias estadísticamente significativas entre el T5, T6, T7 y T8 (correspondientes a la variedad Magnum) y el T1, T2, T3 y T4 (correspondientes a la variedad Jade).

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, G; Alegre, J. 2015. Uso de fuentes no convencionales de nitrógeno en la fertilización del maíz (*Zea mays L.*), en Cañete (Perú). I: Rendimiento y extracción de N, P y K (en línea). *Ecología Aplicada* 14(2):157-162. Consultado 12 feb. 2023. Disponible en

- http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000200008
- Bonifaz, JJ. 2020. Principales cultivares de judía verde (*Phaseolus vulgaris* L.), que se siembran en el Ecuador (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agropecuario. s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 3 dic. 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8436>
- Cachay, JR. 2022. Optimización de la hidrólisis proteica de residuos de pescado para su utilización como un suplemento nutritivo para *Desmodemus* sp. (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Biólogo. s.l. Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 23 dic. 2023. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5488>
- Celis, JM. 2022. Efecto de inoculantes biológicos en el rendimiento de vainita (*Phaseolus vulgaris*) en condiciones de Colpas Ambo Huánuco (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Consultado 17 dic. 2023. Disponible en <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2819>
- Cruz, E; Cruz, A; Serrato, R; Rubí, M. 2021. Gladiola's response to the application of biofertilizers and organic manure (en línea). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 37:345-355. Consultado 15 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.20937/RICA.53719>
- Delgado, E; Benavente, G; Cáceres, G. 2019. Elaboración de Fertilizante Orgánico a Partir de Vísceras de Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y Jurel (*Trachurus murphyi*), Cuantificación y Evaluación del Efecto de los Nutrientes Minerales (en línea). *Anales Científicos* 80(2):452-461. Consultado 18 jun. 2023. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7522821>
- Díaz, C. 2020. Implementación de un biodigestor para la generación de biogás y biol en Bogotá a partir de heces caninas usando un ecocatalizador como acelerante biológico (en línea). Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental y Sanitario. s.l., Universidad de La Salle. Consultado 14 nov. 2023. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1203
- Espinoza, VJ. 2021. Rendimiento y calidad de siete cultivares de Vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de La Molina (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 30 ene. 2024. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4895>
- Fernandez, J; Strik, BC; Bryla, DR. 2015. Liquid Corn and fish fertilizers are good options for fertigation in blackberry cultivars grown in an organic production System (en línea). *HortScience* 50(2):225-233. Consultado 02 ene. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.2.225>
- Florez, MA; Roldán, DJ; Juscamaita, JG. 2020. Evaluación de fitotoxicidad y caracterización de un fertilizante líquido elaborado mediante fermentación láctica utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) (en línea). *Ecología Aplicada* 19(2):121-131. Consultado 08 mar. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1563>
- Gil, LA; Leiva, FA; Lezama, MK; Barbadales, CB; León, CA. 2023. Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica (en línea). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria* 7(20):336-345. Consultado 08 mar. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- Guanopatin, M. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*) (en línea). Trabajo de Investigación para optar el Título Profesional de Ingeniera Agrónoma. s.l., Universidad Técnica de Ambato. Consultado 11 feb. 2024. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/969>
- Huamani, C. 2022. Reducción de la salinidad en suelos de uso recreativo mediante BIOL casero frutado en el parque No 2 de la Urb. Jardines de Shangrila, Puente Piedra, 2021 (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Ambiental. s.l., Universidad Privada del Norte. Consultado 05 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/32204>
- Iyigün, T; Kayan, N. 2019. Adaptability of some bean genotypes to Eskişehir conditions (en línea). *Akademik Ziraat Dergisi* 8(2):291-300. Consultado 30 ene. 2024. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203298834>
- Juárez, P; Torres, F; Yáñez, RM; Terrazas, MI; Morales, HA. 2021. Preparación de bioles orgánicos (en línea). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 9(2):124-136. Consultado 11 mar. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v9i2.369>
- Klompong, V; Benjakul, S; Yachai, M; Visessanguan, W; Shahidi, F; Hayes, KD. 2009. Amino acid composition and antioxidative peptides from protein hydrolysates of yellow stripe Trevally (*Selaroides leptolepis*) (en línea). *Journal of Food Science* 74(2):C126-133. Consultado 14 feb. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01047.x>
- Legua, JA; Campos, AH; Vélez, DJ; Cruz, DD. 2023. Efectos del biol (efluente industrial modificado) sobre el rendimiento del cultivo vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) (en línea). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria* 7(19):45-57. Consultado 08 mar. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.196>
- Lopera, L; Sepúlveda, C; Vásquez, M; Figueroa, O; Zapata, J. 2018. Byproducts of aquaculture processes: development and prospective uses. *Review Vitae* (en línea). *Vitae* 25(3):128-140. Consultado 08 jun. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v25n3a03>

- Martínez, O; Chamorro, S; Brenes, A. 2015. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review (en línea). Food Research International (Serie Byproducts from agri-food industry: new strategies for their revalorization) 73:204-212. Consultado 14 mar. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.005>
- Medina, A; Lawrence, Q; Juscamaita, J. 2015. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido en biodigestores (en línea). Anales Científicos 76(1):116-124. Consultado 06 abr. 2024. Disponible en <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.772>
- Mendoza, PR; Subia, AC. 2023. La nueva concepción del medioambiente y la naturaleza en el derecho constitucional ecuatoriano de la salud integral (en línea). Revista Reflexiones 102(1). Consultado 06 mar. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.15517/rr.v102i1.46450>
- Panduro, CL. 1997. Efecto de diferentes dosis de biol en el rendimiento de culantro (*Coriandrum sativum*), rabanito (*Raphanus sativus*, Parvus) y vainita (*Vigna unguiculata*) en un ultisol (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Nacional de Ucayali. Consultado 24 dic. 2023. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1665>
- Rey, AN. 2020. Biofertilizantes, una alternativa para el mejoramiento de la calidad de suelos de los Llanos Orientales: el cultivo y promoción del crecimiento del árbol nativo Yopo (*Anadenanthera peregrina*) suplementado con la bacteria biofertilizante *Lysinibacillus sphae* (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad de Los Andes. Consultado 18 de feb. 2023. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/24fd710b-1b60-4563-bbca-0434a95ce883>
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2023. Pronóstico del tiempo para Tacna. s.l., s.e.
- Tejada, JC; Almanza, W; Tirado, LUM; Mamani, J. 2023. Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos para la Elaboración de Biol Frutado y su Efecto sobre los Cultivos de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) var. Óscar Blanco en la Ciudad de Tacna - Perú (en línea). Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación 21(28):133-144. Consultado 12 feb. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.56469/rcti.v21i28.868>
- Toledo, J. 2003. Cultivo de la vainita (en línea). 1o. Lima, Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral. Consultado 17 dic. 2023. Disponible en <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/865>
- Tomalá, FM. 2023. Importancia de la materia orgánica M.O. en plantaciones comerciales de banano en Ecuador (en línea). Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 13 dic. 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14896>
- Valle, HS; Velásquez, ML. 2019. Evaluación de fertilizantes sintéticos y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la Finca El Plantel, 2017-2018 (en línea). Trabajo de Graduación para optar el Grado de Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible. s.l., Universidad Nacional Agraria de Nicaragua. Consultado 13 dic. 2023. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3833/>
- 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 para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 18 dic. 2023. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1962>
- Vera, MM. 2022. Alternativas para la reducción de la contaminación del agua y el aire debido a la agricultura (en línea). Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado 13 dic. 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11299>
- Verde, ER. 2022. Efecto de cinco productos no hormonales en la calidad y rendimiento del cultivo de phaseolus vulgaris l. "vainita" en Huaral (en línea). Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. s.l., Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Consultado 17 dic. 2023. Disponible en <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7047>
- You, L; Zhao, M; Liu, RH; Regenstein, JM. 2011. Antioxidant and antiproliferative activities of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) peptides prepared by papain digestion (en línea). Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(14):7948-7953. Consultado 09 oct. 2023. Disponible en <https://doi.org/10.1021/jf2016368>

Artículo recibido en: 01 de abril del 2024
Aceptado en: 24 de agosto del 2024