

Biofertilizantes en el cultivo de papa bajo invernadero

Evaluation of bioles as biofertilizers in greenhouse potato cultivation

Recibido: mayo 21 de 2025 | Revisado: mayo 30 de 2025 | Aceptado: junio 15 de 2025

GIAN QUISPE GARIBAY¹
BRAULIO LA TORRE MARTÍNEZ¹
ANGELA JUDITH DÍAZ MONTOYA¹

RESUMEN

Los bioles son biofertilizantes líquidos ricos en micronutrientes, fitohormonas y microorganismos benéficos que mejoran el rendimiento de los cultivos, pero se desconoce las condiciones específicas del proceso de fermentación. El objetivo de la investigación fue evaluar bioles elaborados con diferentes insumos en base a una relación C/N (10, 21 y 30), de origen orgánico e inorgánico, con y sin agitación, en términos de su composición nutricional, carga microbiana y efectividad en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Canchan. Se instalaron 12 tratamientos y se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos. En invernadero, los bioles se compararon con fertilización química foliar (20-20-20 NPK) y un control, se midió el peso fresco de follaje y tubérculos, y número de tubérculos. Los resultados indicaron que la composición del biol depende de los insumos usados, y que un pH ácido reduce la presencia de coliformes. Los bioles 6 y 11 obtuvieron el mayor peso fresco de follaje, mientras que los otros tratamientos (bioles 1-5, 7-10, 12 y fertilización química) destacaron en peso fresco y número de tubérculos. Se concluye que algunos bioles pueden igualar o superar el efecto de los fertilizantes químicos, siendo una alternativa viable y sostenible.

Palabras clave: contenido nutricional, coliformes totales, papa

ABSTRACT

Bioles are liquid biofertilizers rich in micronutrients, phytohormones, and beneficial microorganisms that improve crop yield, but the specific conditions of the fermentation process are unknown. The objective of this research was to evaluate bioles produced with different inputs based on a C/N ratio (10, 21, and 30), of organic and inorganic origin, with and without agitation, in terms of their nutritional composition, microbial load, and effectiveness on potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Canchan. Twelve treatments were installed, and physicochemical and microbiological analyses were performed. In a greenhouse, the bioles were compared with foliar chemical fertilization (20-20-20 NPK) and a control; the fresh weight of foliage and tubers, and the number of tubers, were measured. The results indicated that the composition of the bioles depends

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina,
Lima - Perú

Autor de correspondencia:

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-Comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: revistacampus@usmp.pe.

<https://>

on the inputs used, and that an acidic pH reduces the presence of coliforms. Bioles 6 and 11 had the highest fresh foliage weight, while the other treatments (bioles 1–5, 7–10, 12, and chemical fertilization) excelled in fresh weight and number of tubers. It is concluded that some bioles can match or exceed the effect of chemical fertilizers, making them a viable and sustainable alternative.

Keywords: nutritional content, total coliforms, potato

Introducción

El desarrollo de la agricultura convencional como actividad económica ha ocasionado desequilibrios en el sistema suelo-planta, afectando negativamente la calidad del suelo debido a la sobre-extracción de nutrientes y la sobre explotación de su capacidad de regeneración (Peneque & Calaña, 2004). A largo plazo, este tipo de agricultura, no tiene potencial para producir el suficiente alimento demandado por la población, siendo insostenible.

Una alternativa al uso de fertilizantes químicos es la elaboración de abonos orgánicos líquidos, conocidos como bioles (Gibilisco et al., 2020; Amador-Castro et al., 2021; Fernández-Delgado et al., 2022), especialmente, en las poblaciones rurales. Esta práctica se facilita por la disponibilidad de suministro de insumos como el estiércol de animales (Pire-Sierra & Pire-Sierra, 2023; Quiñones et al., 2025) y rastrojo de cosechas (Ambuila-Chamizo et al., 2022), baja inversión económica para la instalación y funcionamiento de sistemas de procesamiento de materias primas (cilindros de polietileno) y la generación de un mínimo impacto ambiental (Casanova & León, 2021).

El uso de bioles se ha extendido ampliamente en la agricultura ecológica

debido a los incrementos observados en la producción de los cultivos; pero aún se desconocen aspectos relacionados a las condiciones específicas en el proceso de fermentación, como la época y tiempo de preparación, el contenido de nutrientes, y los tipos de insumos utilizados.

Los bioles son elaborados a partir del estiércol, melaza, microorganismos y agua para después ser sometidos a un proceso de fermentación antes de aplicarlos vía foliar a los cultivos (Gil et. al. 2023). Al preparar los bioles, se mezclan agua con alguna fuente de nitrógeno como estiércol o leguminosas y una fuente energética como melaza o jugo de caña (Gil et. al. 2023). Dicha mezcla puede ser enriquecida con harinas de rocas molidas y sales minerales (Restrepo, 2002), la adición de alguna fuente de microorganismos como la levadura, leche y suero. Este proceso de fermentación anaeróbica es bien conocido y complejo, se produce en tres etapas: hidrólisis, acetilénica y metanogenica.

El estiércol de los animales es el principal insumo para la elaboración de este tipo de abono por su alto contenido de microorganismos que degradan la materia orgánica; sin embargo, también puede contener bacterias patógenas como *Salmonella sp.*, *Listeria sp.*, *Escherichia coli*, *Helicobacter pilori*, *Mycobacterium sp.*, coliformes fecales y enterobacterias,

que representan un riesgo para la salud de los agricultores y consumidores, si es usado de manera inapropiada. La digestión anaeróbica puede reducir significativamente la presencia de patógenos (Estrada et al., 2004), aunque su efectividad depende de factores como la temperatura, el tiempo de tratamiento, el pH, la concentración de ácidos grasos volátiles, el tipo de biodigestor (Jara-Samaniego et al., 2021), la especie bacteriana y los nutrientes disponibles (Sahlstrom, 2003).

Los bioles actúan en el interior de las plantas fortaleciendo su equilibrio nutricional como mecanismo de defensa, mediante el aporte de los ácidos orgánicos, las fitohormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos entre otras presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas e energéticas, entre las plantas y la vida del suelo (Fuentes, 1989).

Los bioles elaborados tienen sus efectos que pueden ser superiores de 10 a 100 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para aplicaciones foliares y al suelo (Suquilanda, 1996). Además, promueven las diversas funciones fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas, influyendo positivamente en el follaje, la floración, el cuajado de frutos, el enraizamiento y la activación de semillas y partes vegetativas (Rivero, 1999).

Esta investigación tuvo como objetivo en evaluar los diferentes insumos

utilizados en la preparación de los bioles en términos de contenido nutricional, cantidad de coliformes totales y la evaluación biológica del cultivo de papa.

Método

Área de estudio y condiciones experimentales

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), La Molina, Lima, Perú, a una altitud de 280 msnm, ubicada a 12°00' de latitud sur y 77°02' de longitud oeste. El clima de la zona presentó una temperatura media anual de 18.82 °C, humedad relativa de 81.31 % y precipitación anual de 4.6 mm.

Preparación de los bioles

Se elaboraron doce bioles con diferentes relaciones carbono/nitrógeno (C/N) 10, 21 y 30 de origen orgánico e inorgánico, incluyendo con y sin agitación manual.

Los biodigestores utilizados fueron cilindros plásticos de 120 L. La selección de insumos se basó en una revisión de las prácticas más comunes entre agricultores e instituciones.

Para ajustar las relaciones C/N se emplearon diversos ingredientes, tales como estiércol vacuno, ovino y guano de gallina, melaza, leguminosas, leche, levadura, harina de pescado, rumen y sales minerales. La Tabla 1 del estudio describe las composiciones detalladas de cada tratamiento.

Tabla 1

Composición y características de los tratamientos de bioles según tipo de insumo, relación C/N y agitación manual

Ingredientes	Biodigestores (Bioles)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Carbono/nitrógeno	21 org	21 org	21 org	21 ino	21 ino	10 org	10 ino	30 org	30 org	21 org	10 org	30 org
Agua (L)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Estiércol(kg) **	10+5+5	10+2+8	10+0+10	10+5+5	10+5+5	10+5+5	10+5+5	8+12+0	7+13+0	10+0+10	10+5+5	8+12+0
Melaza (kg)		2,5	5	2,5	5	5	5	2,5	2,5	5	5	2,5
Leguminosa (kg)			1			1		1	3	1	1	1
Leche (L)									2			
Ceniza (kg)			1		1	1	1	1	0,5	1	1	1
Levadura (kg)			0,25		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Nitrógeno (kg)				0,04	0,08		0,55					
Harina pescado (kg)						10					10	
Rumen (kg)									3			
Sales minerales (kg)									1			
Agitación										C/A	C/A	C/A

Claves: ino : Inorgánico; org : Orgánico, C/A: con agitación manual.

10+5+5: Estiércol vacuno + estiércol ovino +guano de gallina.

Caracterización fisicoquímica y microbiológica

Los bioles fueron analizados mediante procedimientos fisicoquímicos para determinar el pH, conductividad eléctrica (CE), contenido de macro y

micronutrientes (N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO, S, Cu, Mn, Zn, Fe, B) (Tabla 2) y presencia de coliformes totales. Los análisis se realizaron siguiendo protocolos del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la UNALM.

Tabla 2

Análisis fisicoquímicos de los insumos utilizados para la producción de los bioles

	EV	EO	GG	HP	Alfalfa	Ceniza	Melaza	Leche ^b	Levadura ^c
% Hd	10,90	35,16	8,16	6,00	80,00		3,49	87,20	75,00
pH (1:1)	7,77	8,30	7,48	6,05		9,50	5,45	6,61	6,50
CE (dS/m)	10,03	7,52	12,92	18,01		28,40	2,16	5,76	
M,O (%)	66,63	75,73	71,10	83,16	89,65		84,80		
N (%)	1,92	1,17	2,44	7,98	3,47		0,85	0,51	0,60
P ₂ O ₅ (%)	1,97	3,14	1,92	2,06	0,92	0,77	0,03	0,20	0,60
K ₂ O (%)	2,56	3,17	1,82	1,20	1,08	1,55	3,91	0,22	0,69
CaO (%)	2,72	3,09	4,75	17,17	5,28	3,78	1,00 ^a	0,17	
MgO (%)	0,71	1,14	0,89	0,40	0,68	1,28	5,81 ^a	0,04	
Na (%)	0,49	0,55	0,31	12,10	0,56			0,04	
S (%)	0,30	0,44	0,35	0,64	0,68				
Cu ppm	34,00	86,00	37,50	30,50	15,50			0,11	
Zn ppm	116,00	169,00	177,00	51,00	70,00			3,80	
Fe ppm	2185,00	3600,00	2220,00	5210,00	450,00			1000,00	
Mn ppm	125,00	228,00	415,00	77,00	41,00			0,04	
B ppm	649,00	1441,00	882,00	2255,00	854,00				

Nota: LASPAF, ^aTellez (2004); ^bNutritional value of different fresh milk (2010); ^cHaehn (1991)

Claves: EV:Estiércol de vacuno; EO:Estiercol de ovino; GG:guano de gallina; HP:Harina de pescado.

Evaluación biológica en el cultivo de papa

La efectividad de los bioles se evaluó en condiciones de invernadero utilizando el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan. El sustrato consistió en una mezcla de arena y musgo molido en proporción 2:1 (v/v), con concentraciones totales de 0.60 % de N, 0.25 % de P_2O_5 y 0.19 % de K_2O . El diseño experimental fue completamente al azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

Las aplicaciones se realizaron vía foliar, utilizando una solución al 40 % de biol (40 ml de biol + 60 ml de agua), y en el caso del fertilizante químico, una concentración de 4 g L^{-1} . La dosis aplicada fue de 15 ml por maceta y se realizaron seis aplicaciones semanales con un pulverizador manual.

Análisis estadístico

Las variables biométricas evaluadas incluyeron peso fresco del follaje,

peso fresco de tubérculos y número de tubérculos por planta. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANVA) y prueba de comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, utilizando el software SAS (*Statistical Analysis System*).

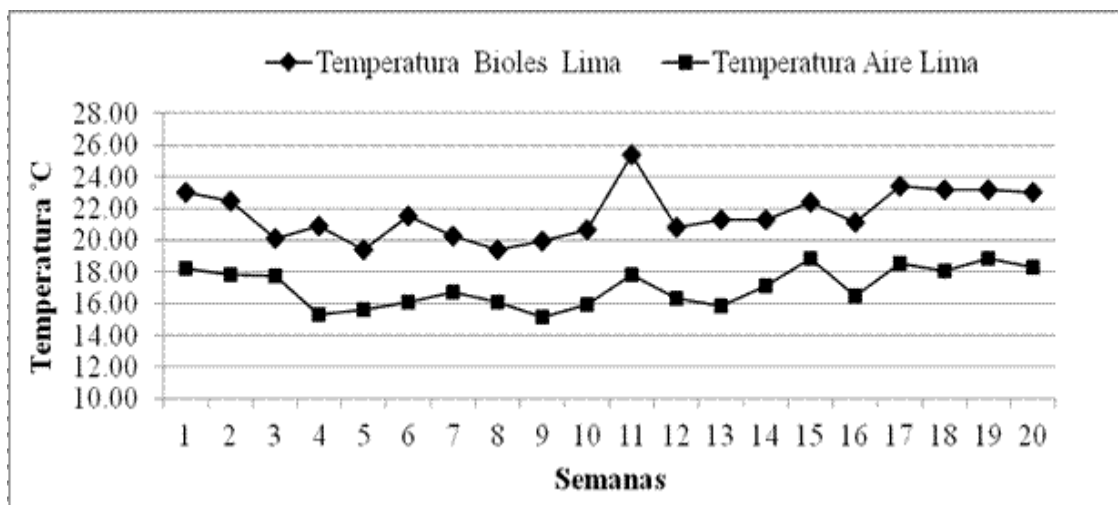
Resultados

Comportamiento térmico durante la fermentación

Durante la fermentación de los bioles, las temperaturas registradas oscilaron entre 20 °C y 25 °C, sin alcanzar el umbral de 70 °C necesario para garantizar la inactivación de microorganismos patógenos, según Alcarraz (1999). Esta variación se debió principalmente a los cambios en la temperatura ambiental, siendo la temperatura del líquido fermentado siempre menor a la del aire, en coincidencia con lo señalado por Maharaj & Elefsiniotis (2001).

Figura 1

Temperaturas registradas durante la fermentación de bioles instalados en el CIP-Lima



Propiedades fisicoquímicas de los bioles

La Tabla 3 presenta los resultados de los análisis fisicoquímicos de los bioles. El pH más alto lo registró el biol 1 (7.04), compuesto solo por estiércol, mientras que los demás bioles fueron ácidos, debido a la incorporación de insumos como leche, melaza, levadura y alfalfa. Este resultado concuerda con lo reportado por Jaulis et al. (2024).

Las mayores conductividades eléctricas (CE) correspondieron a los bioles 6 y 11 (31.95 y 30.35 dS/m), a

causa de la harina de pescado. El biol 7, con urea, alcanzó 19.05 dS/m.

En cuanto a los macronutrientes, los bioles 6, 7 y 11 presentaron las mayores concentraciones de nitrógeno (entre 3578 y 3802 mg/L). Los bioles 8, 9, 10 y 12 registraron los valores más altos de fósforo (entre 1008 y 1226 mg/L), mientras que los bioles 6 y 11 también destacaron en potasio (más de 4400 mg/L). Respecto al calcio, los valores más altos se registraron en bioles de pH ácido, con excepción del biol 1, que presentó la menor concentración (624 mg/L).

Tabla 3
Análisis fisicoquímicos promedio de los bioles preparados del 9 junio al 9 noviembre del 2010

Tipos de bioles	pH 1:1	CE 1:1	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S	Cu	Mn	Zn	Fe	B
ppm													
Biol 1	7.04	15.41	1428	224	2640	624	614	268	1.20	2.10	4.00	11.08	59.67
Biol 2	6.16	16.23	1557	628	2724	1669	1106	412	0.79	3.66	1.29	24.50	93.53
Biol 3	6.00	17.92	2559	1042	3164	2530	735	841	0.50	4.46	1.31	31.56	156.04
Biol 4	6.80	16.36	1624	326	2424	1244	1016	162	0.47	1.97	0.87	12.36	84.90
Biol 5	6.22	17.81	2022	491	2604	1519	899	462	0.65	2.67	1.47	23.17	141.87
Biol 6	6.32	31.95	3802	452	4428	2473	1337	591	0.70	2.39	1.73	102.51	165.58
Biol 7	5.91	19.05	3758	826	2472	1712	728	626	0.51	4.05	1.66	25.69	104.75
Biol 8	5.16	14.24	902	1123	2208	2328	898	536	1.52	5.78	2.85	36.44	96.42
Biol 9	5.02	14.61	1008	1108	1788	2217	876	483	1.74	8.89	3.71	45.20	135.51
Biol 10	5.42	13.65	1490	1052	2196	2394	797	836	0.96	6.90	3.52	57.30	162.40
Biol 11	6.21	30.35	3578	619	3976	2715	1023	636	0.86	3.77	2.06	102.40	160.81
Biol 12	5.18	16.17	885	1226	2496	2189	868	568	1.14	9.05	2.92	54.40	91.47

Nota. LASPAF

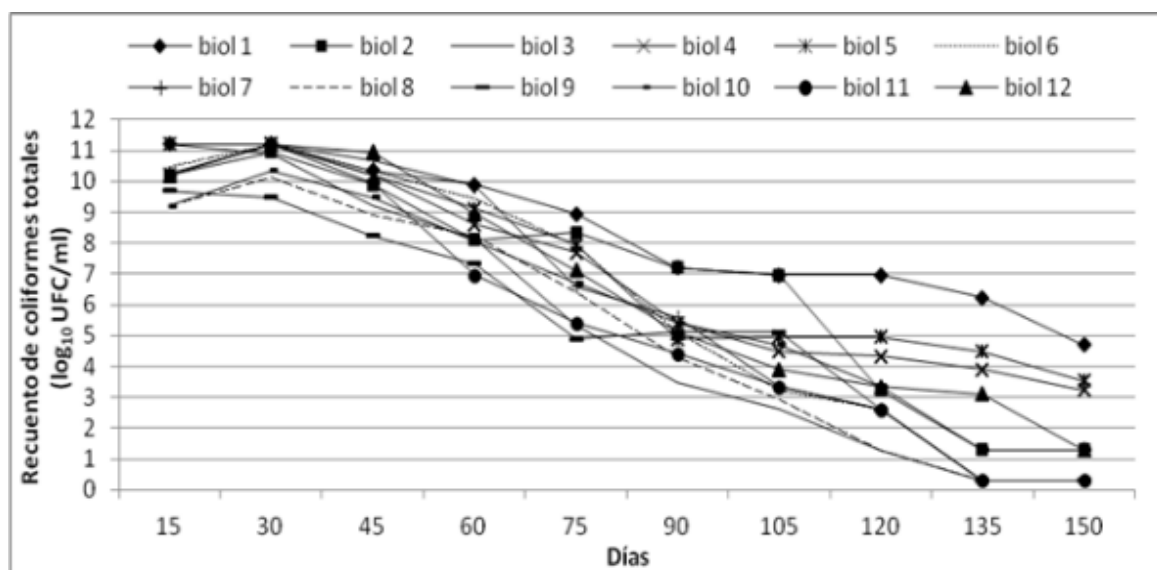
Reducción de coliformes durante la fermentación

La presencia de coliformes totales, observada en la Figura 2, disminuyó progresivamente con el tiempo de fermentación, dependiendo del pH de los bioles. Según la Ley General de Aguas (MINEM, 1969), el biol 3 fue el único que alcanzó niveles permitidos (<5000

NMP/100 ml) a los 90 días. Los bioles 6, 7, 8, 11 y 12 cumplieron con este estándar a los 105 días. El biol 1 superaba aún el límite a los 150 días de fermentación, reflejando el efecto inhibitor de la acidez sobre los coliformes. Chihuan (2022) reporta la cantidad de coliformes totales en los abonos líquidos acelerados fue de < 3 NMP·ml⁻¹

Figura 2

Contenido de coliformes totales (ufc/ml) en los bioles



Efectividad agronómica en el cultivo de papa

La Tabla 4 presenta los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de papa. En peso fresco de follaje, los bioles 6 y 11 fueron estadísticamente superiores (26.55 y 21.59 g/maceta), superando al

tratamiento químico (15.43 g) y al control (14.92 g). Sin embargo, no produjeron buen rendimiento en tubérculos, siendo superados por los bioles 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12 y el fertilizante químico, que obtuvieron valores similares entre sí, pero significativamente mayores que los bioles 6, 11.

Tabla 4

Rendimiento promedio del cultivo de papa cv Canchan a nivel de cobertor de diferentes tipos de bioles

Tratamientos	Peso fresco (g maceta-1)		Número de tubérculos
	Follaje	Tubérculos	
Biol 1	14.41 cde	14.92 a	1.54 ab
Biol 2	18.42 bcde	11.89 abc	1.36 abcd
Biol 3	15.00 cde	13.95 ab	1.49 abc
Biol 4	14.77 cde	13.12 ab	1.69 a
Biol 5	14.35 cde	16.63 a	1.31 abcd
Biol 6	26.55 a	0.00 d	0.00 e
Biol 7	16.77 bcde	17.66 a	1.47 abc
Biol 8	13.28 e	18.17 a	1.40 abc
Biol 9	13.63 de	16.85 a	1.54 ab
Biol 10	19.46 bcd	16.82 a	1.47 abc
Biol 11	21.59 ab	5.31 bcd	1.09 bcde
Biol 12	18.42 bcde	11.96 abc	1.25 abcd
Control	14.92 cde	3.76 cd	0.83 de
Fertilizante	15.43 bcde	13.08 ab	1.40 abc

Nota: Letras iguales entre columnas no son estadísticamente significativas (Waller, $\alpha = 0.05$)

Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la efectividad de los bioles está estrechamente relacionada con la combinación de insumos utilizados, la relación C/N y el manejo del proceso fermentativo. Esta relación se manifiesta en múltiples aspectos: fisicoquímicos, microbiológicos y agronómicos.

Durante la fermentación de los bioles, las temperaturas registradas oscilaron entre 20 °C y 25 °C, sin alcanzar el umbral de 70 °C necesario para garantizar la inactivación de microorganismos patógenos, según Alcarraz (1999). Esta variación se debió principalmente a los cambios en la temperatura ambiental, siendo la temperatura del líquido fermentado siempre menor a la del aire, en coincidencia con lo señalado por Maharaj & Elefsiniotis (2001). Los resultados concuerdan con lo reportado por Jaulis et al. (2024).

La acidez adquirida por la incorporación de insumos como melaza, leche y levadura tuvo un efecto directo sobre la reducción de coliformes. El hecho de que el biol 1, con pH más básico, no haya alcanzado niveles seguros de coliformes incluso después de 150 días, refuerza la hipótesis de que un pH ácido actúa como inhibidor microbiano, resultado que se alinea con los hallazgos de Chihuan (2022).

Desde la perspectiva nutricional, los bioles que incluyeron harina de pescado (bioles 6 y 11) y urea (biol 7) mostraron altas concentraciones de nitrógeno y potasio. Sin embargo, esta riqueza nutricional no se tradujo en un mayor rendimiento de tubérculos, lo que

sugiere que la disponibilidad de nutrientes no es el único factor determinante en la respuesta agronómica. Es probable que otros compuestos bioactivos generados durante la fermentación (fitohormonas, ácidos orgánicos, enzimas) influyan significativamente en el comportamiento del cultivo, como lo plantean Fuentes (1989) y Restrepo (1996).

En cuanto al rendimiento de la papa, los bioles 6 y 11 promovieron un desarrollo vegetativo más vigoroso (peso fresco de follaje), pero fueron ineficientes en la producción de tubérculos. Por el contrario, los bioles 1 al 5, 7 al 10, y 12, así como el fertilizante químico, mostraron un mejor desempeño en la producción de biomasa de cosecha, evidenciando que un equilibrio entre contenido nutricional, acidez y tiempo de fermentación podría ser la clave para lograr un efecto positivo completo sobre el cultivo.

Estos hallazgos confirman que los bioles no deben ser evaluados únicamente por su concentración de macronutrientes, sino por su funcionalidad global, la cual integra propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y su efecto sobre el metabolismo de la planta.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación evidencian que la calidad y efectividad de los bioles están determinadas por la naturaleza de los insumos, la relación C/N y las condiciones del proceso de fermentación. Se comprobó que insumos como la harina de pescado y la urea incrementan significativamente el contenido de nutrientes, especialmente nitrógeno y potasio, aunque este aumento no siempre se traduce en

mayor rendimiento de tubérculos. La acidez, es influenciada por ingredientes como leche, melaza y levadura. La acidez reduce la presencia de coliformes totales, mientras que los pH básicos favorecen su persistencia.

En términos agronómicos, los bioles 6 y 11 promovieron un mayor desarrollo foliar, pero fueron superados en rendimiento por otros tratamientos (bioles 1 al 5 y 7 al 10, 12 y fertilizante químico), que lograron igualar o superar

la productividad del testigo químico. Estos resultados sugieren que la eficacia del biol no depende exclusivamente del contenido nutricional, sino también de compuestos bioactivos generados durante la fermentación. Se concluye que los bioles con formulaciones más simples, pH ácido y adecuada fermentación constituyen una alternativa viable, sostenible y de bajo costo para mejorar el rendimiento agrícola, siendo necesario continuar investigando su composición funcional y su efecto en diversos cultivos.

Referencias

- Alcarráz, M. (1999). Producción rápida de bioabono por digestión anaeróbica. Red de Acción en alternativas en el uso de agroquímicos (RAAA). Lima, Perú. 228pp.
- Amador-Castro, F., García-Cayuela, T., Alper, H., Rodríguez-Martínez, V., & Carrillo-Nieves, D. (2021). Valorization of pelagic sargassum biomass into sustainable applications: Current trends and challenges. *Journal of Environmental Management*, 283, 112013. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112013>
- Ambuila-Chamizo, N.-M., Córdoba-Cerón, E., Montes-Rojas, C., & Anaya-Florez, M. (2022). Efecto del abono a base de hoja de coca en *Pisum sativum* L. en el Cauca, Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 20(1), 124-135. <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v.n.2022>.
- Casanova, D., & León, L. (2021). Evaluation of the physicochemical and biochemical composition of biol enriched with different concentrations of alperujo. *Arnaldoa*, 28(2), 409-416. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.282.28210>
- Chihuan E.B. (2022). *Elaboración y evaluación de un abono líquido procedente de la fermentación láctica de malezas. Tesis de Ingeniería Agronómica. UNALM. Lima-Perú.* <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5328>.
- Estrada, I., A. Aller, F. Aller, X. Gomez, & A. Morán. (2004). The survival of *Echerichia coli*, faecal coliforms and enterobacteriaceae in general soil treated with sludge from wastewater treatment plants. *Bioresource Technology* 93: 191-198
- Fernández-Delgado, M., DelAmo-Mateos, E., Lucas, S., GarcíaCubero,

- T., & Coca, M. (2022). Liquid fertilizer production from organic waste by conventional and microwave-assisted extraction technologies: Techno-economic and environmental assessment. *Science of The Total Environment*, 806(4), 150904. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150904>
- Fuentes. J. (1989). El suelo y los fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa. 279 pp.
- Gibilisco, P., Lancelotti, J., Negrin, V., & Idaszkin, I. (2020). Composting of seaweed waste: Evaluation on the growth of *Sarcocornia perennis*. *Journal of Environmental Management*, 274, 111193
- Gil, L., Leiva, F., Lezama, M., Bardales, C. & León, C. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 7(20), 336-345. Epub 20 de mayo de 2023. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- Haehn, H. (1991). Bioquímica de las fermentaciones. Editorial Aguilar. 653 p.
- Jara-Samaniego, J., Gallegos, J., & Cruz, A. (2021). Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos. *InterSedes*, 22(45), 189-203. <https://dx.doi.org/10.15517/isucr.v22i45.46013>
- Jaulis, J., Juscamaita, J., Martínez, A., Buendía, M., Adama, E., & Fuentes, E. (2024). Accelerated organic liquid fertilizer made from oil palm industry effluents. *Manglar*, 21(2): 253-258.
- Maharaj, I., & Elefsiniotis, P. (2001). The role of HRT and low temperature on the acidphaseanaerobic digestion of municipal and industrial wastewaters. *Bioresource Technology*. 76: 191-197
- MINEM. (Ministerio de Energía y Minas). (1969). Ley General de Aguas - Decreto Ley N° 17752
- Nutritional Value of Different Fresh Milk Types (2010). Australia. (En línea). Disponible en: <http://users.sa.chariot.net.au/~dna/milk-types.htm>.
- Peneque, V., & Calaña. J. (2004). *Abonos orgánicos-conceptos básicos para la evaluación y aplicación. Folleto técnico. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, Cuba. 54 pp.*
- Pire-Sierra, U., & Pire-Sierra, L. (2023). Physicochemical properties of a Bocashi type organic fertilizer prepared from cocoa seed husks (*Treobroma cacao* L.). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería*, 46, e34617.
- Quiñones, R., Carrión-Carrera Gladys, Juscamaita, J. (2025). Elaboration of the bioproduct “ALPA-BIOL” in high Andean conditions. *Ecología Aplicada* 23(2): 165-177. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162024

- 000200165&lng=es. Epub 06-Ene 2025. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v23i2.2220>
- Restrepo, J. (2002). Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores en Centroamérica y Brasil. Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). San José, Costa Rica 189pp.
- Rivero, C. (1999). La materia orgánica del suelo. *Revista Alcance* 57: 74-75.
- Sahlstrom, L. (2003). A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants. *Bioresource Technology* 87, 161-166.
- Suquilanda, M. (1996). Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Fundación para el desarrollo agropecuario. Quito, Ecuador 654pp
- Téllez, D. (2004). Caracterización de las melazas empleadas en el proceso fermentativo de la destilería San destilería San Martín-Industria de licores del Valle. Tesis Ing. Bacteriólogo Universidad del Valle. Colombia. 79 pp.