

Capítulo 8

Elaboración de biofertilizantes líquidos a partir de residuos del sector pesquero como alternativa sustentable para la producción de alimentos

Dr. Jeován Alberto Ávila-Díaz¹

Dr. Marco Arturo Arciniega-Galaviz²

Dr. Pedro Hernández-Sandoval³

Dr. Omar Llanes Cárdenas⁴

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26003863>



¹ Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Sinaloa México

E-mail: jeovan.avila@uadeo.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7692-4547>

² Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Sinaloa México

E-mail: marco.arciniega@uadeo.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8532-7130>

³ Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Los Mochis, Sinaloa México

E-mail: pedro.hernandez@uadeo.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7005-4555>

⁴ Profesor investigador del Instituto Politécnico Nacional IPN, CIIDIR-Sinaloa.

E-mail: ollanesc@ipn.mx

<https://orcid.org/0000-0001-8362-7607>

Introducción

En la agricultura tradicional se hace uso de fertilizantes químicos, los cuales presentan buenos resultados en el desarrollo de las plantas y se obtienen rendimientos significativos. Sin embargo, las problemáticas que se presentan en el entorno donde se aplican son evidentes, destacando la degradación de suelos y la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Galindo et al., 2023). A partir de esta problemática, nace como alternativa el uso de los biofertilizantes, ya que permiten un desarrollo agrícola sustentable y no requieren de mucho costo, ni generan contaminación, conservan las propiedades del suelo y la biodiversidad (Alcalán et al., 2023).

Actualmente, la pesca genera una gran cantidad de residuos, como son cabezas, espinas, vísceras, agallas, músculo, aletas y piel, lo que provoca un problema considerable de contaminación ambiental. Una alternativa viable e importante desde la economía circular es el manejo integral de los residuos de la pesquería para permitir una disminución en la contaminación y un aumento en la economía por su aprovechamiento. Como parte de una alternativa sustentable, se han realizado estudios con los subproductos de la pesca, lanzando resultados favorables, particularmente en la elaboración de fertilizantes orgánicos que estimulan el crecimiento y desarrollo de diversos cultivos (Maquera et al., 2024).

Villanueva et al. (2021) señalan que el gran volumen de residuos generados en la pesca, acuicultura o procesamiento de la industria pesquera, incluyendo grandes mercados o centros de distribución, lo que genera contaminación ambiental. La mala disposición de estos residuos genera focos de infección para la salud humana, contaminación odorífera, contaminación visual, contaminación de agua, suelo y aire, entre muchas otras. En México, se han implementado diversas alternativas para el uso de los subproductos de la pesca, principalmente por el sector alimentario. Los subproductos de la pesca, como lo son vísceras, piel, espinas, aletas,

entre otros, son desvalorados, ya que no se consideran alimento para los seres humanos; sin embargo, pueden ser aprovechados para la elaboración de biofertilizantes mediante diferentes procesos biológicos (Vázquez et al., 2019). Con esto presente, este proyecto tuvo como objetivo evaluar la calidad de los biofertilizantes líquidos elaborados a partir de eviscerados de pescado en el Municipio de Ahome, Sinaloa, como alternativa sustentable para la producción de alimentos.

Antecedentes

Florez (2017) utilizó subproductos de trucha para elaborar biofertilizante, en el cual se evaluaron las características físicas y químicas. Concluyó mediante un estudio de toxicidad en la germinación de semillas de lechuga que, a una concentración de los macronutrientes de 2500 mg/L-1 en el biofertilizante, hay mejor desarrollo y crecimiento de las plántulas.

Su y Arostegui (2020) emplearon un abono orgánico a base de vísceras de pescado en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*). La aplicación del abono elaborado con residuos de pescado presentó mejores resultados en comparación con los fertilizantes químicos. Por otro lado, Salas (2023) elaboró un abono líquido mediante un biodigestor anaeróbico a partir de vísceras de pollo y pescado; utilizó dos tipos de tratamientos, el primero con una relación porcentual de materia orgánica/agua de 50/50 y el segundo de 25/75, con un tiempo de fermentación de 88 días. El mejor tratamiento en relación con la concentración de macronutrientes se presentó en el tratamiento con 75 % de vísceras de pollo y pescado, logrando un biofertilizante líquido que permite suplir las necesidades nutricionales de los cultivos hortícolas.

Metodología

Ubicación del sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó durante los meses de junio a agosto de 2024, en la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO), Unidad

Regional Los Mochis, en las instalaciones del Laboratorio de Operaciones Unitarias. El experimento fue montado al exterior y ubicado en un área delimitada con malla ciclónica. La digestión anaeróbica tuvo una duración de 30 días, a la temperatura ambiente (28-38 °C) (Figura 1).

Figura 1. Diseño experimental utilizado en la digestión anaeróbica de los eviscerados de pescado



Obtención de la materia prima

Para esta investigación se utilizaron los subproductos de pescado (estómago, intestino, hígado, corazón, sangre y gónadas) de importancia comercial para la región norte de Sinaloa. El eviscerado de pescados (Figura 2) se obtuvo de la zona pesquera de Paredones y el colorado en el Municipio de Ahome, Sinaloa. Las vísceras se colocaron dentro de unas bolsas de polipropileno y se llevaron a congelación hasta su procesamiento en el laboratorio.

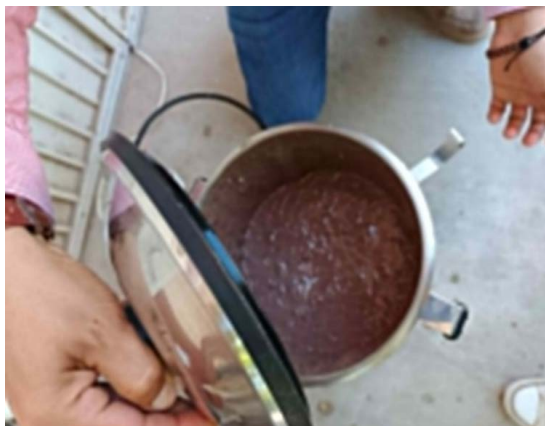
Figura 2. Eviscerado de pescado.



Pretratamiento de la materia prima

El eviscerado de pescado se cercenó y se sometió a un proceso de molienda utilizando una licuadora industrial International LI-5^a (Figura 3). Finalmente, se obtuvo una mezcla que presentó una densidad de 0.98 g/mL-1.

Figura 3. Eviscerado de pescado molido en licuadora industrial.



Diseño experimental

Para la presente investigación se utilizaron cinco tratamientos, con tres repeticiones, con un diseño experimental completamente al azar (Tabla 1). Cada unidad experimental consistió en un recipiente de plástico de 1 L con tapa, al cual se le conectó una manguera de plástico de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y 45 cm de longitud en la parte superior para liberar el gas generado en el proceso de degradación anaeróbica. Para evitar el ingreso de oxígeno a la unidad experimental, la parte final de la manguera se colocó en un recipiente de plástico con tapa con capacidad de 236 mL, el cual contenía agua en el interior. El montaje de las unidades experimentales para cada tratamiento se realizó de la siguiente manera: a cada unidad experimental se le agregó el porcentaje de las vísceras de pescado trituradas, para cada uno de los tratamientos utilizados. La unidad experimental fue llenada al 70 % de su capacidad. Se añadió azúcar convencional a razón de 10 g/L^{-1} del eviscerado procesado. Finalmente, se sellaron herméticamente los biodigestores para evitar la entrada de oxígeno y que el proceso de descomposición se mantuviera en condiciones anaeróbicas.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en la elaboración de biofertilizantes con eviscerado de pescado mediante digestión anaeróbica.

Tratamiento	Eviscerado de pescado	Agua
T1	25 %	75 %
T2	33 %	67 %
T3	50 %	50 %
T4	66 %	34 %
T5	75 %	25 %

Análisis del biofertilizante

Después del proceso de digestión anaeróbica, el producto generado en cada uno de los tratamientos se sometió a un proceso de filtración simple con un trozo de tela y se colocó en botellas de plástico de 1 L. Una vez

embotellados todos los tratamientos, se les realizaron diferentes pruebas: pH y macronutrientes (N, P y K), para caracterizarlos y determinar si existe un tratamiento que proporcione las concentraciones necesarias de macronutrientes para ser utilizado en el cultivo de hortalizas.

Determinación de N, P y K en los biofertilizantes

Para analizar los nutrimentos, fue necesario hacer una digestión química. Para esto se tomaron 0.5 mL de muestra de cada uno de los tratamientos utilizados y se colocaron en un matraz aforado de 100 mL. Después, se les adicionaron 4 mL de ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente, se pasaron a un horno a 75 °C durante 10 min. Una vez transcurrido el tiempo, se colocaron sobre un termoagitador de la marca Arsa durante 5 min. A cada matraz se le colocó un anillo de peso y un tubo de refrigeración, al cual se le agregó 5 mL de peróxido de hidrógeno al 30 %, dejándolo reaccionar sobre la muestra por 5 min y se dejó enfriar (Figura 4).

Figura 4. Proceso de digestión química de las muestras.



Análisis de nitrógeno en los biofertilizantes

Para analizar el nitrógeno, se aforaron todos los matraces con agua destilada. De cada uno se tomaron 0.5 mL de la solución y se pasaron a una probeta de 25 mL, a la cual se le agregó alcohol polivinílico hasta completar los 25 mL y se añadió 1 mL de reactivo Nessler. Se agitó durante 1 min y el contenido en el matraz se colocó en una celda para medir su concentración a 507 nm en un espectrofotómetro UV-Visible modelo DR/2010 de Hach.

Análisis de fósforo en los biofertilizantes

Se procedió a medir el fósforo tomando de cada matraz 0.5 mL de la solución contenida en los matraces ya aforados y se pasaron a una probeta de 25 mL y se le adicionó agua destilada hasta completar los 25 mL. Después, se le agregó 0.1 g de ácido ascórbico y 1 mL de la solución de molibdato de amonio, se agitó durante 30 s y se dejó reposar por 10 min, para pasarlos a una celda y así realizar su lectura a 490 nm en un espectrofotómetro UV-Visible modelo DR/2010 de Hach.

Análisis de potasio en los biofertilizantes

Se tomaron 0.5 mL de la solución contenida en los matraces ya aforados, pasándolos a una probeta, y se les agregó agua destilada hasta completar 22 mL; después se les adicionó 1 mL de formaldehído y 2 mL de EDTA alcalino, y se dejó reposar por tres minutos. Al pasar el tiempo, se le agregó una almohadilla de tetrafenil borato de sodio, se mezcló por un minuto y se dejó reposar tres minutos hasta tomar un color amarillo turbio. Finalmente, el contenido de la probeta se coloca sobre una celda para ser analizado a 890 nm en un espectrofotómetro UV-Visible modelo DR/2010 de Hach..

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el paquete SAS OnDemand for Academics, mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía bajo un diseño

completamente al azar. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), se realizó la prueba de Tukey para comparación de medias. Además, se efectuó un análisis de regresión lineal para evaluar la relación entre la concentración de vísceras de pescado y el contenido de N, P y K.

Resultados y discusión

La fermentación anaeróbica es un proceso natural que ocurre en la naturaleza y es parte del ciclo biológico (Chipana, 2023). Una de las formas de aprovechar los residuos orgánicos de la industria pesquera es a partir de la fermentación anaeróbica, que permite transformar los residuos de eviscerados de pescado en biofertilizantes líquidos con importantes concentraciones de macronutrientes.

Proceso de digestión anaeróbica de los subproductos de pescado

Los resultados de potencial de hidrógeno en los fertilizantes líquidos obtenidos se mantuvieron entre los tratamientos en el rango de la neutralidad, como se muestra en la Tabla 2. El valor de pH en los tratamientos osciló entre 6.94 y 7.51, clasificados según Ramírez et al. (2023) como “ligeramente ácido” y “ligeramente alcalino”. Criollo et al. (2011) señalan que cuando el pH permanece cercano a 7.0, la fermentación tiende a estabilizar la solubilidad de los elementos nutricionales de la planta, permitiendo una mejor disponibilidad de los nutrimentos. Se observa que el pH se incrementa a medida que se aumentó el porcentaje de eviscerado de pescado en los tratamientos utilizados. Estos biofertilizantes pudieran ser empleados como un abono orgánico que favorece el desarrollo de diversos cultivos en este rango de potencial de hidrógeno, como es el caso de las hortalizas. En el caso de que este parámetro estuviera muy por debajo o por arriba de los valores encontrados, provocaría la percolación de ciertos nutrimentos en el suelo y con ello una deficiencia en el desarrollo de las plantas.

Tabla 2. pH en los distintos tratamientos después de 30 días de fermentación anaerobia.

Tratamiento	pH
T1	6.94 ± 0.31*
T2	7 ± 0.22
T3	7.10 ± 0.27
T4	7.21 ± 0.36
T5	7.51 ± 0.04

* Media ± Error estándar de la media. Los tratamientos fueron: T1) 25% eviscerado de pescado + 75% agua; T2) 33% eviscerado de pescado + 67% agua; T3) 50% eviscerado de pescado + 50% agua; T4) 66% eviscerado de pescado + 34% agua; T5) 75% eviscerado de pescado + 25% agua.

Nitrógeno total

En el caso de nitrógeno total, los resultados se encontraron en un rango de 0,44 y 0,91 % (Tabla 3); se evidencia un incremento relacionado con el porcentaje de eviscerado utilizado para la elaboración de biofertilizante. La tendencia fue creciente, lo que coincide con lo reportado por Chávez (2010), al caracterizar biofertilizantes artesanales en sus diferentes estudios. Se observa que la concentración varió entre las diferentes concentraciones porcentuales de eviscerado de pescado utilizadas; en el caso del nitrógeno, fluctuó entre los 4030 y 9145 mg/L⁻¹. Las concentraciones porcentuales de nitrógeno (0,44-0,91 %) en todos los tratamientos estuvieron por debajo de las reportadas por Peña (2008), Aranganasthan y Rejasree (2016), pero por encima de las reportadas por Delgado et al. (2018), que obtuvo concentraciones porcentuales máximas de nitrógeno de 0,32 % en la fermentación de eviscerados de trucha y jurel al 75 %. Hwang et al. (2015) mencionan que los fertilizantes líquidos comerciales presentan concentraciones de nitrógeno con valores que oscilan entre los 1000 y 2000 mg/L⁻¹. Tomando en consideración lo anterior, las concentraciones de nitrógeno encontradas en todos los tratamientos cumplen con niveles aceptables para ser utilizados para el aporte de nitrógeno en diversos cultivos hortícolas.

Tabla 3. Concentración y porcentaje de nitrógeno (N) en los biofertilizantes elaborados con vísceras de pescado.

Tratamiento	Resultados N (mg·L ⁻¹)	N (%)
T1	4423.08	0.44 ± 0.04*
T2	5351.98	0.54 ± 0.02
T3	6154.25	0.62 ± 0.04
T4	8147.71	0.81 ± 0.03
T5	9145.10	0.91 ± 0.00

* Media ± Error estándar de la media. Los tratamientos fueron: T1) 25% eviscerado de pescado + 75% agua; T2) 33% eviscerado de pescado + 67% agua; T3) 50% eviscerado de pescado + 50% agua; T4) 66% eviscerado de pescado + 34% agua; T5) 75% eviscerado de pescado + 25% agua.

Fósforo total

El fósforo total se encontró en el rango de 0,33 a 0,48 % mg (Tabla 4). La tendencia fue en aumento, lo que coincide con Suárez (2009), donde menciona que este comportamiento es causa principalmente de la actividad microbiológica que acelera su disponibilidad. En este sentido, Ito (2006) menciona que el porcentaje de eviscerado utilizado está directamente relacionado con el contenido de fósforo presente en el biofertilizante. Las concentraciones de fósforo fluctuaron entre 3042 y 4843 mg/L⁻¹ en los tratamientos utilizados. Estos valores están por encima de los reportados por Peña (2008), Aranganasthan y Rejasree (2016) y Delgado et al. (2018). Las concentraciones porcentuales (0,30-0,48 %) de fósforo encontradas en todos los tratamientos cumplen con niveles aceptables para ser utilizados en diversos cultivos hortícolas, ya que, de acuerdo con Hwang et al. (2015), los fertilizantes líquidos comerciales presentan concentraciones de fósforo con valores que oscilan entre los 1000 y 2000 mg/L⁻¹.

Tabla 4. Concentración y porcentaje de Fósforo (P) en los biofertilizantes elaborados con vísceras de pescado.

Tratamiento	Resultados P (mg/L)	P (%)
T1	3042.31	$0.30 \pm 0.02^*$
T2	3272.49	0.33 ± 0.04
T3	3552.94	0.36 ± 0.00
T4	3941.83	0.39 ± 0.05
T5	4834.64	0.48 ± 0.02

* Media $\pm$ Error estándar de la media. Los tratamientos fueron: T1) 25% eviscerado de pescado + 75% agua; T2) 33% eviscerado de pescado + 67% agua; T3) 50% eviscerado de pescado + 50% agua; T4) 66% eviscerado de pescado + 34% agua; T5) 75% eviscerado de pescado + 25% agua.

Potasio total

El potasio total se encontró en el rango de 0,56 a 1,49 %. La tendencia fue en aumento, lo que coincide con Zagoya et al. (2015). Las concentraciones de potasio fluctuaron entre 5600 y 14990 mg/L⁻¹ en los tratamientos utilizados (Tabla 5). Estos valores están muy por encima de los reportados por Peña (2008), Aranganasthan y Rejasree (2016) y Delgado et al. (2018). Las concentraciones de potasio encontradas en todos los tratamientos superan los 2000 mg/L, cumpliendo con los niveles aceptables en productos comerciales que son utilizados en el desarrollo de plantas de cultivos hortícolas (Hwang et al., 2015). Los valores presentes en la Tabla 5 indican que existe una relación directa entre el contenido de eviscerados de pescado utilizado y el contenido de potasio presente en los biofertilizantes.

Tabla 5. Concentración y porcentaje de Potasio (K) en los biofertilizantes elaborados con vísceras de pescado.

Tratamiento	Resultados K (mg·L ⁻¹)	K (%)
T1	5600.03	0.56*
T2	7942.31	0.79
T3	8715.69	0.87
T4	11313.73	1.13
T5	14990.20	1.49

* Media. Los tratamientos fueron: T1) 25% eviscerado de pescado + 75% agua; T2) 33% eviscerado de pescado + 67% agua; T3) 50% eviscerado de pescado + 50% agua; T4) 66% eviscerado de pescado + 34% agua; T5) 75% eviscerado de pescado + 25% agua.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos para nitrógeno ($p < 0.001$), fósforo ($p < 0.01$) y potasio ($p < 0.05$). La prueba de Tukey indicó que el tratamiento con mayor concentración presentó valores superiores respecto a los tratamientos de menor concentración. El análisis de regresión lineal evidenció una relación positiva significativa entre la concentración de vísceras de pescado y el contenido nutrimental, destacando el nitrógeno con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0.97$.

Conclusión

Se pudo elaborar un biofertilizante líquido de eviscerados de pescado extraído de la zona costera del municipio de Ahome, Sinaloa, utilizando un proceso de degradación anaeróbica. El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio supera la concentración presente en los productos comerciales de 2000 mg/L⁻¹, cumpliendo con los niveles requeridos de macronutrientes que requieren diversos cultivos hortícolas; por lo tanto, pueden ser utilizados como una alternativa sustentable en la producción de alimentos.

El tratamiento con mayor porcentaje de eviscerado de pescado al 75 % fue el que presentó las mayores concentraciones de nutrientes de nitrógeno (9145 mg/L⁻¹), fósforo (4834 mg/L⁻¹) y potasio (14990 mg/L⁻¹). Esto nos indica que, a mayor cantidad de subproductos de pescado en el proceso de degradación, mayor será la disponibilidad de nutrientes en el biofertilizante.

Los eviscerados de pescado son un desecho de la actividad pesquera en el municipio de Ahome, Sinaloa, que pueden ser utilizados como materia prima en la fermentación anaeróbica para generación de biofertilizantes líquidos, evitando de esta manera la contaminación ambiental. Así mismo, son una alternativa viable en el sector agrícola para sustituir los fertilizantes químicos que degradan los suelos y el entorno natural. La producción de biofertilizantes a base de eviscerados de pescado permite generar una alternativa económica adicional en los campos pesqueros, ya que los costos de los residuos son bajos y la inversión en los equipos de fermentación es económica.

Bibliografía

- Alcalán-López, L. Á., Lastiri-Hernández, M. A., y Álvarez-Bernal, D. (2023). Efecto de biofertilizantes líquidos, obtenidos a partir de halófitas, en la germinación y emergencia de cuatro especies de hortalizas (*Daucus carota* L., *Lactuca sativa* L., *Raphanus sativus* L. y *Cucumis sativus* L.). *Biotecnia*, 25(3), 197-207. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i3.2127>
- Aranganathan, L., y Rajasree S.R., R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 27(1), 93–103. <https://doi.org/10.1108/meq-05-2015-0074>
- Chávez-Díaz, Ismael Fernando, Zelaya Molina, Lily X., Cruz Cárdenas, Carlos Iván, Rojas Anaya, Edith, Ruíz Ramírez, Santiago, y Santos Villalobos, Sergio de los. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1423-1436. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2492>
- Chipana Mendoza, Gladys Jaqueline. (2023). 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). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 14-22. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2023.459>.
- Criollo, Hernando, Lagos, Tulio, Piarpuezan, Edwin, y Pérez, Ruth. (2011). The effect of three liquid bio-fertilizers in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Agronomía Colombiana*, 29(3), 415-421. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652011000300010&lng=en.
- Delgado Tamayo, E. J., Benavente Velásquez, G. E., y Cáceres Abarca, G. V. (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..*Anales Científicos* 80 (2):452-461.<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1471>.

- Florez, M. (2017), “Elaboración de biofertilizante líquido utilizando sub-productos del procesamiento de trucha (*Oncorhynchus mykiss*)”, [Tesis para Optar el Título de ingeniero pesquero, Universidad Nacional Agraria la Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3271/florez_jalixto-marco-antonio.pdf?sequence=1
- Galindo Martorell, P., Landeros Jaime, F., Esquivel Naranjo, E. U., y Cervantes Chávez, J. (2023). Biofertilizantes: el futuro limpio y sustentable para potenciar el desarrollo de la agricultura. *Frontera Biotecnológica*, 24-29. <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol25/pdf/vol-25-4.pdf>
- Grageda-Cabrera, Oscar Arath, Díaz-Franco, Arturo, Peña-Cabriales, Juan José, y Vera-Núñez, José Antonio. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1261-1274. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artextypid=S2007-09342012000600015ylng=esytlng=es.
- Hwang, I. H., Aoyama, H., Abe, N., Matsuo, T., y Matsuto, T. (2015). Subcritical hydrothermal treatment for the recovery of liquid fertilizer from scallop entrails. *Environmental Technology*, 36(1), 11–18. <https://doi.org/10.1080/09593330.2014.934741>
- Jiménez, J. 2012. Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño. Tesis de grado. Tulcán, Ecuador. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. 130. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/8156bf0a-7c3a-4bc8-ae8a-d00a29a575ff>
- Maquera Pilco, A. V., Florez Encinas, H. del C., Guillermo Jacobo, N. M., Apaza Flores, F. J. ., y Manchaco Cerron, Y. S.. (2024). Efecto de un biofertilizante a partir de residuos de pescado para el mejoramiento del suelo de la Yarada-Los Palos. *Sciencevolution*, 4(12), 9–20. <https://doi.org/10.61325/ser.v4i12.114>
- Peña, N. 2008. Utilización de residuos de pota (*Dosidicus gigas*), para la obtención de un fertilizante orgánico líquido. Tesis Ing. Pesquero. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 108.
- Ramírez, Luis Arturo Gil, Cabrera, Frans Allinson Leiva, Escobedo, Martha Karina Lezama, Vásquez, Cecilia Betzabet Bardales, y To-

- rres, Carlos Alberto León. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 7(20), 336-345. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>.
- Suárez S, D. M. 2009. Caracterización de un compuesto orgánico producido en forma artesanal por pequeños agricultores en el departamento del Magdalena. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://bfrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/cda5c849-59ba-4c1b-bce2-c0dbb8fc5f4e/content>
- Salas Rojas, L. V. (2023). Elaboración de abono liquido (biol) mediante biodigestor a partir de vísceras de pollo y pescado de la zona metropolitana de Huánuco, Huánuco. [http://distancia.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4484/Salas %20Rojas %2C %20Lhynn %20 Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://distancia.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4484/Salas%20Rojas%20C%20Lhynn%20Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Su, N., Arostegui, N. (2020). Comparación de eficiencia de bioabono Bocashi (elaborado de restos de pescado y suelo) y fertilizante químico en el desarrollo de *Allium cepa* [Trabajo de investigación, Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3241>
- Vázquez, J. A., Fernández-Compás, A., Blanco, M., Rodríguez-Amado, I., Moreno, H., Borderías, J., y Pérez-Martín, R. I. (2019). Development of bioprocesses for the integral valorization of fish discards. *Biochemical Engineering Journal*, 144, 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.02.004>
- Villanueva-Fortanelli, J. de Jesús, y Nava-Tablada, Martha Elena. (2021). Contexto socioeconómico y problemática ambiental de la pesca en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, desde la perspectiva de los pobladores. *Revista de El Colegio de San Luis*, 11(22). <https://doi.org/10.21696/rcsl102120201179>.
- Zagoya Martínez, J., Ocampo Mendoza, J., Ocampo Fletes, I., Macías López, A., y De La Rosa Peñaloza, P. (2015). Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente. *Biotecnia*, 17(1), 14-19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971115003>

*Retos y Perspectivas del Desarrollo Sostenible: Una Visión desde la Organización,
el Turismo y el Medio Ambiente.*

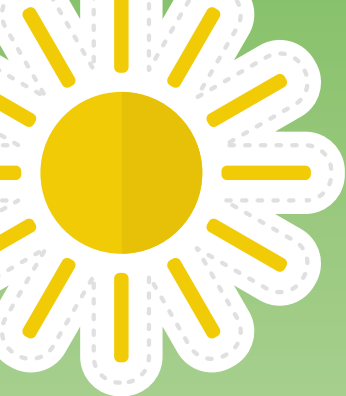
*Se terminó de editar en junio de 2026
en los talleres de Astra Ediciones*

*Av. Acueducto No. 829
Colonia Santa Margarita, C. P. 45140
Zapopan, Jalisco, México.*

33 38 34 82 36

E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx

www.astraeditorialshop.com



Esta obra surge como una respuesta académica y crítica ante la complejidad de este paradigma.

El libro es una invitación al diálogo y a la acción desde nuestra propia identidad. Los autores nos proponen una visión que trasciende la supervivencia, aspirando a un desarrollo que sea, en toda la extensión de la palabra, justo para la sociedad, rentable para las organizaciones y profundamente respetuoso con el hogar común que es nuestra América Latina.

ISBN: 979-13-88349-23-2



9 791388 349232



Consulta y descarga

