

Los microorganismos y sus beneficios

Introducción

El mundo microbiano es un Universo formado por seres invisibles al ojo humano y por tanto es desconocido e ignorado por muchísimas personas, por lo que tienen la creencia de que los microorganismos son perjudiciales, pues no saben que la mayoría tienen una gran utilidad en diversos ámbitos y que realizan un sinnúmero de actividades de un enorme beneficio para el Planeta y como consecuencia, para los demás seres vivos. Si bien es cierto que hay algunos que afectan directamente a la salud, a los cultivos o plantas ornamentales, y que pueden hasta ocasionar la muerte, la gran mayoría no son perjudiciales. Este artículo está encaminado a proporcionar alguna información acerca de los beneficios otorgados por estos seres invisibles y maravillosos en diversas áreas y actividades económicas de importancia, que tienen un impacto positivo en el ser humano, así como en su calidad de vida.

Desarrollo

En la industria alimentaria.

Los recientes descubrimientos relacionados con la fisiología e ingeniería genética microbiana han permitido la manipulación del ADN, permitiendo modificarlos para su uso industrial en las áreas de alimentos, farmacéutica y química. Las aplicaciones de la ingeniería genética, han generado la posibilidad de transformar a los microorganismos para ser utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales que incluyen las áreas, farmacéutica, alimentaria y de contaminantes químicos (Ostos et al. 2019). Una de las aplicaciones en la industria de alimentos es para promover una mejora eficaz en la producción de bebidas y alimentos (Ayala, 2023). Por ejemplo, las levaduras han sido modificadas para aumentar el rendimiento de las fermentaciones, mejorar las propiedades organolépticas del pan y del vino y, además, entre otras aplicaciones, sirven como fuente de proteínas. Por otro lado, también se utilizan preparados enzimáticos de origen microbiano, para el procesamiento de diversos alimentos y aditivos para los mismos (Ostos et al., 2019; Ayala, 2023).

Es de interés mencionar a aquellos relacionados con el mejoramiento de la salud humana, como son los denominados alimentos funcionales, productos que contienen un valor nutricional y aportan ciertos beneficios que ayudan a mejorar o conservar

Lorenza Esther
Martínez Escudero,
Rosa María Yáñez
Muñoz y Elizabeth
Villalobos Pérez

Recibido:
30 de septiembre de
2024

Aceptado:
11 de octubre de
2024

la salud humana. Dentro de estos productos se encuentran los probióticos los cuales constan de microorganismos vivos como bacterias y levaduras, cuya acción es la competencia con patógenos intestinales, mejorar la fusión de la barrera intestinal, metabolización de sustancias tóxicas, beneficios inmunológicos, entre otros (Guarner et al., 2023; Larrea et al., 2023). Otros microorganismos que se están estudiando ampliamente con la finalidad de, incrementar el nivel nutricional de las dietas humanas y animales, son las microalgas debido a que producen una amplia gama de metabolitos secundarios, y antioxidantes entre otros compuestos importantes, inclusive tienen un gran potencial como agentes anticancerígenos y antimicrobianos (Sathasivam et al., 2019; Ferreira y Ariseto 2022; Reza-Solís et al., 2023).

Existe un grupo de bacterias conocidas como bacterias ácido lácticas (BAL) denominadas así porque producen ácido láctico como producto de fermentación, y son ampliamente utilizadas debido a que producen una serie de metabolitos secundarios los cuales son utilizados en diferentes áreas del ámbito alimenticio, además, tienen la capacidad de preservar alimentos inhibiendo organismos patógenos, y proporcionan textura, sabor, aroma y valor nutricional a los alimentos fermentados (Parra, 2010).

En la agroindustria.

Agentes de biocontrol.- Hoy en día la agricultura enfrenta el reto de producir alimentos y otros productos para satisfacer las demandas de la creciente población, lográndolo a base de sistemas intensivos cuya finalidad es incrementar el rendimiento y utilizando agroquímicos de manera excesiva y ocasionando un perjuicio a gran escala al medio ambiente. Estas malas prácticas agrícolas han ocasionado que un tercio de la superficie terrestre se encuentre degradada (FAO, 2019). Por lo que se han desarrollado tecnologías enfocadas a disminuir el impacto ambiental que ocasiona la agricultura, y dentro de estas tecnologías se encuentra el uso de diversos microorganismos, unos para ayudar o promover el crecimiento vegetal, cuya acción es incrementar el rendimiento y la calidad del cultivo sin consecuencias ambientales negativas, y otros para aprovechar su actividad plaguicida, conocidos como agentes de biocontrol, que protegen a las plantas de enfermedades o plagas, y con los cuales se están desarrollando productos eficientes, sin los efectos secundarios que producen los químicos, como la resistencia en otros microorganismos o plagas, no tienen residualidad ni efectos nocivos sobre otros organismos (Ostos et al., 2019;

Martínez, 2022).

Biofertilizantes.- En el sector agrícola se ha ido incrementado el uso de biofertilizantes como alternativa al uso de fertilizantes químicos, pues, como ya se mencionó, los sistemas agrícolas hacen uso indiscriminado de estos productos para mantener la productividad y la calidad de los cultivos con las ya conocidas consecuencias. Como alternativa se desarrollan preparados con diversos microorganismos benéficos para su aplicación a los cultivos, éstos son conocidos como biofertilizantes. Los microorganismos contenidos en estos preparados son bacterias y hongos, que contribuyen a mejorar la calidad del suelo, aumentan la velocidad de germinación de la semilla y promueven el desarrollo general de las plantas (Morocho y Leiva, 2019; Rosabal et al., 2021).

En el suelo

El suelo es recurso natural no renovable, un espacio rico en biodiversidad de microorganismos, es un complejo ecosistema en donde la diversidad microbiana interactúa con la materia orgánica y la inorgánica mediante diversas reacciones físico-químicas, manteniendo el equilibrio ecológico. Su calidad puede ser definida por su capacidad para mantener la viabilidad y productividad de la flora y fauna que en él habitan, por lo tanto, la calidad se encuentra relacionada con la actividad microbiana, sus interacciones y sus procesos, por lo que el número de microorganismos que se encuentran en un suelo son indicadores de su fertilidad (Pedraza et al., 2010). Los microorganismos tienen diversas actividades en el suelo como son: la solubilización, movimiento y reciclaje de nutrientes, descontaminación de suelos, secuestro de carbono, retención de agua, descomposición de materia orgánica, modificación de la estructura del suelo, solubilización de los minerales y con esto las plantas logran una mejor absorción de nutrientes y se mejora la fertilidad del suelo, por otro lado, también dan protección a las plantas al mantener una asociación simbiótica con ellas, de lo cual se hablará más adelante. (Vogel et al., 2019; Rosabal et al., 2021; Ramírez et al. 2022). El contenido de materia orgánica en el suelo determina su capacidad productiva, pues es la fuente de elementos nutritivos de las plantas, y un manejo agrícola inadecuado del suelo, como es el uso intensivo de agroquímicos, o alterar su estructura modificando los agregados del suelo, va a impactar en la diversidad bacteriana, ya que, a mayor tamaño de agregados, se encuentra una mayor diversidad (Frasier et al. 2024)

Contra las plagas y enfermedades.

Los productores se enfrentan a una gran dificultad cuando sus cultivos presentan problemas fitosanitarios ocasionados por artrópodos (plagas) o microorganismos (enfermedades), quienes pueden afectar diferentes partes de la planta o a la planta completa, con las consecuentes pérdidas económicas debidas ya sea a la disminución de la calidad o a la pérdida de la cosecha parcial o total. Por lo cual se hace necesaria la aplicación de agroquímicos para controlar las plagas o enfermedades ocasionando por un lado contaminación ambiental y por otro lado la resistencia de los organismos que se intentaba controlar o eliminar. Como alternativa surgen los microorganismos como enemigos naturales, con capacidad de controlar tanto insecto, arácnidos, miriápodos, crustáceos, como a microorganismos patógenos. Existe una amplia gama de bacterias y hongos principalmente, aunque también existen virus que ayudan al control o eliminación de plagas y enfermedades. (Hernández et al., 2021; Martínez y Soto, 2023). Estos organismos se conocen como biocontroladores y sus mecanismos para efectuar su acción pueden ser por antibiosis, produciendo sustancias que controlan el desarrollo de microorganismos; competencia con los patógenos por espacio y materia orgánica; la inducción de resistencia por la planta o micoparasitismo (Ostos et al., 2018; Mesa, 2020).

Los hongos y las bacterias son los principales agentes utilizados para el control de algunos artrópodos y los mecanismos de acción difieren según el microorganismo utilizado, por ejemplo, las esporas de los hongos se adhieren a la superficie del insecto para empezar a germinar e introducirse dentro del cuerpo del insecto en donde se propaga, ocasionándole finalmente la muerte, en tanto que algunas bacterias, deben ser ingeridas por el insecto, ya que éstas liberan toxinas en su intestino, las cuales dañan las células intestinales provocándole la muerte, otras sorprendentemente poseen un mecanismo que les permiten inyectar sustancias directamente en la célula blanco (Hernández et al., 2021; Morales-Alonso y Zamora-Avilés, 2023), otras bacterias secretan sustancias antagonistas hacia los patógenos o fitohormonas que inducen resistencia sistémica hacia patógenos, dicho mecanismo promueve que las plantas desarrollen una respuesta a futuros ataques de patógenos, (Ortiz y Sansinenea, 2022).

A pesar de estos beneficios que los microorganismos proporcionan al agricultor, no son ampliamente utilizados debido a que tienen selectividad hacia los insectos y patógenos, además de que las condiciones de campo y los factores ambientales

pueden ser un inconveniente para su efectividad (Martínez y Soto, 2022).

Beneficios directos en las plantas.

Muchos microorganismos tienen la capacidad de incrementar la resistencia de las plantas al estrés biótico y abiótico, lo que los convierte en una alternativa para lograr una buena productividad y sanidad de las plantas sin alterar o contaminar el suelo y el medio ambiente, estos se conocen como microorganismos promotores de crecimiento vegetal o bioestimulantes, ya sea que ponen a disposición de la planta los nutrientes del suelo al solubilizar minerales, al fijar el nitrógeno atmosférico, o formar asociaciones simbióticas con ellas a través de la raíz. (Dos Santos et al., 2021; Martínez y Soto, 2022).

- Promotores del crecimiento vegetal. Las bacterias del género *Bacillus*, poseen la capacidad de aportar a las plantas minerales como nitrógeno, potasio y fósforo, entre otros, además de tener la capacidad de regular los niveles de hormonas, ya que algunas especies secretan fitohormonas, que promueven el aumento celular, el crecimiento de la planta o sus raíces, además de aumentar la tolerancia al estrés ocasionado por factores abióticos como la salinidad o sequía entre otros (Bonatelli et al., 2021; Ortiz y Sansinenea, 2022;). Así mismo, las bacterias denominadas bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, pueden promover el crecimiento de las plantas mediante la síntesis y liberación de fitohormonas (Hernández-Rodríguez et al. 2014) y las microalgas, que son una fuente de productos bioestimulantes muy promisorios, cuya acción es incrementar la producción de los cultivos al estimular la asimilación de nutrientes por las plantas (Prisa y Spagnuolo, 2023).

- Asociaciones simbióticas. De estas asociaciones las más comunes son las micorrizas, las cuales son asociaciones o uniones entre el micelio de alguna especie del hongo con la raíz de las plantas. La mayoría de las plantas presentan este tipo de asociación, en la cual hay una comunicación mediante un intercambio de moléculas y nutrientes, la planta le otorga azúcares al hongo y éste le da compuestos inorgánicos que son difíciles o inaccesibles de alcanzar por la planta, además de activar mecanismos de respuesta al estrés (Fernandes et al., 2021; Watson-Guido y Rivera-Méndez, 2024).

- Fijadoras de nitrógeno. El nitrógeno es un elemento limitante del crecimiento de la planta por lo que el uso de fertilizantes nitrogenados en los cultivos, son de amplia demanda con el consecuente impacto negativo en el suelo y acuíferos. Existen bacterias que forman una simbiosis con las raíces de las plan-

tas formando nódulos y tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y dárselo a la planta. Por tal motivo estas son una alternativa para el aporte de nitrógeno sin consecuencias al medio ambiente, su inconveniente es que solamente se da esta asociación en leguminosas (Bernal, 2021). Sin embargo, existen otras bacterias denominadas “de vida libre” ya que no forman simbiosis con las raíces, pero se asocian a éstas y pueden ser inoculadas directamente a las raíces y favorecer el crecimiento de la planta, así como del área foliar y la raíz (Bautista-Cruz y Martínez Gallegos, 2020).

Conclusiones

Los microorganismos son una parte esencial de la vida del Planeta y son de gran ayuda para el ser humano. Lo que aquí se presenta es solo una pequeña parte de todas las grandes aportaciones que tienen ellos en muchos otros ámbitos. Cada ser en el Planeta, aunque pequeño o invisible, tiene su importancia y su razón de ser, tiene una actividad específica e importante y armoniza con aquellos que le rodean, ¿y el ser humano?

Referencias

- Ayala, J.D.A. 2023. La modificación genética de la levadura y su efecto en la industria mexicana. *AVANCES: Investigación en ingeniería*. 16 (1):1-10.
- Bautista-Cruz, A. y Martínez-Gallegos, V. 2020. Promoción del crecimiento de *Agave potatorum* Zucc. por bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre
- Bernal P. (2021). Microorganismos de interés para la agricultura del futuro: agentes de biocontrol y fijadores de nitrógeno. *AyT-BUAP* 6(21),1-11.
- Bonatelli, M. L. Lacerda-Júnior, G. V., Bueno dos Reis J. F., Fernandes-Júnior, P. I., Soares M. I., y Quecine, M. C. 2021. Beneficial Plant-Associated Microorganisms from Semiarid Regions and Seasonally Dry Environments: A Review. *Front. Microbiol.* 11,1-16.
- Dos Santos, M. J., Silva, S. B., Bezerra da S. I. N., y Cajueiro, G. E. S. 2012. Biotecnología microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. *Research, Society and Development*, (10),12.
- FAO (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. En: El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019.
- Fernandes F. A., Boy, J. y Guggenberger. G. 2021. Common Mycorrhizae Network: A Review of the Theories and Mechanisms Behind Underground Interactions. *Frontiers in Fungal Biolo-*

- gy. 2, 1-13.
- Ferreira, O. A. P., Pavesi, A. A. y Arisseto, B. A.P. 2022. Microalgae-based products: Food and public health. *Future Foods*. 6:1-14.
- Guarner, F., Sanders, M.E., Szajewska, H., Cohen, H., Eliakim, R., Herrera, C., Karakan, T., Merenstein, D., Piscocoy, A., Ramakrishna, B., y Salminen, S. 2023. Probióticos y prebióticos. *Directrices mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología*. 55 pp.
- Hernández R. M.L., Vázquez, N. N. G., Hernández A. J., Arroyo A. D., García G. L. F. y Del Rincón C. M. C. 2021. Estudio de agentes de control biológico virales y bacterianos hacia plagas agrícolas. *XXVI Verano de la Ciencia*. 10, 1-8.
- Hernández-Rodríguez, A., Rives-Rodríguez, N., Acebo-Guerrero, Y., Diaz-de la Osa, A., Heydrich-Pérez, M. y Divan B. V. L. 2014. Potencialidades de las bacterias diazotróficas asociativas en la promoción del crecimiento vegetal y el control de *Pyricularia oryzae* (Sacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Rev. Protec. Veg.* 29; 1-10
- Larrea Santos, V., Quiles Chuliá, M.D., Hernando H.M.I., Esteve, M. P. (2023). Alimentos funcionales: probióticos, prebióticos y simbióticos. *Universitat Politècnica de València*. 2-9.
- Martínez, C. B. y Soto, Z. G. M. (2022) Microorganismos benéficos o agroquímicos. *Elementos* 128, 57-63
- Mesa Reinaldo, J. R. (2020). Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102-109.
- Morales-Alonso, S. I., y Zamora-Avilés, N. (2023). Importancia de los insectos entomófagos y microorganismos entomopatógenos para el manejo agroecológico de plagas y enfermedades agrícolas. *CIENCIA UANL*. 26,120.
- Morocho, M. T. y Leiva-Mora, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*. 46(2): 93-103.
- Ortiz, A., Sansinenea, E. 2022. The Role of Beneficial Microorganisms in Soil Quality and Plant Health. *Sustainability*.14; 2-13.
- Ostos Ortiz, O.L., Rosas, A. S. M. González, D. J.L. 2019. Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos. *NOVA*. 17 (31): 129-163.
- Parra, H. R. A. 2010. Review. Bacterias ácido lácticas: papel funcional em los alimentos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 8(1), 93-105.
- Pedraza, R.O., Teixeira, R.S. K., Fernández S. A., García de Salomone, I., Baca, B. E., Azcón, R., Baldani, L.D.V. y Bonilla, R. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revisión. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 11(2),155-164.
- : Prisa, D. y Spagnuolo, D. 2023. Plant Production with Microalgal Biostimulants. *Horticulturae*. 9; 829.
- Ramírez, E., Prin, J.L., Rojas de Astudillo, L. 2022. Evaluación del Efecto de los Microorganismos eficientes en el suelo usando Microscopía Electrónica de Barrido Analítica. *Acta Microscó-*

pica Vol. 31:(1), 63-71.

- Reza-Solis, H.A., Hernández-Rodríguez, O. A., Martínez-Rosales, A. F., y Ojeda-Barrios. D. L. 2023. Applications of Microalgae in Five Areas of Biotechnology. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 92(10);2737-2759.
- Rodríguez, A.M., Frasier, I., Rörig, M.L. y Noellemeyer, E. 2024. Impacto de las Practicas de Uso del Suelo Sobre la Diversidad Microbiana a Nivel de Agregados. Poster XXIX Congreso de la Ciencia del Suelo. Catamarca 2024.
- Rosabal, A. L, Macías Coutiño P, Maza González M, López Vázquez R, Guevara Hernández F. (2021). Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático. *Magna Scientia UCEVA*.
- Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Hashem, A. y Abd_Allah, E.F. 2019. Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine *Journal of Biological Sciences* 26; 709–722.
- Vogel H-J., Eberhardt E., Franko U., Lang B., Ließ M., Weller U., Wiesmeier M., Wollschläger U. (2019). Quantitative evaluation of soil functions: potential and state” *Front. Environ. Sci.*7:164.
- Watson-Guido, W. y Rivera-Méndez, W. 2024. Communication in symbiotic associations Mechanisms between arbuscular mycorrhizal fungi, plants and soil organisms. *Agron. Mesoam.* 35: Artículo 57100.