

Año 26
Número Especial 5, 2021



Año 26
Número Especial 5, 2021



ANIVERSARIO

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES

COMO CITAR: Hernández Castaño, C. (2021). Biofertilizantes y nuevos escenarios económicos para el Perú. Avances en la producción de conocimiento *Revista Venezolana De Gerencia*, 26(Número Especial 5), 708-721. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.e5.45>

Universidad del Zulia (LUZ)
Revista Venezolana de Gerencia (RVG)
Año 26 Número Especial 5 2021, 708-721
ISSN 1315-9984 / e-ISSN 2477-9423



Avances en la producción de conocimiento sobre biofertilizantes y nuevos escenarios económicos para el Perú

Hernández Castaño, Conrado*

Resumen

La fertilidad del suelo permite que el terreno optimice el rendimiento de cultivos y sustente el crecimiento de las plantas. La investigación tuvo como objetivo describir los avances en la producción de biofertilizantes y nuevos escenarios económicos para el Perú, bajo una metodología descriptiva donde se presentaron los hechos más relevantes, considerando la revisión sistemática de diversos documentos secundarios publicados entre los años 2008-2020, indexados en base de datos: web of Science, Scopus, entre otras. Se demostraron avances en materia de biofertilización para mejorar la producción del rubro e impulsar la comercialización, el crecimiento sostenido de los fertilizantes orgánicos en materia económica y de consumo internacional, inherentes para el desarrollo del país y la necesidad de cambios en las líneas de producción, distribución y consumo postpandemia. En conclusión, para promover la seguridad alimentaria y sostenibilidad del ambiente en los sistemas de producción agrícola, es necesario la implementación integrada en la gestión de protección y fertilidad de los suelos, mediante la producción y uso de biofertilizantes, para aumentar la eficacia, mejorar la productividad de los cultivos e impulsar la economía agroindustrial.

Palabras claves: biofertilizantes; economía; agroindustria; COVID-19.

Recibido: 26.01.21

Aceptado: 27.06.21

* Tecnólogo en Manejo de Sistemas de Agroforestal, Colombia. Docente IES CINOC Pensilvania Caldas. Especialista en procesos de investigación en el seguimiento y control en los Microorganismos Eficientes en la Mineralización de los abonos orgánicos E-mail: chernandezcc@yahoo.com, conrado.hernandez@iescinoc.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0032-4980>

Advances in the production of knowledge on biofertilizers and new economic scenarios for Peru

Abstract

Soil fertility allows the soil to optimize crop yields and sustain plant growth. The objective of the research was to describe the advances in the production of biofertilizers and new economic scenarios for Peru, under a descriptive methodology where the most relevant facts were presented, considering the systematic review of various secondary documents published between 2008-2020, indexed in databases: web of Science, Scopus, among others. Advances in biofertilization were demonstrated to improve the production of the item and boost commercialization, the sustained growth of organic fertilizers in economic matters and international consumption, inherent for the development of the country and the need for changes in the lines of production, distribution and post-pandemic consumption. In conclusion, to promote food security and environmental sustainability in agricultural production systems, it is necessary the integrated implementation in the management of soil protection and fertility, through the production and use of biofertilizers, to increase efficiency, improve crop productivity and boost the agro-industrial economy.

Key words: biofertilizers; economy; agroindustry; COVID-19.

1. Introducción

Los ecosistemas agrícolas son sistemas antropogénicos, por lo tanto, su origen y mantenimiento están asociados a la historia, evolución y actividades actuales del ser humano (Burbano-Orjuela, 2016). Ahora bien, el manejo de las técnicas en la práctica agronómica ha ido transformándose con el pasar de los años, con la intención de atender la creciente demanda de productos obtenidos de ella.

Uno de los aspectos más atendidos en los últimos años ha estado relacionado con la mejora de la calidad del suelo, por ello se ha masificado la fertilización como técnica recomendada en agroecosistemas de gestión intensiva (Tian et al, 2017), con la intención de

augmentar la materia orgánica disponible en el suelo; esto conlleva a una mayor disposición de nutrientes para las plantas. No obstante, estas actividades están asociadas a una gestión agroindustrial fundamentada en principios del desarrollo sostenible, por lo que se promueve la producción y utilización de Biofertilizantes, los cuales son obtenidos a través del procesamiento de residuos orgánicos provenientes de la producción agrícola (Devaux et al, 2018).

En los últimos años se ha podido observar que contrario a lo planteado en líneas anteriores, se ha dado un uso indiscriminado a los fertilizantes sintéticos, sin tomar en consideración que su aplicación prolongada representa una amenaza a la calidad del suelo, agua e incluso aire y eventualmente al

bienestar y salud del ser humano. En lo que respecta al suelo, en agricultura, el uso excesivo de agroquímicos, altera el equilibrio ecológico que se establece con la fauna y microflora del suelo, y como de su actividad depende la disponibilidad de nutrientes para las plantas, a largo plazo termina por empobrecer y esto a su vez, disminuye los niveles de producción, y acelera los procesos de deforestación originada por los métodos de explotación sin criterio técnico y sin aplicación de técnicas que ayuden a recomponer el suelo, maximizando el problema de tierras áridas e infértiles (Ministerio de Energías y Minas del Perú [MINEM], 2008). Esta situación, evidencia la necesidad de buscar alternativas rápidas, simples y de bajo costo, que permitan revertir estos procesos (Medina et al, 2015; Villacís-Aldaz et al, 2016).

Por el contrario, el uso de residuos orgánicos transformados, proveniente de las actividades agrícolas, que pudiendo ser contaminantes y dañar el ecosistema, al ser reutilizados para la agricultura, contribuyen no solo con la preservación del medio ambiente, sino que aumentan la producción, por tanto, representa una técnica importante de gestión sostenible para la industria agropecuaria (Abanto et al, 2015; Muñoz et al, 2015; Peñafiel & Ticona, 2015; Cano-Hernández et al, 2016).

Existen experiencias de algunas prácticas donde los productores del campo han comenzado a emplear microorganismos eficaces (ME), como grupo de bacterias ácido lácticas y fotosintéticas, actinomicetos, levaduras y hongos filamentosos con actividad fermentativa, los cuales por un lado tienen capacidad para eliminar fitopatógenos representando una alternativa en el control de plagas (biocontrol) y, por otra

parte, promueven el desarrollo de las plantas, lo que garantiza aumento en la producción de los cultivos. De acuerdo a los reportes, se ha podido observar que, aceleran el crecimiento, floración y desarrollo de los frutos, favoreciendo los procesos de reproducción y germinación de las semillas, logrando aumentar el nivel de absorción de agua y nutrientes y de la actividad fotosintética; mientras que a nivel de los suelos optimizan su composición físico química (Bello-Moreira et al, 2016; Morocho & Leiva-Mora, 2019; Aquino-Duran, 2020).

Estos microorganismos que ayudan a regenerar el suelo son llamados Biofertilizantes, los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas y, como se ha planteado en líneas anteriores, son ventajosos en gran medida por el aumento de la fertilidad y biodiversidad de los suelos, controlando así los niveles de contaminación y la mitigación del cambio climático (Lira, 2017).

Es por ello que, la producción y uso de dichos biofertilizantes se puede convertir en un rubro positivo, económicamente, para el estado peruano, pues debido a las recientes investigaciones se ha podido determinar los impactos positivos en la mejora de la calidad del suelo y en la reducción de actividades degradativas del sistema terrestre, además, se ha podido evidenciar mejoras en la calidad de estos productos, lo que lo posiciona como un producto alternativa de alta competitividad en el mercado global.

La producción de biofertilizantes nace de un subproducto ya disponible, producto de los residuos de la actividad agrícola, que solo necesita de procesos para su transformación a través de microorganismos aplicados al suelo o las plantas para sustituir la fertilización

sintética y disminuir la contaminación del suelo producida por el uso agroquímicos.

De acuerdo con lo establecido por Armenta et al. (2010) los microorganismos intervienen en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (por sus siglas FBNA) que es la reducción enzimática de nitrógeno (N_2) a amonio (NH_4) y se pueden clasificar en dos grupos: bacterias, hongos y algas, los cuales fijan el nitrógeno de manera no simbiótica, pero, además existen microorganismos que fijan de manera simbiótica como las bacterias del género *Rhizobium*.

Con base a las ideas planteadas surge la pregunta ¿cuál es el estado actual de producción de biofertilizantes en Perú? Para la resolución de esta, se plantea el objeto de estudio, describir los avances mundiales en la producción de Biofertilizantes y nuevos escenarios económicos para el Perú.

La investigación se sustenta de una metodología descriptiva que permite presentar los hechos más relevantes a través de la revisión documental de la literatura. Ésta de acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2014) se hace a través de textos, narraciones y significados. Para el caso de esta investigación, se realizó una revisión sistémica de diversos estudios secundarios, publicados entre los años 2008 - 2020, donde se evaluaron diez artículos y documentos indexados en bases de datos: Web of Science, Scopus, Scielo y Google Scholar, para los términos en inglés bio-fertilizer, agroindustry, crop production, soil fertility, sustainable agriculture, agroindustry. Tomando en cuenta, aquellos con indicadores de sostenibilidad y relevancia en el desarrollo en materia de biofertilizantes. El diseño del estudio documental fue fundamental para la redacción del artículo (Day, 2007). En

cuanto a la recolección de información, se efectuó el tratamiento de la misma propuesto por Neil y Cortez (2018), que consiste en la consulta del material científico a disposición en revistas, libros, artículos, tanto físicos como electrónicos, organización del material recabado, interpretación y argumentación, triangulación de la información para su posterior análisis.

Asimismo, los criterios de inclusión considerados de la bibliografía para la selección de los artículos a analizar fueron los siguientes: 1) que el estudio de los documentos fuese sobre avances en la producción de conocimiento en biofertilizantes; 2) que el estudio presentará indicadores o evaluaciones de biofertilizantes que cumplan con los estándares internacionales, así como mejoras y protección de los suelos; y 3) que abordara temas relacionados con la implantación de biofertilizantes, para diversificar y mejorar la productividad e impulsar la economía dentro del marco de desarrollo sostenible.

2. Biofertilizantes como reconstituyentes agroforestales: Esbozo histórico del conocimiento producido

En países de diversas latitudes se han desarrollado investigaciones y experiencias que demuestran las potencialidades de los biofertilizantes como reconstituyentes agroforestales.

Dentro de ellos se encuentra el caso de Rojas & Moreno (2008) investigadoras de Colombia quienes trabajaron con un prototipo para la producción y formulación de un biofertilizante a partir de bacterias asociadas al cultivo de arroz, el objetivo era evaluar diversas

formulaciones de microorganismos que ayudaran en el cultivo de arroz, logrando resultados positivos, pues dicho prototipo elevó la producción en 8500 kg/ha, superando la producción de fertilizantes sintéticos, además de alcanzar un aumento en la estabilidad en almacenamiento de algunos productos, poniendo en evidencia la versatilidad de los biofertilizantes y la importancia de los microorganismos para los sistemas agroforestales.

Para el siguiente año en el mismo país, Borda et al. (2009) abordaron la producción de un biofertilizante a partir de un aislamiento de *Azotobacter nigrificans* obtenido en un cultivo de *Stevia rebaudiana* Bert. Los investigadores realizaron un aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno para un programa de fertilización, consiguiendo un aumento en la concentración de glucósidos en las hojas de las plantas y, una mayor producción de Biomasa en respuesta a la aplicación del biofertilizante que demuestra la importancia de producción para diversos rubros y por ende el incremento en el sistema de ganancia a los productores del campo.

Durante el año 2015, en Kenia, los investigadores Masso, Awuor y Vanlauwe, evaluaban el contraste mundial en la aplicación de biofertilizantes para agricultura sostenible, exponiendo las carencias de la África subsahariana en materia de biofertilizantes por falta de concienciación, infraestructura y conocimientos. Asimismo, ponen en evidencia el desarrollo en esta temática en los países asiáticos, donde se ha invertido en la producción y uso de biofertilizantes de alta calidad en términos de fijación biológica de nitrógeno, absorción de nutrientes, aumento del rendimiento y ahorro de costos, que han permitido un aumento

de su economía agropecuaria (Masso et al, 2015).

Adicionalmente, en el 2018 una investigación efectuada por investigadores de la India, busco exponer las bondades de los diversos microorganismos usados para la elaboración y producción de biofertilizantes, los cuales se pueden usar para mejorar la producción de los diversos campos de ese país y crear conciencia para ampliar su uso en la industria del agro (Bamboriya et al, 2018).

Durante el año 2019 se realizaron importantes investigaciones, por ejemplo, en Italia, investigadores estudiaron los efectos de tres biofertilizantes, buscando reducir la fertilización química y mejorar el cultivo de trigo blando, teniendo en cuenta la alta producción y calidad. Su trabajo se fundamentó en la inoculación de semillas, lograron demostrar que los tres biofertilizantes mejoraron significativamente el crecimiento de la planta y la acumulación de nitrógeno durante la elongación del tallo y el espigado. Además, obtuvieron resultados inéditos, pues descubrieron que los niveles de gluten no fueron afectados y, evidenciaron un aumento significativo de dos unidades proteicas del cultivo; esto los llevó a la conclusión que, los biofertilizantes pueden ser explotados en el cultivo de trigo, pues la diversidad microbiana no sufre alteraciones (Dal et al, 2020).

Ese mismo año nuevamente en la región Latinoamericana, esta vez en Ecuador, se realizó una revisión de los biofertilizantes preparados con extractos de microalgas como alternativa sostenible para mejorar la producción y protección de los cultivos agrícolas, siendo una zona de poca exploración en biotecnología. Los investigadores

se fundamentan en la idea que la producción de biofertilizantes necesita mayor experimentación, recalcando que es un mercado muy joven pero prometedor, debido a que las algas son ricas en carbohidratos, lípidos, pigmentos y vitaminas esenciales en la elaboración de elementos que puedan ayudar al suelo dañado (Collahuazo & Araujo, 2019). También Mora et al, (2019), realizaron pruebas de combinación de biofertilizantes y fertilización química, con el objetivo de reducir el uso de fertilizantes químicos fosforados en la producción de la papa de Andisoles del Carchi del mismo país. Allí experimentaron que al reducir en un 75% el uso del fertilizante fosfórico y sustituirlo con biofertilizantes, se obtiene que se reduce considerablemente los gastos en mejora de la calidad del suelo.

Recientemente en Portugal Fasusi et al, (2021), realizó una revisión en base a los beneficios de los Biofertilizantes y uso de la nanotecnología para aumentar su rendimiento y mejorar la productividad del agro, proceso tal, que indica la proliferación de las bondades de los biofertilizantes a nivel mundial y su pertinencia para un posible incremento de los niveles de producción del producto con miras a mejorar los índices económicos en materia alimentaria de los países de la región.

Ahora bien, en el contexto peruano también se han realizado algunas investigaciones, fundamentándose en la idea de mejorar la producción de los biofertilizantes para hacer más rentables las producciones y competir con los diversos mercados internacionales.

Para el año 2018, Huaman et al, señala que en la población de Santa Cruz del Tingo, ubicada en el distrito de Ulcumayo, perteneciente a la provincia Junín del departamento homónimo,

evaluaron la efectividad de tres desechos de origen animal: guano de isla, humus de lombriz y estiércol bovino, en el rendimiento de tres tipos de pasto. Obtuvieron un rendimiento de 7,2 y 76,5 tn/ha en la fertilización de la especie de pasto *Philoglossa mimuloides*, siendo el estiércol de bovino el de más bajo rendimiento dentro de las tres especies.

Igualmente, Abanto et al, (2019) emplearon fertilizantes en el desarrollo vegetativo y productivo de plantas de Camu-camu en el departamento de Ucayali. Ellos realizaron un experimento empleando el estiércol de vaca, gallina y de aves de mar. Los resultados obtenidos fueron variados: a) con el estiércol de aves marinas observaron un incremento en la germinación; b) con la utilización del estiércol de vaca, reportaron un aumento en los botones florales, números de fruto de cosechas y rendimiento de frutos.

En síntesis, con base en los reportes de investigaciones descritos anteriormente y las operaciones de experimentación señalados en ellos en el marco global, se concibe la imperiosa necesidad de encontrar formas de aumentar los niveles de producción en biofertilizantes de diversos microorganismos que cumplan con estándares internacionales, mejoren y protejan los suelos para diversificar mejorar la productividad e impulsar la economía en el marco del desarrollo sostenible.

3. Efecto económico de la producción de biofertilizantes

Si se analiza desde la mirada del desarrollo sostenible ¿en la economía agrícola mundial cuál sería el rubro que

permitiría contribuir con un aumento exponencial de la economía y que no desencadene en mayores problemas asociados al cambio climático? Rápidamente se podría señalar que esto se puede dar a través del uso de microorganismos para la producción de biofertilizantes.

En este sentido, en el Perú deberían sumarse esfuerzos que ayuden a integrar dichos microorganismos en la producción de biofertilizantes en una futura cuarta política agrícola nacional (Seong, 2021). Adicional por los beneficios expresados en la sección anterior, se suma la poca eficiencia que han demostrado tener en el territorio nacional los fertilizantes tradicionales en el mejoramiento de la calidad del suelo, lo que conlleva a una producción por hectárea considerablemente baja, si se compara con la productividad chilena (Gestión, 2019).

El Perú podría apostar por incursionar en el mercado de los biofertilizantes, ello considerando los informes financieros que se refieren al comportamiento y proyección de dicho rubro, los cuales indican que para el año 2020 esta actividad sostuvo un valor de USD 1000 millones, y prevé un crecimiento anual en promedio del 12,8% hasta el 2027. Esto permite comprender de forma clara el potencial, para países con alta potencialidad agrícola como Perú, que tiene el uso de los microorganismos en la producción de biofertilizantes, con la intención de promover el desarrollo de una actividad agrícola más acorde con el desarrollo sostenible y la obtención de productos orgánicos (Grand View Research, 2020).

Por ello, el caso de la India es uno de los antecedentes más exitosos que permiten comprender la efectividad de políticas certeras sobre este mercado.

Allí se aplicó una reforma agraria donde se dejaron de emplear los fertilizantes químicos y se comenzaron a emplear los biofertilizantes; esto ha conllevado al país a mostrar signos de un desarrollo económico sostenible beneficioso para los agricultores, el Estado y la sociedad en general (Mishra y Dash, 2014).

Sin embargo, lo planteado anteriormente no se encuentra alejado de las potencialidades existentes en América Latina y el Caribe, puesto que se ha reportado que países como Brasil y Argentina en el año 2019 habían alcanzado una tasa de consumo anual esperada de 13% en biofertilizantes, (Globe New Swire, 2020). Adicionalmente, se realizó un impulso de los mercados económicos cada día más exigentes por alimentos procesados de forma natural como el Cereal que, durante ese año, reflejó una aplicación de fertilizantes orgánicos del 43,74%, con respecto a años anteriores. Se espera que este comportamiento siga en continuo crecimiento debido a los beneficios obtenidos hasta el momento. (Fortune, 2020).

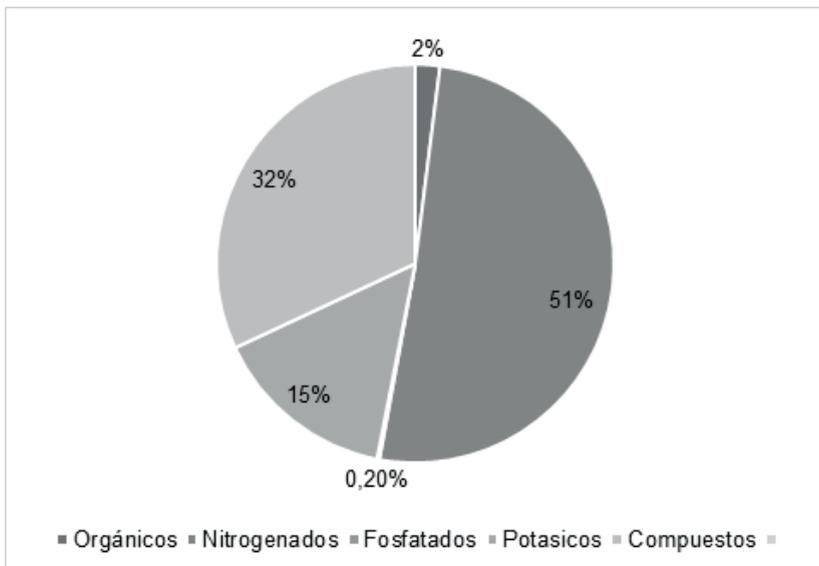
Todo lo planteado, es el reflejo del cambio de paradigma que está gestándose desde hace algunos años en la industria agronómica que, busca la optimización del uso de sus recursos para contribuir con los principios del desarrollo sostenible y reducir el impacto de la actividad humana en la degradación ambiental. Esto puede evidenciarse en el comportamiento del mercado mundial con respecto a la producción de fertilizantes orgánicos; la industria se encuentra lista para elevar su producción.

No obstante, en el contexto del mercado peruano se puede evidenciar que aun el país se encuentra alejado de esta nueva realidad, pues para el

año 2018 se reflejó que el consumo de biofertilizantes se encontraba apenas en el 2% con respecto a otros fertilizantes químicos (gráfico 1), sin embargo, se encuentra en aumento con respecto años anteriores. Este mercado emergente compite con aquellos fertilizantes químicos que representan el 98% y que son importados de países como Chile, España, EEUU, Rusia, China entre otros. A pesar que las noticias

no son alentadoras para alcanzar una mayor producción y la recuperación de los suelos durante los próximos años (Lluzar, 2019), el país comienza a emplear el uso de biofertilizantes, allí es donde surge la responsabilidad del Estado para promover políticas que favorezcan a los productores que los empleen a fin de equilibrar la balanza y avanzar con miras al objetivo deseado.

Gráfico 1
Consumo total de fertilizantes para el año 2018 en Perú



Fuente: SUNAT

4. Producción agrícola en Perú y biofertilizantes en tiempos de pandemia

No cabe duda que desde la aparición de la SARS COV 2 o COVID-19 a finales del año 2019 en la ciudad de Wuhan en China (Organización

Mundial de la Salud [OMS], 2021), y el posterior desarrollo de la pandemia por la misma enfermedad, más allá de la afectación en la salud, los impactos en la economía han sido directos. En el caso de muchos países a nivel mundial, incluido Perú, los sectores productivos primarios, secundarios y terciarios

han sido afectados por las medidas de aislamiento tomadas por los gobiernos para controlar el brote pandémico en sus respectivos países, lo que representa una caída en la producción de todos los rubros.

Dentro de los sectores afectados, se tiene a los productores de la pequeña y mediana industria agroalimentaria, los cuales, de acuerdo a un estudio auspiciado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en algunos países de América Latina y el Caribe como Argentina, Bolivia, Paraguay, Perú y República Dominicana. Este reporte se fundamentó en aproximadamente 20 encuestas aplicadas a productores agrícolas por cada país, donde los participantes mencionan que la demanda, en forma general disminuyó en promedio un 64,6% durante el año 2020.

Adicionalmente, el 51,5% productores afectados por el COVID-19, señalaron que uno de los problemas fue la obtención de fertilizantes para proteger las cosechas, con estas problemáticas los trabajadores del campo optaron por sembrar menos productos, en comparación con años anteriores, previendo una recuperación lenta debido a la pandemia (Schling et al, 2020).

Ahora bien, a estos factores que se desarrollaron durante la pandemia del COVID-19, se suman a otros elementos preexistentes y que dificultan la productividad agrícola como el cambio climático, el cual es ocasionado en gran medida por ella misma, a través de la deforestación para la aplicación de agricultura extensiva y, el uso de fertilizantes químicos, estos últimos pueden llegar a ser perjudiciales para la salud del ser humano, además que afectan gravemente el libre desarrollo

de alimentos ricos en nutrientes. En el contexto actual, debe entenderse que es necesario una transformación en los sistemas productivos, con la intención de garantizar la buena alimentación de los seres humanos, esto puede lograrse a través de una producción agrícola más eco amigable (García et al, 2020).

Asimismo, puede entenderse que en un mundo post pandémico la producción agrícola está revestida de una importancia fundamental, pues juega un papel protagónico al mantener la producción de alimentos esenciales para la subsistencia humana, sin embargo, estos deben asegurar el cuidado de los ecosistemas actuales a fin de asegurar el desarrollo actual y futuro de la sociedad, procurando así la pervivencia de la vida en el planeta (Banco Mundial, 2020).

En ese orden de ideas, con la llegada de la pandemia del COVID-19 al país, las primeras medidas tomadas fueron el aislamiento obligatorio y suspensión de la mayoría de las actividades económicas para el desarrollo del país. Sin embargo, los sectores prioritarios como la alimentación en toda su cadena, mantendrían operaciones, aunque al principio, por el Estado de emergencia las reglas no fueron muy claras (Rodríguez, 2020).

La agricultura para el país siempre ha sido fundamental para el desarrollo económico, pues a pesar de las condiciones edafoclimáticas nacionales, se trata de la segunda actividad que genera mayores divisas, además de tratarse de la mayor generadora de empleo (Banco Mundial, 2018), por lo cual, aplicar medidas de producción centradas en el uso de biofertilizantes a base de microorganismos representaría una evolución sustancial en la preservación de la diversidad y riqueza nacional.

La importancia de la agricultura en el país se ha demostrado una vez más en tiempos de pandemia, para el cierre del año 2019 este sector tuvo un crecimiento del 7%, y a pesar de las condiciones de dificultad presentadas durante el año 2020, el crecimiento fue sostenido, por ejemplo, los rubros de frutas y hortalizas llegaron a estimar su producción en US\$ 3.741 millones, esta situación fue posible por motivo del cumplimiento a cabalidad de la política agroexportadora promovida por Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (AGAP) (Amaro, 2020).

Entendiendo entonces la importancia que reviste la agricultura en la economía nacional, más allá de asegurar la soberanía alimentaria, en el país debe promoverse una reforma agraria donde se propicie el uso de los biofertilizantes, con la intención de obtener alimentos con mayor riqueza nutricional, además de ser más saludables y con menos implicaciones en la salud, sustentándose en la premisa que, una buena alimentación fortalece el sistema inmunológico y ayudaría a enfrentar los estragos en la salud ocasionados por la COVID-19 o futuras enfermedades.

5. Conclusiones

Se demuestran avances en materia de investigación sobre biofertilizantes que requieren ir acompañada de una producción y tecnología que impulse al mercado agroindustrial hacia un uso adecuado de los suelos y aumente la producción de rubros del campo. Se plasmaron técnicas y métodos que se pueden replicar en el país para aumentar la producción en el rubro de fertilizantes orgánicos que son cada vez de mayor calidad, pudiendo establecer normas y

procedimientos que permitan competir con los mercados internacionales.

El crecimiento económico en materia de biofertilizantes es sostenido dentro del mercado internacional, teniendo a países como Argentina y Brasil como consumidores cercanos para la producción de los biofertilizantes. El efecto del proceso pandémico deja claro que para tener un futuro promisorio el gobierno debe centrar sus esfuerzos en mejorar las condiciones y producciones del agro, las cuales se vieron afectadas en sus líneas de producción, distribución y consumo.

El uso apropiado a mayor escala de biofertilizantes en los sistemas productivos agrícolas del país, traería grandes beneficios económicos sin ejercer impacto perjudicial sobre el ambiente. Es recomendable que el Estado peruano propicie el uso de estas nuevas tendencias productivas que se centran en el aprovechamiento al máximo de los recursos disponibles, pero que, además, por su naturaleza, son capaces de mejorar significativamente las condiciones alimenticias de la población.

Finalmente, para impulsar la seguridad alimentaria y sostenibilidad del ambiente de los sistemas de producción agrícola, es necesario adoptar una visión integrada en la gestión de protección y fertilidad de los suelos, mediante la producción y el uso de biofertilizantes, con la finalidad de maximizar la eficacia del uso agronómico de los nutrientes, mejorar la productividad de los cultivos, impulsar la economía agroindustrial, reduciendo al mínimo la extracción de reservas de nutrientes del suelo.

Referencias bibliográficas

Abanto, C., Soregui, G., Pinedo, M., Velazco, E., Paredes, E., and

- Medeiros, E. (2019). Uso de biofertilizantes en el desarrollo vegetativo y productivo de plantas de camu-camu en Ucayali, Perú. *Revista Ceres, Vicosá*, 66(2), 108-116. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201966020005>
- Abanto, C.R., Del Castillo-Torres, D., Alves-Chagas, E. and Tadashi-Sakasaki, R. (2015). Efecto de la fertilización orgánica en la producción y calidad de frutos de plantas de camu camu en Ucayali-Perú. *Cuadernos de Agroecología*, 10(3), 1-6. <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16867>
- Amaro, G. (2020). *La agricultura peruana: valor en tiempos de pandemia*. <https://bit.ly/3ihSqAm>
- Aquino-Duran, E. (2020). Microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de habas (Vicia faba) variedad señorita en condiciones edafoclimático de Panao, Pachitea. *Revista Investigación Agraria*, 2(2), 49-55. <https://doi.org/10.47840/ReInA.2.2.843>
- Armenta, A., García, C., Camacho, J., Apodaca, M., Montoya, L., and Nava, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>
- Bamboriya, B. D., Bamboriya, J. S., and Shanti. (2018). Role of Biofertilizers in Agriculture – A Review. *International Journal Recent Scientific Research*, 9(7), 27727-27732. <http://www.recentscientific.com/role-biofertilizers-agriculture-review>
- Banco Mundial, (2020). *What is the future of agriculture in a post-pandemic world?* <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/11/12/future-of-agriculture-in-a-post-pandemic-world-latin-america>
- Banco Mundial. (2018). *Banco Mundial presenta estudio sobre agricultura en el Perú*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/03/01/banco-mundial-presenta-estudio-sobre-agricultura-en-el-peru>
- Bello-Moreira, Í.P, Vera-Delgado, H.É., Vera-Baque, C.G., Macías-Chila, R.R., Anchundia-Muentes, X.E. and Avellán-Chancay, M.C. (2016). Fertilización foliar con Biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) valorando rendimiento. *Revista de Investigaciones de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 28(16),17–25. <https://cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/169/183>
- Borda, D., Pardo, J., Martinez, M. and Montaña, J. (2009). Producción de un Biofertilizante a partir de un aislamiento de Azotobacter nigricans obtenido en un cultivo de Stevia rebaudiana Bert. *Universitas Scientiarum*, 14(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.11144/javeriana.SC14-1.pdub>
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a11.pdf>
- Cano-Hernández, M., Bennet-Eaton, A., Silva-Guerrero, E., Robles-González, S., Sainos-Aguirre, U. and Castorena-García, H. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, 50(4), 471–479. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000400471&script=sci_arttext
- Collahuazo-Reinoso, Y., & Araujo-

- Abad, S. (2021). Producción de Biofertilizantes a Partir de Microalgas. *CEDAMAZ*, 9(2), 81-87. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/648>
- Dal Cortivo, C., Ferrari M., Visioli G., Lauro M., Fornasier F., Barion G., Panozzo A. and Vameralli T. (2020) Effects of Seed-Applied Biofertilizers on Rhizosphere Biodiversity and Growth of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Field. *Frontiers in Plant Science*, 11(72), 1-14. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7054350/>
- Day, R. (2007). Cómo escribir y publicar trabajos científicos. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 49(3), 146. <https://bit.ly/3zR4l8s>
- Devaux, A., Torero, M., Donovan, J., y Horton, D. (2018). Agricultural innovation and inclusive value-chain development: a review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1), 99-123. <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2017-0065>
- Fasusi, O.A., Cruz, C. and Babalola, O.O. (2021). Agricultural Sustainability: Microbial Biofertilizers in Rhizosphere Management. *Agriculture*, 11(2), 1-19. <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/2/163>
- Fortune, (2020). *Biofertilizers Market size, share & COVID-19 impact analysis, by type (Nitrogen fixing, Phosphate solubilizers, and Others), Microorganism (Rhizobium, Azotobacter, Azospirillum, Pseudomonas, Bacillus, VAM, and others), Application (Seed Treatment, Soil Treatment, and Others), Crop Type, and Regional Forecast, 2020-2027*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/biofertilizers-market-100413>
- García, E., Espinoza, C., Ibarra, E. and Pérez, A. (2020). *La nueva era de los fertilizantes*. Instituto de Ecología, A.C.
- Gestión. (2019). ¿Por qué el mercado de fertilizantes no crece lo suficiente en el Perú si existe potencial? <https://gestion.pe/economia/agricultura-por-que-el-mercado-de-fertilizantes-no-crece-lo-suficiente-en-el-peru-si-existe-potencial-noticia/>
- Globe New Swire (2020). *Bio-Fertilizers Market Research Report by Form, by Microorganism, by Technology, by Type, by Application - Global Forecast to 2025 - Cumulative Impact of COVID-19*. <https://bit.ly/2V0MqMJ>
- Grand View Research (2020). *Biofertilizers Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Nitrogen Fixing, Phosphate Solubilizing), By Application (Seed Treatment, Soil Treatment), By Crop Type, By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/biofertilizers-industry>
- Hernández-Sampieri, R., Baptista, P. y Fernández, C. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta Edición). McGraw-Hill/ Interamericana Editores.
- Huaman, L., Vasquez, H. and Oliva, M. (2018). Fertilizantes orgánicos en la producción de pastos nativos en Molinopampa, Amazonas-Perú. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, 2(3), 17-22. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESOS/article/view/399>
- Lira Saldivar, R. H. (2017). *Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica*. Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (Intagri).

<https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/uso-de-biofertilizantes-en-la-agricultura-ecologica>

- Lluzar Martí, P. (2019). *Fertilizantes en Perú 2019. Estudios de mercado y otros documentos de comercio exterior*, ICEX. <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2019819665.html#>
- Masso, C., Awur, J., and Vanlauwe, B. (2015). Worldwide Contrast in Application of Bio-Fertilizers for Sustainable Agriculture: Lessons for Sub-Saharan Africa. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(12), 34-50. <https://core.ac.uk/download/pdf/234661445.pdf>
- Medina, V.A., Quipuzco, U.L., and Juscamaita, M.J. (2015). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. *Anales Científicos*, 76(1), 116–124. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/772/740>
- Ministerio de Energías y Minas del Perú-MINEM. (2008). *Minería aurífera en el departamento de Madre de Dios. Informe Técnico del Ministerio de Energías y Minas del Perú*. http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/INFORMES/informe_madre_dios.pdf
- Mishra, P. and Dash, D. (2014). Rejuvenation of Biofertilizer for Sustainable Agriculture and Economic Development. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 11(1), 41-61. <https://core.ac.uk/download/pdf/161452834.pdf>
- Mora, S. R., Águila, E., Revelo, V., Benavides, H. and Balarezo, L., (2019). Combinación de dos biofertilizantes y fertilización química en la producción de *Solanum tuberosum* cv. Superchola en Andisoles ecuatorianos. *Centro Agrícola*, 46(4), 44-52. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n4/0253-5785-cag-46-04-44.pdf>
- Morocho, M.T. and Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Muñoz, J.M., Muñoz, J.A., and Montes, C.R. (2015). Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayán, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 73-82. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a09.pdf>
- Neill, D. and Cortez, L. (2018). *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. Universidad técnica de Machala. Editorial UTMACH. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestigacionCientifica.pdf>
- OMS (2021). *Brote de enfermedad por Coronavirus (COVID-19)*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>
- Peñafiel, R.W. and Ticona, G.D. (2015). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino - matadero municipal de La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 87-90. <https://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409->

[16182015000100011&script=sci_abstract](#)

- Rodríguez, C. (2020). *Producción agrícola en tiempos de pandemia*. <https://elperuano.pe/noticia/112288-produccion-agricola-en-tiempos-de-pandemia>
- Rojas, J. and Moreno, N. (2008). Producción y formulación de prototipos de un biofertilizante a partir de bacterias nativas asociadas al cultivo de arroz (*Oryza sativa*). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 10(2), 50-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77610207>
- Schling, M., Salazar, L., Palacios, A. and Pazos, N., (2020). ¿Cómo está afectando la pandemia del COVID-19 a nuestros campesinos? Banco Interamericano de desarrollo. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/como-esta-afectando-la-pandemia-del-covid-19-a-nuestros-campesinos/>
- Seong, J. (2021). *Profitable biofertilizers for agriculture*. The Sun daily. Malasia. <https://www.thesundaily.my/tag/-/meta/jason-loh-seong-wei>
- Tian, J., Lou, Y., Gao, Y., Fang, H., Liu, S., Xu, M., Blagodatskaya E. and Kuzyakov, Y. (2017). Response of soil organic matter fractions and composition of microbial community to long-term organic and mineral fertilization. *Biology and Fertility of Soils*, 53(5), 523-532. <https://doi.org/10.1007/s00374-017-1189-x>
- Villacís-Aldaz, L., Chungata, L., Pomboza, P. & Olguer, L. (2016). Compatibilidad y tiempo de sobrevivencia de cuatro microorganismos benéficos de uso agrícola en biol. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(1), 39-45. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592016000100004&script=sci_arttext&tlng=en