



ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL BIOFERTILIZANTE DIMARGON®

Current state and perspectives of the biofertilizer DIMARGON®

Julio Gómez González¹, Yoania Rios Rocafull², Grisel Tejeda González³,
 Bernardo Dibut Álvarez², Marisel Ortega García^{2*}

¹Sociedad Mercantil Labiofam SA: Empresa Exportadora e Importadora de Productos y Servicios del Grupo Empresarial Labiofam, Cuba. E-mail: dir.general@labnet.com.cu

²Departamento de Recursos Genéticos Microbianos y Productos Bioactivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", (INIFAT). Calle 188 #38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba. E-mail: dpagrobiotec@inifat.co.cu, biofertilizantes@inifat.co.cu

³Departamento Gestión de la Innovación y Extensión Agraria del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: biofertecno@inifat.co.cu

RESUMEN: Los biofertilizantes a nivel mundial constituyen una alternativa factible para mejorar los rendimientos de los cultivos y garantizar la calidad de los mismos. En Cuba, estos productos permiten garantizar las producciones agrícolas, ya que en las condiciones actuales solo es posible cubrir con agroquímicos alrededor del 10 % de las áreas cultivables. Dentro de los bioproductos registrados, que se intentan producir a gran escala para alcanzar mejores rendimientos de los diferentes cultivos, se encuentra el biofertilizante DIMARGON®, que representa una alternativa viable y estratégica para la producción agroecológica en Cuba. La presente investigación tuvo como objetivo realizar una evaluación del estado actual y perspectivas del biofertilizante DIMARGON®. Elaborado a partir de una cepa seleccionada de *Azotobacter chroococcum*, este producto ha demostrado, durante más de tres décadas, una notable versatilidad y eficacia en una amplia gama de cultivos, incluyendo hortalizas, granos, oleaginosas, frutales, plantas medicinales, ornamentales y viandas. Sin embargo, su producción a gran escala y comercialización nacional continúan siendo limitadas, lo que restringe su impacto potencial en el sector agrícola cubano. Entre los aspectos fundamentales que limitan su generalización se encuentran elementos medulares del proceso productivo relacionados con el medio de cultivo, la estabilidad del producto final y la capacitación del personal vinculado a su producción, comercialización y aplicación, lo que dificulta su escalado.

Palabras clave: bioproductos, *Azotobacter chroococcum*, Bacterias promotoras del crecimiento vegetal.

ABSTRACT: Biofertilizers worldwide constitute a feasible alternative to improve crop yields and ensure their quality. In Cuba, these products help guarantee agricultural production, since under current conditions it is only possible to cover about 10 % of arable land with agrochemicals. Among the registered bioproducts that are being produced on a large scale to achieve better yields in various crops is the biofertilizer DIMARGON®, which represents a viable and strategic alternative for agroecological production in Cuba. This paper aimed to evaluate the current status and prospects of the biofertilizer DIMARGON®. Made from a selected strain of *Azotobacter chroococcum*, this product has demonstrated remarkable versatility and effectiveness over more than three decades across a wide range of crops, including vegetables, grains, oilseeds, fruit trees, medicinal plants, ornamentals, and root crops. However, its large-scale production and national commercialization remain limited, restricting its potential impact on the Cuban agricultural sector. Among the fundamental factors limiting its widespread adoption are core elements of the production process related to the culture medium, the stability of the final product, and the training of personnel involved in its production, marketing, and application, which hinders its scaling.

Key words: bioproducts, *Azotobacter chroococcum*, commercialization.

*Correspondencia a: mariselortega9@gmail.com

Recibido: 28/02/2025

Aceptado: 24/07/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses

Contribución de los autores: Julio Gómez González: **Conceptualización, investigación.** Yoania Rios Rocafull: **Curación de datos, investigación, supervisión, escritura-borrador inicial, escritura-revisión y edición.** Grisel Tejeda González: **Metodología, curación de datos, supervisión, escritura-borrador inicial, escritura-revisión y edición.** Bernardo Dibut Álvarez: **Investigación.** Marisel Ortega García: **Curación de datos, investigación, supervisión, escritura-borrador inicial, escritura-revisión y edición**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el uso de la biofertilización se considera una alternativa factible para mejorar los rendimientos de los cultivos y garantizar la calidad de los mismos (Rivadeneira, 2022), con una reducción considerable del uso de productos químicos (Orozco-Mosqueda et al., 2021; Santoyo et al., 2021), lo que favorece la salud del medio ambiente (Kumar et al., 2021). Por esta razón, constituye una tendencia creciente el empleo de una amplia gama de biofertilizantes elaborados a partir de cepas seleccionadas, con acción positiva como estimuladoras del crecimiento en los cultivos (Basu et al., 2021).

En Cuba, los biofertilizantes constituyen un elemento clave para garantizar las producciones agrícolas, ya que en la actualidad solo es posible cubrir con agroquímicos alrededor del 10 % de las áreas cultivables (Departamento de Suelos y Fertilizantes, 2022). En este contexto, el país tiene identificados un grupo de bioproductos registrados, aprobados para su producción a gran escala, cuya aplicación ha adquirido cada vez más importancia desde el punto de vista económico y ecológico (Farrés, 2023).

La articulación que existe entre los centros de investigación y las entidades productivas favorece este escenario, y potencia la inclusión de los principales resultados a la práctica productiva, lo que aporta credibilidad a los mismos. El biofertilizante DIMARGON® representa uno de los productos biotecnológicos más relevantes desarrollados en Cuba para la agricultura sostenible. Su formulación microbiana ha demostrado eficacia en la mejora de la nutrición vegetal, la productividad de los cultivos y la reducción del uso de fertilizantes químicos, contribuyendo así a la seguridad alimentaria y la protección ambiental. Por esta razón, es uno de los productos seleccionados por sus bondades que se transfirió, en el año 2012, a la empresa Labiofam S.A como centro rector de la producción de este tipo de insumos. Este producto, elaborado a partir de una cepa seleccionada de *Azotobacter chroococcum*, se ha destacado desde hace más de 30 años por su amplia versatilidad metabólica y efecto beneficioso sobre cultivos de hortalizas, granos, oleaginosas, frutales, plantas medicinales,

plantas ornamentales y viandas (Martínez y Dibut, 2012). No obstante, actualmente se encuentra limitada su fabricación a gran escala y su comercialización en el país, lo que sin dudas afecta su uso por parte del sector productivo.

A partir de ello, la presente investigación se propuso como objetivo realizar una evaluación del estado actual y perspectivas del biofertilizante DIMARGON®, con el fin de potenciar su uso como contribución a la producción agroecológica de alimentos en Cuba.

DESARROLLO

Se debe destacar que entre las principales fortalezas de este biofertilizante se fundamenta su acción estimuladora del crecimiento vegetal, elemento que se encuentra avalado por estudios realizados con este producto en el país (Martínez y Dibut, 2012; Departamento de Suelos y Fertilizantes, 2022) y por la literatura internacional. En este sentido, sobre el género *Azotobacter* se describe su capacidad para fijar nitrógeno en un rango de entre 9,54 a 11,79 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (N-NH₃).

(Florez-Márquez et al., 2017), con la producción en un año de hasta 20 kg nitrógeno por hectárea, lo cual lo convierte en un valioso recurso para el agricultor (Mankar et al., 2020). De igual forma, permite reducir el uso de fertilizantes químicos, aumentar el rendimiento de nitrógeno en los cultivos y favorecer el medio ambiente (Song et al., 2020).

En cuanto a su interacción con los cultivos, se describe que presenta un efecto promotor del crecimiento asociado fundamentalmente a la síntesis de fitohormonas, la fijación de nitrógeno (Noar y Bruno-Bárcena, 2018), la solubilización de fosfatos, la mejora de la disposición de los nutrientes, la producción de sideróforos, antibióticos (Chennappa et al., 2018), enzimas líticas y la degradación de las toxinas patógenas entre otros (Surendirakumar et al., 2019). Así mismo, su presencia ha demostrado ser indicador ventajoso para la salud del suelo y el medio ambiente (Mankar et al., 2020).

En cuanto a las oportunidades, sin dudas el marco legal con que actualmente cuenta el país favorece la aplicación de los bioproductos al disponer de una "Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional" (2022)

que sirve de sustento jurídico al plan estratégico del país en esta materia que potencia su uso en la práctica agrícola. También se plasman aspectos técnicos donde se ha avanzado en estudios con el microorganismo. Por ejemplo, en cuanto a los métodos de encapsulación, se ha probado para la bacteria el alginato aprovechando la capacidad del microorganismo de formar quistes (Martínez-Ortiz *et al.*, 2020).

La mayor parte de las debilidades que se describen para la producción a gran escala de este biofertilizante son de carácter objetivo, ya que se relacionan con la composición del medio de cultivo, fundamentalmente con la cantidad de sales que este presenta, lo cual encarece el costo de producción; y con la estabilidad del producto final que atenta contra el proceso de comercialización. Estos elementos son los que se deben abordar en los nuevos estudios que se realicen con el microorganismo, con el fin de contar con variantes más adecuadas para el proceso de producción y comercialización en el país. No obstante, se debe aclarar que la pérdida de viabilidad microbiana durante el almacenamiento, es un aspecto común no solo para productos elaborados a partir de *Azotobacter*, sino para los productos biológicos en general. Con respecto a la estabilidad de las cepas, se conoce como el tiempo y las condiciones de conservación son factores determinantes para garantizar su estabilidad (Filippova *et al.*, 2012). La conservación en medios de cultivo sólidos a 4°C de temperatura por varios años y las transferencias sucesivas que se emplean al no contar con métodos de conservación a largo plazo, por lo que sería de gran utilidad poder utilizar métodos más eficientes para la conservación a largo plazo de las cepas microbianas como la criopreservación o la liofilización fundamentalmente, para el uso no solo del biofertilizante DIMARGON®, sino para todos los productos biológicos que se elaboren en el país.

Sin embargo, hay otros elementos que se incluyen como parte de las amenazas que no se encuentran sustentados a partir de los resultados alcanzados con el uso del biofertilizante, como por ejemplo: su efectividad asociado al cultivo y las prácticas agronómicas, la pérdida de efectividad combinado con la fertilización y su efecto en condiciones de estrés, ejemplo de ello en suelos ácidos; lo que demuestra el desconocimiento que existe sobre el biofertilizante no solo por parte de los productores,

sino de la empresa encargada de su obtención a gran escala, divulgación y comercialización en el país. Sobre el tema se puede apuntar que la principal fortaleza del biofertilizante DIMARGÓN® es su alta efectividad sobre cultivos varios, con resultados positivos en distintos tipos de suelos, condiciones de producción e incluso, área geográfica (Martínez y Dibut, 2012).

Con respecto a su acción en suelos ácidos la cepa que constituye su principio activo ha demostrado ser tolerante a condiciones ambientales adversas (Chennappa *et al.*, 2018). Además, Mankar *et al.* (2020) manifestaron que, aunque el pH óptimo de crecimiento del microorganismo se encuentra entre 7 a 7.5, éste puede desarrollarse en el rango entre 4.5 y 9. De igual forma, otros autores destacan la capacidad del género de formar quistes, que le permiten sobrevivir frente a condiciones de congelamiento, salinidad, sequía y radiación ultravioleta (Sánchez-Yáñez *et al.*, 2022). También, se conoce que contribuye a la supervivencia de la bacteria su posibilidad de generar biopelículas y de producir polisacáridos (Huamán-Castilla *et al.*, 2021), elementos que actúan como barrera de resistencia. Todos estos aspectos demuestran la necesidad de estudiar sus potencialidades, ya que no se cuenta con resultados concretos que demuestren la pérdida de su capacidad metabólica bajo esas condiciones de estrés.

Por último, entre las amenazas se puede apreciar que muchas de ellas son comunes para todos los productos biológicos, como el marco regulatorio, la competencia con otros biofertilizantes, el tiempo del proceso de escalado y la capacitación. Sin embargo, algunos de estos temas se pueden abordar desde la ciencia y la innovación, haciendo que esta amenaza disminuya. Por ejemplo, la desconfianza de los agricultores y la preferencia de éstos por la fertilización química es un tema importante, donde las acciones de capacitación pueden tener un impacto directo. Además, no todos los sistemas productivos tienen acceso a la fertilización mineral, por lo que el manejo adecuado del biofertilizante y su efecto positivo demostrado en la práctica puede ser una oportunidad para estimular el crecimiento de los cultivos y potenciar su rendimiento bajo estas condiciones. Conjuntamente, existen estudios que demuestran el potencial del microorganismo para reducir dosis de fertilizantes nitrogenados



a menos del 50 %, en diferentes cultivos (Mankar et al., 2020; Chao y Liyu, 2021), lo cual también se debe aprovechar por la mejora ambiental y la ganancia económica que ello representa.

En cuanto a la competencia con otros bioinsumos, el biofertilizante DIMARGON® muestra atributos diferentes a *Rhizobium* o Micorrizas, con mecanismos de acción y nichos ecológicos distintos, por lo que es posible proponer su uso como parte de paquetes tecnológicos; por ello, lejos de ser una amenaza para el uso de estos productos, puede ser un complemento que permita alcanzar mejores resultados. El empleo de *Azotobacter* con otras bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) se encuentra ampliamente documentado y describe los resultados positivos que se obtienen en diferentes cultivos cuando se combinan las bondades de esta bacteria (Aasfar, 2021).

De forma general, el estudio demostró la necesidad de la producción del biofertilizante DIMARGON® a gran escala en el país debido fundamentalmente a: 1) su efecto promotor del crecimiento; 2) su amplio espectro de acción con respecto a cultivos que puede beneficiar y sistemas productivos donde es favorable su aplicación; 3) las posibilidades que tiene de combinarse con otros productos biológicos para potenciar, de esta forma, su efectividad; todo lo cual son elementos a considerar como parte del manejo agroecológico de los cultivos en Cuba.

Las limitaciones que atentan contra su producción se pueden separar tres vertientes fundamentales: aspectos técnicos relacionados con la composición del medio de cultivo y la estabilidad del producto final; la comunicación entre las entidades productoras y los institutos de investigaciones; la capacitación tanto a las entidades productoras y comercializadoras como a la base productiva sobre la aplicación del bioproducto y sus bondades. Este último, es un tema esencial, ya que tanto el conocimiento como la actualización definen el éxito de los resultados y es un aspecto en el que se impone un trabajo sistematizado.

Se destacan, como aspectos medulares del proceso productivo del biofertilizante DIMARGON, el control de la calidad y la conservación adecuada del producto terminado antes de su aplicación

en campo por los productores o implicados en el proceso, elementos que también han influido negativamente en la aceptación del biofertilizante. Estos aspectos también se deben incluir en las estrategias de capacitación para potenciar el uso de este producto en el país.

Entre las **perspectivas y proyecciones** que se tienen con este producto, se encuentran las innovaciones que deben ser generalizadas en su escalado:

Capacitación del personal para enfrentar la mejora del proceso productivo, adquisición de materias primas, nuevas formulaciones, la conservación del producto final para garantizar su calidad, la estabilidad de las cepas comerciales y la capacitación para el manejo y uso del producto terminado. De igual forma, las alianzas estratégicas con instituciones nacionales e internacionales pueden contribuir a la mejora del proceso de obtención del biofertilizante DIMARGON® en el campo de la producción agroecológica de alimentos en Cuba.

CONCLUSIONES

DIMARGON® se consolida como un biofertilizante estratégico para la agricultura cubana, con resultados comprobados en la mejora de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La integración de esfuerzos en la investigación, el desarrollo, la producción y la capacitación, junto con la modernización tecnológica y la expansión de mercados, son aspectos que potenciarán su impacto en los próximos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aasfar, A. (2021). Nitrogen fixing *Azotobacter* species as potential soil biological enhancers for crop nutrition and yield stability. *Frontiers*. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.628379/full>. Consultado: mayo 2022
- Basu, A., Prasad, P., Das, S.N., Kalam, S., Sayyed, R.Z., Reddy, M. S. y El Enshasy, H. (2021). Plant growth promoting *Rhizobacteria* (PGPR) as green bioinoculants: recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*, 13, 1140. <http://dx.doi.org/10.3390/su13031140>.

- Chao, A. y Liyu, Z. (2021). Enhanced efficient nitrogen fixing composite microbial system with non *Azotobacter* and application thereof (AU2021103149). patentscope.wipo.int. https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=AU328840871&_cid=P20-1MXW9-
- Chennappa, G., Sreenivasa, M. Y. y Nagaraja, H. (2018). *Azotobacter salinestris*: A novel pesticide-degrading and prominent biocontrol PGPR bacteria. *Microorganisms for Green Revolution*, 23-43. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7146-1_2
- Departamento de Suelos y Fertilizantes (2022). Manual práctico para el uso de bioproductos. Departamento de Suelos y Fertilizantes. División de Sanidad Vegetal. Órgano Central del Ministerio de la Agricultura, La Habana. 53 p.
- Farrés, E. (2023). Bioproductos para la producción de frutas. IIFT- AgroFrutales. La Habana, Cuba. Disponible en: <https://www.undp.org>. Consultado: enero, 2025
- Filippova, S. N., Surgucheva, N. A. y Gal, V. F. (2012). Long-term storage of collection cultures of Actinobacteria. *Microbiology*, 81(5): 630-637, <http://dx.doi.org/10.1134/S0026261712050062>.
- Florez-Márquez, J.D., Leal-Medina, G.I., Ardila-Leal, L.D. y Cárdenas-Caro, D.M. (2017). Aislamiento y caracterización de rizobacterias asociadas a cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.) del norte de Santander (Colombia). *Agrociencia*, 51 (4), 373-391. versión On-line ISSN 2521-9766, versión impresa ISSN 1405-31
- Huamán-Castilla, N.L., Allcca-Alca, E.E., Allcca-Alca, G.J. y Quispe-Pérez, M.L. (2021). Biopolímeros producidos por *Azotobacter*: síntesis y producción, propiedades físico-mecánicas, y potenciales aplicaciones industriales. *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 369-377. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.040>
- Kumar, R. Saurabh, K., Kumawat, N., Sundaram, P.K., Mishra, J.S., et al. (2021). Sustaining productivity through integrated use of microbes in agriculture. En: Seneviratne, G. y Zahir, J.S. (Eds.), *Role of Microbial Communities for Sustainability*. *Microorganisms for Sustainability* (pp. 109-145). Springer. Singapore.
- Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional. (2022). Caceta Oficial de Cuba. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu>. Consultado: diciembre 2023
- Mankar M.K, Sahay, S. y Gothawal R. (2020) Potential of *Azotobacter* in sustainable agriculture. *Journal of Advanced Scientific Research*, 116, 01-09. ISSN: 0976-9595.
- Martínez, R. y Dibut, B. (2012). Biofertilizantes bacterianos. Editorial Científico-Técnica. Instituto Cubano del Libro, La Habana. ISBN 978-959-05-0659-8. 279.
- Martínez-Ortiz, I.C., Ahumada-Manuel, C.L., Hsueh, B.Y., Guzmán, J., Moreno, S., Cocotl-Yañez, M., Waters, C.M., Zamorano-Sánchez, D., Espín, G. y Núñez, C. (2020). Cyclic di-GMP-mediated regulation of extracellular mannuronan C-5 epimerases is essential for cyst formation in *Azotobacter vinelandii*. *Journal of bacteriology*, 202(24), e00135-20. <https://doi.org/10.1128/JB.00135-20>
- Noar, J.D. y Bruno-Bárcena, J.M. (2018). *Azotobacter vinelandii*: the source of 100 years of discoveries and many more to come. *Microbiology* (Reading, England), 164(4), 421-436. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000643>
- Orozco-Mosqueda, M.D.C., Flores, A., Rojas-Sánchez, B., Urtis-Flores, C. A.; Morales-Cedeño, L.R., et al. (2021). Plant growth-promoting bacteria as bioinoculants: attributes and challenges for sustainable crop improvement. *Agronomy*, 11, 1167. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061167>
- Rivadeneira, Briones L.X. (2022). Aplicación de biofertilizantes para el incremento de la producción de maíz (*Zea mays* L.) en San Rafael-Santa Elena [tesis de ingeniería, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/4577/1/tnf04v699.pdf>. Consultado: mayo 2023
- Sánchez-Yáñez, J.M., Velázquez-Medina, A., Cabrera-Reinaldo, I., Amador-Vargas, W.L. y Vela-Muzquiz, G.R. (2022). Supervivencia de *Azotobacter* y otros grupos microbianos en suelo seco almacenado. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 13(1), 3-15. ID: 154/JSARS/2021
- Santoyo, G., Guzmán-Guzmán, P., Parra-Cota, F.I., Santos-Villalobos, S.D.L., Orozco-Mosqueda, M.D.C. y Glick, B.R. (2021). Plant growth stimulation by microbial consortia. *Agronomy*, 11, 219. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020219>

Song, Y., Liu, J. y Chen, F. (2020). Azotobacter chroococcum inoculation can improve plant growth and resistance of maize to armyworm, *Mythimna separata* even under reduced nitrogen fertilizer application. *Pest Management Science*. 76. <https://doi.org/10.1002/ps.5969>

Surendirakumar, K., Pandey, R.R. y Muthukumar T. (2019). Influence of indigenous arbuscular mycorrhizal fungus and bacterial bioinoculants on growth and yield of *Capsicum chinense* cultivated in non-sterilized soil. *The Journal of Agricultural Science*. 157(1):31-44. doi: <https://doi.org/10.1017/S0021859619000261>