



## Aplicación de bioestimulantes cubanos en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L)

### Application of Cuban biostimulants in the rice cultivation (*Oryza sativa* L)

 Aida Tania Rodríguez Pedroso\*,  Miguel Ángel Ramírez Arrebato,  Yosleidy Valle Fernández

Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Carretera La Francia Km 1½, Los Palacios Pinar del Río, CP. 22900, Cuba.

**RESUMEN:** En la agricultura actual se trabaja intensamente en la búsqueda de productos que permitan favorecer el crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como aumentar los rendimientos, siendo recomendables aquellos de origen natural, biodegradables y no causen daños al medio ambiente. El arroz (*Oryza sativa*, L.) es uno de los cultivos en los que se ha venido investigando la aplicación de bioestimulantes y el efecto positivo sobre su germinación, crecimiento y rendimiento. Entre ellos, se encuentra Biobras-16®, FitoMas E®, Pectimorf®, Liplant® Quitomax® y los extractos vegetales. El objetivo de esta revisión es mostrar los resultados del efecto de algunos bioestimulantes obtenidos en Cuba aplicados al cultivo del arroz. Así como, sus dosis, momentos de aplicación y su potencial para incrementar los rendimientos. Por lo que, constituyen una alternativa viable para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés

**Palabras claves:** biocompuestos, germinación, rendimiento, crecimiento.

**ABSTRACT:** In modern agriculture, intensive efforts are underway to identify products that enhance crop growth and development, as well as increase yields. Preference is given to those of natural origin, biodegradable, and environmentally safe. Rice (*Oryza sativa* L.) is among the crops where the application of biostimulants has been researched actively, demonstrating positive effects on germination, vegetative growth, and productivity. Among the biostimulants studied are commercial formulations such as Biobras-16®, FitoMas E®, Pectimorf®, Liplant®, Quitomax®, and plant extracts. The objective of this review is to present the results of the effects of several biostimulants developed in Cuba and applied to rice cultivation, including their dosages, timing of application, and potential to increase yields. These products represent a viable alternative to promote plant growth and development while enhancing resistance to stress conditions.

**Key words:** biocomposites, growth, germination, yield.

## INTRODUCCIÓN

El futuro de la agricultura pasa por alimentar a una población en aumento, la lucha contra el cambio climático, las altas temperaturas, sequías, abren la necesidad de cultivos más resistentes a plagas y enfermedades, con mayores rendimientos y la utilización de productos más amigables con el medio ambiente. Además, el deterioro acelerado de los agroecosistemas por el mal manejo de la

producción agrícolas, entre otros, impone al sector agroindustrial la búsqueda y formulación de nuevos y mejores productos naturales que permitan obtener producciones agrícolas sostenibles y alimentos más saludables (1).

En la actualidad, la utilización de bioestimulantes en la agricultura ha aumentado en el contexto internacional con resultados muy prometedores para que ésta sea más sustentable en el nuevo milenio (2).

\*Autora para correspondencia. [atania@inca.edu.cu](mailto:atania@inca.edu.cu)

Recibido: 03/03/2024

Aceptado: 19/12/2024

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización:** Aida Tania Rodríguez Pedroso, Miguel Ángel Ramírez Arrebato. **Revisión del tema en INTERNET:** Aida Tania Rodríguez Pedroso, Miguel Ángel Ramírez Arrebato, Yosleidy Valle Fernández. **Escritura del borrador inicial:** Aida Tania Rodríguez Pedroso y Yosleidy Valle Fernández. **Escritura y edición final:** Aida Tania Rodríguez Pedroso, Miguel Ángel Ramírez Arrebato.

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/>



En Cuba, desde finales de la década del 80 del siglo pasado hasta la actualidad se investiga en la obtención, caracterización y aplicación de bioestimulantes en cultivos de interés económico para el país. Entre estos cultivos se encuentra el arroz (*Oryza sativa* L), el cual desde 1967 alcanzó gran importancia en los planes económicos del país como alimento para la sociedad cubana por su elevado consumo per cápita anual (3).

El arroz demanda de una elevada aplicación de fertilizantes minerales y pesticidas. Sin embargo, se ha comprobado científicamente que el uso indiscriminado de estos químicos-sintéticos implica no solo un costo elevado, sino que con su aplicación se reduce la biodiversidad, aumentan los riesgos de salinización y de nutrientes esenciales, cambios en la acidez y la degradación general de la calidad del suelo (4, 5).

Atendiendo a esta situación, se hace necesaria la búsqueda de soluciones más económicas para la fertilización de los diferentes cultivos, como el uso de biofertilizantes, abonos orgánicos y bioestimulantes del crecimiento vegetal, debido a la función que estos cumplen en la nutrición vegetal, a sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y a su influencia en la actividad fisiológica de las plantas (6-8).

## Los bioestimulantes

Los bioestimulantes agrícolas son unos de los productos más antiguos utilizados en la agricultura; sin embargo, su aplicación no llegó hasta la década de los noventa (9).

Se consideran que son cualquier sustancia de origen biológico u orgánico o de un grupo de microorganismos benéficos que al aplicarse a las plantas, son capaces de mejorar su eficacia en la absorción y asimilación de nutrientes, la tolerancia a estreses bióticos y abiótico. Además, renueva algunas de sus características agronómicas, independientemente del contenido de nutrientes (10, 11). También estimula y vigoriza a las plantas desde su la germinación hasta la fructificación, reduce el ciclo de vida del cultivo e incrementa su rendimiento de los cultivos (12).

Estos bioproductos, además, mejoran el desarrollo de las raíces, dando a la planta una superficie mayor para absorber agua y nutrientes, promueven los microorganismos beneficiosos, que descomponen los nutrientes de manera más accesibles para las plantas, equilibran el pH del suelo, mejorando su estructura y logrando un adecuado desarrollo de los cultivos, además de protegerlos de las enfermedades del suelo (13). Gracias a los al efecto de los bioestimulantes, las plantas son protegidas del estrés y los cambios adverso en su entorno. Esto es debido al enfoque *Multiómica* que ha ayudado a comprenderla acción de los bioestimulantes a nivel celular en las plantas, donde actúan como mensajeros en la transducción de señales, similares a las fitohormonas y otros compuestos químicos que ayudan a mitigar los impactos de las condiciones ambientales, manteniendo la seguridad alimentaria (14, 11). Dentro de las categorías de bioestimulantes se encuentran los extractos de algas

marinas y de plantas, microbianos (hongos y bacterias beneficiosas), sustancias húmicas, aminoácidos y mezclas de péptidos, quitosanos y otros polímeros y compuestos inorgánicos (10, 11, 15)

En Cuba, la aplicación de bioestimulantes juega un papel de suma importancia desde el punto de vista económico y ambiental. Económico porque reduce los costos en cuanto a importaciones de insumos para la agricultura ya que estos pueden ser elaborados en territorio nacional con las propias materias primas que cuenta el país. En cuanto al aspecto ambiental, ayudan a proteger a las plantas de los efectos del estrés, se reduce la dependencia de fertilizantes y pesticidas químicos, promoviendo la salud ambiental y la resiliencia. No representa un agente contaminante para el medio ambiente, ni para el hombre, viendo en estos un camino para lograr una agricultura sostenible (9).

Entre los bioestimulantes producidos y empleados en Cuba se encuentran: Biobras-16® que tiene como principio activo un análogo espirostanico de brasinoesteroides, compuesto orgánico de comprobados efectos estimulantes y afectan positivamente en los rendimientos agrícolas, es producido por el Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, el cual tiene una concentración de 1 g L<sup>-1</sup> (16)

FitoMas E® es un nuevo derivado de la industria azucarera cubana que actúa con marcada influencia antiestrés, presenta efecto bioestimulante, porque potencializa el crecimiento y desarrollo de los cultivos, obtenido y desarrollado en el Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). El producto es un coctel natural de sustancias orgánicas intermediarias complejas de alta energía, entre ellas se encuentran aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono (17)

Pectimorf® se reconoce como un biorregulador cubano, obtenido a partir de residuos de la industria citrícola, cuyo principio activo es una mezcla de oligosacáridos de origen péptico, desarrollado por el grupo de productos bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La capacidad del Pectimorf® para inducir y desarrollar el enraizamiento e incrementar de forma notable el desarrollo y vigor de las plantas *in vitro* de diferentes cultivos, lo validan como una alternativa promisorio en la biotecnología vegetal. (18, 19).

Liplant® es un bioestimulador vegetal y portador de nutrientes (Ca, Mg, Na, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K, N), aminoácidos libres, polisacáridos, carbohidratos, elementos inorgánicos, sustancias humificadas, microorganismos benéficos, hormonas vegetales y humus solubles. Producido por la Universidad Agraria de La Habana (UNAH) a partir de vermicompost (20).

Quitomax® es un bioproducto líquido cuyo principal componente activo son polímeros de quitosano. Este bioestimulante es aplicado en diferentes cultivos y estimula el desarrollo y la calidad de los mismos. Es un producto comercial del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) (21, 22).

Extractos vegetales con actividad bioestimulante contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos que mejoran la mayoría de los procesos fisiológicos, estimulan el crecimiento y desarrollo e incrementa la producción final de los cultivos (23)

## Cultivo del arroz

El arroz (*Oryza sativa*, L) es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial; se considera el más importante del mundo por la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. Constituye uno de los cereales más ampliamente cultivados en el mundo, con una producción promedio anual de aproximadamente 523.73 millones de toneladas, siendo Asia con China e India los que dominan la producción mundial de arroz, representando juntos más de la mitad de la producción mundial, seguida por América, con una producción de 37 millones de toneladas (5 % del total global), lo que explica la enorme importancia estratégica de la producción de arroz para muchos países de nuestro continente.

En Cuba, el arroz constituye una parte importante en la dieta diaria de la población, siendo el consumo per cápita actual uno de los más altos de América Latina, cuyo estimado es de unos 80,38 kg anual (24). Sin embargo, los rendimientos son bajos de 2,61 t. ha<sup>-1</sup> debido al efecto de diversos factores, bióticos y abióticos, entre ellos: las plagas y las enfermedades, las variables climatológicas, sequía, salinidad. Además, de la tendencia al incremento de los costos de producción por aumento en los precios de los principales insumos, pero como refieren algunos autores (25), con la aplicación de la Ciencia y la Técnica, la humanidad debe producir con mayor sostenibilidad, eficiencia y protección del medio ambiente. Cuba ha decidido reanimar la producción de arroz mediante un programa de desarrollo que permita, de manera paulatina, alcanzar el autoabastecimiento nacional (25). Entre los resultados actuales de la agricultura cubana, es de gran importancia contar con productos de origen natural, no tóxicos, obtenidos a partir de materias primas nacionales, mediante metodologías que reduzcan los costos de producción y aumenten los rendimientos en igual área cultivable y con las mismas o menores aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas químicos importados a precios elevados (26).

## Uso de los bioestimulantes en el cultivo del arroz

Los resultados de la aplicación de los bioestimulantes cubanos en el cultivo del arroz dependen de la dosis y el momento de aplicación.

En el cultivar INCA LP 2 se aplicaron dos dosis (20 y 50 mg ha<sup>-1</sup>) de Biobras-16® en diferentes momentos y en las dos campañas, la de frío y la de primavera, donde se pudo apreciar un incremento en los rendimientos de forma significativa en la campaña de frío, solamente en el número de panículas m<sup>-2</sup>; mientras que en la campaña de primavera se incrementó la misma variable, el número de granos llenos

panícula<sup>-1</sup> y la masa de 1 000 granos (27). Otros autores, al mismo cultivar, le aplicaron tres dosis del producto (20, 50 y 100 mg ha<sup>-1</sup>) pero de Biobrás-6 también en las dos campañas y en dos momentos diferentes, obteniéndose los mejores resultados donde se aplicó la dosis 50 mg ha<sup>-1</sup> fraccionada en partes iguales en el ahijamiento activo e inicio de la paniculación o inicio de la paniculación y llenado del grano, para las campañas de frío y primavera, respectivamente (28).

Otros estudios realizados, pero en condiciones *in vitro* fue la combinación de análogos de brasinoesteroides y reguladores del crecimiento, tanto en la formación de callos como para la regeneración de plantas. Se pudo constatar que el BB-6 puede ser utilizado en sustitución de la citoquinina en la regeneración de plantas a partir de callos de arroz (*Oryza sativa* L) de las variedades Amistad-82 e INCA LP 10, ya que estimuló notablemente la diferenciación celular (29).

Dentro de los bioestimulantes, también se encuentran los oligogalacturónidos compuestos que son capaces de estimular respuesta de defensa y de regular el crecimiento y desarrollo de las plantas. En este sentido, se aplicaron diferentes concentraciones (0, 10 y 20 mg.L<sup>-1</sup>) de una mezcla de oligogalacturónidos (MOGs) tanto por tratamiento a la semilla de arroz del cultivar INCA LP 7 durante 24 h como por adición a la solución nutritiva Hoagland, suplementada con NaCl 100 mmol L<sup>-1</sup> (30). Las plantas del tratamiento salino disminuyeron la longitud del vástago y de las raíces; sin embargo, donde se trataron MOGs 20 mg L<sup>-1</sup> mostraron una respuesta contraria, además de observarse un incremento en la actividad peroxidasa en las hojas y una disminución en la concentración de prolina, que permite menor estrés y mejor aclimatación en el medio salino.

El QuitoMax® fue aplicado tanto al cultivar de arroz J-104 y a la INCA LP 5 en diferentes momentos y forma de aplicación, donde en ambos cultivares, se pudo apreciar una mejor respuesta cuando se trataron las semillas durante 15 minutos y la planta recibió las dos aplicaciones foliares con QuitoMax® (22, 31).

Por otra parte, algunos autores (32) evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de quitosano (100, 500, 1000 y 2000 mg L<sup>-1</sup>), principio activo del QuitoMax®, sobre la germinación y crecimiento de las plántulas del cultivar de arroz J-104 y encontraron que las semillas embebidas a la concentración de 1000 mg L<sup>-1</sup>, las primeras en germinar en relación con el resto de los tratamientos. En cuanto a la variable altura de la planta, la concentración 2000 mg L<sup>-1</sup> fue mejor que el testigo con diferencias significativa entre ellos y se apreció esta misma tendencia con los otros tratamientos con quitosano, aunque no se encontró diferencia estadística. También la concentración de 2000 mg L<sup>-1</sup> fue en la que se obtuvo las mayores masas frescas foliares de las plántulas, encontrándose que a medida que aumentó la concentración de quitosano aumentó la masa obtenida.

En el caso del Fitomas E®, algunos investigadores evaluaron el efecto de diferentes dosis (1,5; 2,0 y 2,5 L ha<sup>-1</sup>) sobre el cultivar Selección I y observaron un efecto positivo sobre el crecimiento vegetativo del mismo (33), así como en el rendimiento agrícola y sus componentes (panículas m<sup>-2</sup>, granos llenos por panícula y masa de 1000 granos),

aunque los mejores resultados con la dosis 2.0 L ha<sup>-1</sup> con rendimiento de 5,82 t ha<sup>-1</sup>, 29,8 g masa de 1000 granos, 105,6 granos llenos por panícula y 422,6 panículas m<sup>-2</sup>.

Ácidos húmicos extraídos a partir de vermicompost de estiércol vacuno fueron aplicados en dos concentraciones (34 y 46 mg L<sup>-1</sup>) en condiciones controladas y semicontroladas sobre la variedad IACuba 30. En condiciones controladas se mostró un efecto positivo de estos compuestos sobre la germinación, con un aumento en la emisión de raíces y pelos radicales hasta un 60 % superior al control. En condiciones semicontroladas se estimuló la actividad peroxidasas, aumentó el contenido de proteínas, indicativo de estimulación en la biosíntesis y consumo de aminoácidos, mostrando las potencialidades como protector ante el estrés hídrico (34). Otro grupo de trabajo evaluó en este caso el efecto de dos extractos de sustancias húmicas (ESH I y ESH II) sobre el cultivar de arroz INCA LP 5, donde se pudo apreciar que los extractos no ejercieron efecto sobre la germinación de las semillas de arroz, no obstante, el ESH II aumentó la longitud de la radícula y el coleoptilo. Sin embargo, ambos extractos tuvieron una respuesta positiva en cuanto a la parte aérea (2).

Se evaluaron tres extractos vegetales acuosos, obtenidos a partir de: morera (*Morus alba*), sauce (*Salix babylonica*) y una mezcla proporcionada de morera y sauce sobre la germinación de semillas de arroz del cultivar INCA LP 5 en la provincia de Granma que al tratar la semilla durante 48 h, con los diferentes extractos, se apreció que el extracto foliar de sauce alcanzó el 96,0 % de semillas germinadas en solo seis días (35).

Por otra parte, fue evaluado el efecto del Liplant<sup>®</sup> sobre la callogénesis y regeneración *in vitro* de los cultivares de arroz: INCA LP 5, IACuba 28 y LC88-66, con el objetivo de mejorar la calidad y cantidad del material destinado a la transformación genética de esta especie. El Liplant<sup>®</sup> potenció el efecto del 2,4-D en la callogénesis *in vitro* del arroz. Las menores concentraciones de Liplant<sup>®</sup> favorecieron la generación de plantas en la variedad INCA LP 5, mientras que, en las dos variedades restantes, el bioestimulante no provocó incrementos en la regeneración con respecto al control. Los resultados sugieren el empleo de este bioestimulante como complemento del 2,4-D en la obtención de callos de arroz para la transformación genética de esta especie (36).

En cuanto al Pectimorf<sup>®</sup> se determinó si el tratamiento a la semilla INCA LP7 era capaz de estimular la germinación en medio salino. Para ello, sumergieron las semillas durante 24 h en diferentes concentraciones de Pectimorf<sup>®</sup> (10, 20 y 40 mg L<sup>-1</sup>). Los investigadores observaron que la aplicación de 10 y 40 mg L<sup>-1</sup> del bioproducto aumentó significativamente el porcentaje final de germinación y el índice de vigor en medio salino (37).

La calidad industrial del grano de arroz es otro de los parámetros evaluados al aplicarle los bioestimulantes: Biobras-16<sup>®</sup> y QuitoMax<sup>®</sup>. Los mejores momentos de aplicación se obtuvieron con el QuitoMax<sup>®</sup> con pregerminación en solución de 1 g L<sup>-1</sup> y aspersión con una dosis de 360 mg ha<sup>-1</sup> a los 20 días después de germinado

con un rendimiento de 3,96 t ha<sup>-1</sup> y para el Biobras-16<sup>®</sup> con pregerminación en agua y aspersión con dosis de 10 mg ha<sup>-1</sup> a los 40 días después de germinado con un rendimiento industrial de 3,85 t ha<sup>-1</sup> (38).

## CONCLUSIONES

En esta revisión se demostró que los bioestimulantes cubanos Biobras-16<sup>®</sup>, FitoMas E<sup>®</sup>, Pectimorf<sup>®</sup>, Liplant<sup>®</sup>, QuitoMax<sup>®</sup> y extractos vegetales son capaces de estimular diferentes procesos fisiológicos en el cultivo del arroz tanto *in vivo* como *in vitro* en la formación de callos, regeneración de plantas, en la germinación, crecimiento y rendimiento del mismo. También se destaca las dosis y momentos de aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Espinosa-Antón A, Hernández-Herrera R, González González M. Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biocología Vegetal*. 2020; 20(4):257-282, octubre-diciembre, eISSN 2074-8647, RNPS: 2154
2. Galbán-Méndez JM, Martínez-Balmori D y González-Viera D. Efecto de extractos de sustancias húmicas en la germinación y el crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L), cv. INCA LP5. *Cultivos Tropicales*. 2021; 42(1), e05, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087
3. Pérez MP, Penichet MA. Los rendimientos arroceros en Cuba: propuesta de un sistema de acciones. *Economía y Desarrollo*. 2014. 152(2): 138-54. Available from: <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/67>
4. Guo Rong Z, Ju Mei L, Ming Gang X, Ju Sheng G, Si Yu G. Effects of chemical fertilizer and organic manure on rice yield and soil fertility. *Scientia Agricultura Sinica*. 2009; (42)2:543-551, ISSN 0578-1752. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093098978>
5. Finch HJS, Samuel AM, Lane GPF. Fertilizers and Manures. En Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland 2014; (9th Edition) (pp. 63-91). Woodhead Publishing. Available from: <https://doi.org/10.1533/9781782423928.1.63>
6. Álvarez A, Campo A, Batista E, Morales A. Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas-E como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*. 2015; 49(1):3-9. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223136961001.pdf>
7. Luna R, Reyes JJ, López R, Reyes M, Murillo G, Samaniego C, Espinoza A, Ulloa C, Travez R. Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Centro Agrícola*. 2015. 42(2):69-76. Available from: <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-42-2015/numero-4-2015/68-abonos-organicos-y-su-efecto-en-el-crecimiento-y-desarrollo-del-cultivo-del-tomate-solanum-lycopersicum-l>
8. Fawzy ZF, Shedeed SI, Hassan NMK. A review of Organic Agricultural of Some Vegetable Crops. *American Journal of Food Science and Health* 2016; 2(3): 25-31. Available from: <http://www.aiscience.org/journal/paperInfo/ajfsh?paperId=2380>



9. Salazar Rodríguez Y, Alfonso Martínez J. Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. *Ecovida*. 2021; 11(3), RNPS: 2178/ISSN. 2076-281X, septiembre-diciembre
10. Du Jardin P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Science Horticulture*. 2015; 196:3-14, Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
11. García SD. Función de los aminoácidos como bioestimulantes. Serie Nutrición Vegetal. Número 93. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2p. gel. *Molecules* 2017. 13(8):1599-1616, doi: <https://www.mdpi.com/1420-3049/13/8/1599/pdf>
12. Díaz Medina A, Suárez Pérez C, Díaz Milanés D, López Pérez Y, Morera Barreto Y, López J. Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafetos (*Coffea arabica* L.). *Centro Agrícola*. 2016; 43(4):29-35, ISSN papel: 0253-5785, ISSN on line: 2072-2001; Available from: <http://cagricola.uclv.edu.cu>
13. González Vega M, Rosales Jenqui P, Castilla Valdés Y, Lacerra Espino JA, Ferrer Viva M. Efecto del Bioenraiz como estimulante de la germinación y el desarrollo de plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.). *Cultivos Tropicales*. 2015; 36 (1):73-9, Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193237111009>
14. Bhupenchandra I, Chongtham SK, Devi EL, Choudhary AK, Salam MD, Sahoo MR, Bhutia TL, Devi SH, Thounaojam AS, Behera CMN, Kumar A, Dasgupta M, Devi YP, Singh D, Bhagwati S, Devi CP, Singh HR, Khaba CI. Role of biostimulants in mitigating the effects of climate change on crop performance. *Frontiers in plant science*, 2022, 13, 967665. doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.967665>
15. Rouphael Y, Colla G. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 2020;11(40):1-7, doi: [10.3389/fpls.2020.00040](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040)
16. Rosabal L, Martínez L, Reyes Y Nuñez M. Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobras-16® en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2013; 34 (3): 71-75, ISSN digital: 1819-4087.
17. Montano R, Zuaznabar R, García A, Viñals M, Villar J. Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera. ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar. 2007; 41 (3): 14-21. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120666002>
18. Falcón AB. Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*). *Cultivos Tropicales*. 2014; (28)2: 8790, ISSN 0258-5936. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217731012>
19. Lara Acosta D, Costales Menéndez D, Falcón Rodríguez A. Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Cultivos Tropicales*. 2018; 39(2), abril-junio, ISSN 0258-5936, On-line ISSN 1819-4087.
20. Arteaga M, Garcés N, Novo R, Guridi F, Pino JA, Acosta M, Pasos M, Besú D. Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. *Revista de Protección Vegetal*. 2007; 22(2):110-117, ISSN: 1010-2752.
21. Falcón-Rodríguez AB, Costales Méndez D, González-Peña Fundora D, Nápoles MC. Nuevos productos naturales para la agricultura: Las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(especial):111-129. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr10s115.pdf>
22. Rodríguez-Pedroso AT, Reyes-Pérez JJ, Méndez-Martínez Y, Ramírez-Arrebató MA, Falcón-Rodríguez A, Hernández-Montiel LG. Efecto del QuitoMax® en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) var. J-104. *Revista Facultad de Agronomía*. 2019;36:98-110, Abril-Junio, ISSN 2477-9407
23. Bulgari R, Cocetta G, Trivellini A, Vernieri P, Ferrante A. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture Horticulture*. 2015; 31:1-17, doi: [10.1080/01448765.2014.964649](https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649)
24. Del Valle-Moreno J, González-Viera D, Meneses P, Saborit R, Delgado-Torres C. Estimación del rendimiento agrícola del arroz (*Oryza sativa* L.) en función de diferentes variables climáticas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2020; 29(3):97-102, julio-agosto-septiembre, ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
25. Suárez E, Alfonso R, Cabañas M. Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz. Eds: Alfonso R, Rivero L, Suárez E, Martínez J, Riverón A, Cabañas M, González T, Alemán L, Adelfa A y Contreras Y. Instituto de Investigaciones de Granos. 2020. Artemisa 173p.
26. Falcón Rodríguez AB, González-Peña D, Nápoles García MC, Morales Guevara DM, Núñez Vázquez MC, Cartaya Rubio OE, Martínez González L, Terry Alfonso E, Costales Menéndez D, Dell Amico JM, Jerez Mompié E, González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC. Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2021; 11(1): enero-abril, ISSN 2304-0106, RNPS 2308.
27. Díaz S, Morejón R, Núñez M. Effects of BIOBRAS-16 on rice (*Oryza sativa* L.) yield and other characters. *Cultivos Tropicales*. 2003; 24(2): 35-40, Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193218174006>
28. Morejón R, Díaz S, Núñez M. Efecto del análogo de brasinoesteroides BIOBRAS-6 en el rendimiento y otros caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*. 2004; (25):1, 55-59. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179009.pdf>
29. González M,; Merrys AK, Núñez M. Utilización del brasinoesteroide como posible sustituto de citoquininas *in vitro*. *Cultivos Tropicales*. 1994; 15(3):78.
30. Núñez Vázquez M, Martínez González L, Reyes Guerrero Y. Oligogalacturónidos estimulan el crecimiento de plántulas de arroz cultivadas en medio salino. *Cultivos Tropicales*. 2018; 39(2):96-100, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital:1819-4087
31. Rodríguez-Pedroso AT, Ramírez-Arrebató MA, Falcón-Rodríguez AB, Bautista-Baños S, Ventura-Zapata E, Valle-Fernández Y. Efecto del Quitomax® en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L) var. INCA LP 5. *Cultivos Tropicales*. 2017; 38(4):156-159, octubre-diciembre, ISSN impreso: 0258-5936, ISSN digital: 1819-4087

32. Pérez Mesa S, Rodríguez Pedroso AT y Ramírez Arrebato MA. Efecto de diferentes concentraciones de quitosana sobre la germinación y crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L). Revista Científica Avances. 2015; 17(4), octubre-diciembre, ISSN 1562-3297 RNPS 1893.
33. Ramos Escalona M, Alarcón Zayas A, Pérez Figueredo KD. Evaluación del bioestimulante Fitomas-E en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L) variedad Selección I (Original). Revista Granmense de Desarrollo Local. 2022;6(4): 221-238, octubre-diciembre. Available from: <https://redel.udg.co.cu>
34. Hernández R, García A, Portuondo L, Muñiz S, Berbara R, Izquierdo F. Protección antioxidativa de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost en arroz (*Oryza sativa* L) var. IACuba 30. Revista Protección Vegetal. 2012; 27(2):102-110. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/336724240>
35. Chávez Núñez A, Rodríguez Rodríguez S y Miranda Hidalgo D. Evaluación de extractos vegetales en la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L) cultivar LP 5 en Yara, provincia Granma. Revista Granmense de Desarrollo Local. 2021;5(2) abril-junio. Available from: <https://redel.udg.co.cu>
36. Godoy L, Héctor E, Valera E, Torres A. Callogénesis y regeneración *in vitro* de arroz (*Oryza sativa* L) con los bioestimulantes cubanos Biostan y Liplant. Cultivos Tropicales. 2006;27(3):31-36. Available from: <http://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=193215825004>
37. Pérez-Domínguez G, López-Padrón I, Martínez-González L, Reyes-Guerrero Y, Núñez-Vázquez M de la C. Bioestimulantes promueven la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) en medio salino. Cultivos Tropicales. [Internet]. 31 de enero de 2023 [citado 19 de octubre de 2023];43(2):e10. Available from: <https://ediciones.in-ca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1661>
38. González YA, González LG, Lanchimba WI. Calidad industrial del arroz bajo el efecto de la aplicación de Biobrás-16® y Quitomax®. Revista Granmense de Desarrollo Local. 2023; 7(2): abril-junio, ISSN: 2664-3065 RNPS: 2448.