

Impactos Productivos de Bioestimulantes Cubanos en la Agricultura



Autores

Miriam de la C. Núñez Vázquez
Yanelis Reyes Guerrero
Alejandro B. Falcón Rodríguez

Mayabeque, 2021

IMPACTOS PRODUCTIVOS DE BIOESTIMULANTES CUBANOS EN LA AGRICULTURA

AUTORES

Miriam de la C. Núñez Vázquez

Yanelis Reyes Guerrero

Alejandro B. Falcón Rodríguez

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



Mayabeque, 2021



Edición y diagramación: Yamila Isabel Díaz Bravo

Diseño de cubierta: Eduardo Calves Somoza

SOBRE LA PRESENTE EDICIÓN:

© Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 2021

© FAO, 2021

© Ediciones INCA, 2021

ISBN: 978-959-7258-10-0

ISBN: 978-959-7258-10-0



Versión electrónica

carretera San José-Tapaste, km 3½
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
Gaveta postal 1. CP 32700



sitio web: <http://ediciones.inca.edu.cu/>

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN / 5

II. BIOESTIMULANTES NACIONALES Y SUS EFECTOS EN DIFERENTES CULTIVOS

Biobras-16® / 7

FitoMas-E® / 13

QuitoMax® / 20

Pectimorf® / 25

Bioenraiz® / 31

Tomaticid® / 32

Biojas® / 33

III. CONSIDERACIONES GENERALES / 35

REFERENCIAS / 37

SÍNTESIS

Los bioestimulantes, en la actualidad, son considerados en la literatura internacional como cualquier sustancia o microorganismo capaz de estimular la eficiencia de la nutrición, la tolerancia a estreses abióticos y/o mejorar la calidad de los cultivos con independencia de su contenido de nutrientes.

En Cuba, hace más de dos décadas, diversas instituciones científicas han venido trabajando en la obtención de diversos bioestimulantes tanto de origen microbiano o no, capaces de estimular el rendimiento agrícola y la tolerancia de las plantas ante determinados tipos de estrés tanto abióticos como bióticos. Sin embargo, no se ha logrado una generalización en el uso de los bioestimulantes en la producción agrícola nacional. Por ese motivo, en los últimos tiempos, se ha trabajado en la elaboración de un programa nacional que priorice la obtención y el uso de algunos bioestimulantes cubanos en la agricultura, con vistas a sustituir agroquímicos de importación y de esta forma contribuir a la obtención de la soberanía alimentaria a la que aspira el país.

En este documento, se resumen la mayoría de los resultados que se han publicado relacionados con las aplicaciones de siete bioestimulantes de producción nacional (Biobras-16®, FitoMas-E®, QuitoMax®, Pectimorf®, Bioenraiz®, Tomaticid® y Biojas®), tanto solos como combinados entre sí o con otros bioestimulantes, en diferentes cultivos.

El conocimiento de esta información complementa y enriquece la incluida en el Manual práctico para uso de bioproductos y fertilizantes líquidos con relación a estos bioestimulantes; ya que en el documento se presentan el modo y momentos de aplicación, así como las dosis más efectivas para cada uno de los cultivos evaluados; lo cual, sin dudas, contribuirá a hacer un uso más racional y efectivo de estos productos; además, de que revela las ventajas que ha tenido el uso combinado de los mismos, en algunos cultivos.

Los autores

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola cubana, hoy más que nunca, necesita incrementar los rendimientos y elevar los contenidos nutricionales de los cultivos, principalmente con insumos nacionales que contribuyan a la disminución de los agroquímicos importados.

En Cuba, desde la década de los 90 se ha investigado intensamente en la búsqueda de bioproductos provenientes de materias primas naturales, lo que ha llevado a que, en la actualidad, existan alrededor de 21 productos catalogados como biofertilizantes y bioestimulantes. Estos bioproductos tienen como valor agregado que son inocuos para el medio ambiente lo que disminuye la contaminación producida por los agroquímicos sintéticos y contribuyen a que los alimentos sean más sanos y con mejor calidad nutricional.

Los diferentes bioproductos históricamente se han dividido en biofertilizantes, estimulantes, enraizadores, fertilizantes líquidos, etc. Sin embargo, en los últimos años importantes personalidades del mundo científico han calificado a los bioestimulantes como cualquier sustancia o microorganismo que aplicados a las plantas sea capaz de estimular la eficiencia de la nutrición, la tolerancia a estreses abióticos y/o mejorar la calidad de los cultivos con independencia de su contenido de nutrientes (Du Jardin, 2015) y más recientemente, la definición más abarcadora de Yakhin *et al.* (2017) plantea que son productos basados en materias primas naturales que, usados en pequeñas dosis, son capaces de modificar procesos fisiológicos y bioquímicos para alcanzar el potencial genético de productividad, debido a cambios en el contenido hormonal, activación de procesos metabólicos, incremento de la eficiencia de la nutrición, estimulación del crecimiento y desarrollo y fortalecimiento de la capacidad para contrarrestar los efectos negativos de varios factores estresantes.

El conocimiento de los modos de acción de estos bioestimulantes, sus formas de aplicación y la optimización de las dosis empleadas es imprescindible para su utilización racional y efectiva; aun más, en nuestro país, que dedica recursos a la producción de estos bioestimulantes.

Por esta razón, el objetivo central de este documento fue recopilar la información existente en el país relacionada con las dosis, los momentos de aplicación y los efectos que han provocado en diversos cultivos los siete bioestimulantes registrados y priorizados por la agricultura (Biobras-16[®], FitoMas-E[®], QuitoMax[®], Pectimorf[®], Bioenraiz[®], Biojas[®], Tomaticid[®]). El conocimiento, estudio y difusión de este compendio, contribuirá, firmemente, a hacer un uso más adecuado de estos bioproductos en la práctica agrícola nacional.

BIOESTIMULANTES NACIONALES Y SUS EFECTOS EN DIFERENTES CULTIVOS

Biobras-16®

Los brasinoesteroides son compuestos naturales de estructura esteroidal que se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal y que poseen una potente actividad biológica. A principios de la década del 90 del pasado siglo, se resumieron los efectos beneficiosos de las aplicaciones prácticas de estos compuestos en la agricultura (Ikekawa y Zhao, 1991); sin embargo, la mayor dificultad para el uso práctico de los brasinoesteroides naturales, como estimuladores del rendimiento, es la baja estabilidad de sus efectos en condiciones de campo y por ese motivo, no se continuaron las aplicaciones de los mismos a gran escala en Europa Occidental y Japón (Sasse, 1997). Esto dio lugar a que se evaluara la posibilidad de aplicar compuestos análogos capaces de ser transformados a brasinoesteroides naturales en las plantas y por ende, que su actividad tuviera más larga duración o persistencia a nivel de campo (Sasse, 1997; Kamuro y Takatsuto, 1999).

En consonancia con lo anterior, en Cuba, desde finales de la década del 80 del siglo pasado, el Centro de Estudios de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana en colaboración con la Universidad de Halle, Alemania comenzaron a trabajar en la síntesis de análogos de brasinoesteroides. Así, en 1990, se informó, por primera vez, la obtención de análogos con un anillo espirocetálico en la cadena lateral, además del uso de sapogeninas esteroidales para la síntesis de estos reguladores del crecimiento vegetal. Posteriormente, se informó de la síntesis y caracterización de cuatro análogos espirostánicos de brasinoesteroides con estereoquímica 5 β ; así como de compuestos activos biológicamente con un sistema 2,3-diol en el anillo A con diferentes estereoquímicas (Núñez, 1999).

Existen algunas formulaciones a base de análogos espirostánicos de brasinoesteroides que se han destacado por su actividad biológica, dentro de ellas se encuentran las conocidas como Biobras-6 (BB-6), Biobras-16® (BB-16) y MH-5. Los resultados de sus actividades como estimuladores del crecimiento y desarrollo de las plantas, como sustitutos o complementos de los reguladores del crecimiento en la micropropagación masiva de plantas, así como mitigadores de los efectos adversos que provocan algunos estreses abióticos en las plantas, han sido informados, anteriormente (Núñez, 1999; Núñez Vázquez, 2013 y Núñez *et al.*, 2014).

A pesar de que estas formulaciones presentaron buena actividad biológica, se decidió por parte del Centro de Estudios de Productos Naturales, priorizar la síntesis del ingrediente activo conocido como DI-31 (esteroide polioxigenado que tiene como fórmula global $C_{27}H_{42}O_5$), cuya formulación es conocida como Biobras-16®, ya que es más fácil y económica, además de que esta formulación demostró su inocuidad cuando se realizaron las pruebas toxicológicas (Pérez Davison *et al.*, 2001) requeridas para su registro agrícola.

Paralelamente a la ejecución de diferentes investigaciones para determinar los efectos que las aplicaciones de esta formulación provocaban en el rendimiento de diferentes cultivos, se realizó un trabajo de validación en algunos cultivos varios en condiciones de producción. Un ejemplo de esto, se presenta en la tabla 1.

Se debe aclarar, que de manera general, estos resultados se obtuvieron con la realización de dos aspersiones foliares a los cultivos, una durante la fase vegetativa y otra al inicio de la fase reproductiva con dosis totales que oscilaron entre 10 y 50 mg ha⁻¹, excepto en el cultivo de la papa que se utilizaron 100 mg ha⁻¹ y como se puede observar hubo un efecto favorable en el rendimiento de los cultivos, lo que reveló las potencialidades de esta formulación para ser utilizada como bioestimulante en la agricultura.

Tabla 1. Resultados de la aplicación de Biobras-16® a diferentes cultivos en varias provincias del país durante la campaña de frío 1997-1998 (Tomada de Núñez, 1999)

Cultivos	Cantidad de variedades estudiadas	Cantidad total de producto (mg ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)		Incremento en el rendimiento (%)
			Control	Aplicado	
Tomate	4	40	7,92-35,0	9,47-50,0	19,1-55,2
Lechuga	1	10	7,18-45,0	8,86-70,0	5,7-49,6
Papa	4	100	14,4-20,8	14,4-28,9	0-44,5
Pepino	2	20	12,0-41,6	16,0-49,2	18,6-31,6
Habichuela	2	20	1,8-11,2	3,0-16,5	42,8-66,7
Cebolla	2	40	6,02-19,0	8,2-25,8	24,2-72,4
Col	1	25	21,0	29,0	38,1
Pimiento	1	50	7,89	10,27	30,2

Además, de los resultados anteriores, se han informado efectos favorables en otros cultivos como granos, frutales y plantas ornamentales y en la tabla 2 se presenta un resumen de los mismos.

Estos resultados confirmaron los informados en los cultivos varios y mostraron que se obtuvieron incrementos significativos en la producción de granos de cultivos, tan importantes para el país, como son: arroz, frijoles y maíz, con dosis tan bajas como 10 mg ha⁻¹ asperjadas en dos momentos durante el ciclo de los cultivos. Además, se demostró que la inmersión de las semillas favoreció la germinación y el crecimiento de posturas, por lo que este modo de aplicación pudiera ser más utilizado en la producción de hortalizas, por ejemplo.

El uso del Biobras-16® en combinación con biofertilizantes y otros bioestimulantes ha sido estudiado por diversos autores con resultados muy favorables. Así, Terry *et al.* (2001) encontraron que la peletización de las semillas de tomate con biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum*) y *Azospirillum brasilense* Sp-7, previo a la siembra y la aspersión foliar con Biobras-16® 1 mg L⁻¹, al inicio de la floración, no sólo incrementó significativamente el rendimiento, sino además, favoreció la nutrición del cultivo y posibilitó el ahorro de fertilizante nitrogenado.

Tabla 2. Resumen de las aplicaciones de Biobras-16® en diferentes cultivos

Cultivos	Dosis	Momentos y modo de aplicación	Efectos observados	Fuente
Cebolla	10 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (50 DDT)	Incremento significativo en el tamaño del bulbo	Núñez et al. (1998)
Maiz	10 mg h ⁻¹	Aspersión foliar (20 y 35 DDS)	Incremento del tamaño de las mazorcas, el número de hileras y de granos por mazorca, así como del rendimiento agrícola.	Almenares et al. (1999)
Arroz	10 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (A.A. + I.P. o I.P. + L.I.G.)	Incremento significativo del rendimiento agrícola	Díaz et al. (2003); Morejón et al. (2007)
	0,12 L ha ⁻¹ (equivalente a 12 mg ha ⁻¹)	Aspersión foliar (40 y 80 DDT)	Incremento significativo en el rendimiento agrícola	Moya Gi et al. (2016)
Tomate	1 mg L ⁻¹	Imbibición de semillas (4 horas)	Promoción de la germinación de las semillas de patrones interestrespecíficos, atenuando una de las limitantes de la técnica del injerto	González et al. (2006)
Maracuyá	0,2 mg planta ⁻¹	Aspersión foliar tres semanas consecutivas después de la floración	Incremento significativo del número de frutos y de los sólidos solubles totales	Gomes et al. (2006)
Frijoles	10 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (20 y 60 DDS)	Incremento significativo del número y masa de granos por planta	Rosabal Ayán et al. (2013)
	0,025 y 0,050 L ha ⁻¹	Aspersión foliar (10 y 25 DDG)	Incremento significativo en el rendimiento y sus componentes	Moreno Lorenzo et al. (2018)
	0,05 mg L ⁻¹	Aspersión foliar (Desde V3 hasta R5)	Incremento significativo en el rendimiento y sus componentes	Quintero Rodríguez et al. (2018)
Orquídeas	0,05 mg L ⁻¹	Aspersión foliar (cada dos meses)	Incremento significativo del número de raíces formadas	Suárez (2007)

DDS: Días después de la siembra DDG: Días después de la germinación DDT: Días después del trasplante

A.A.: Anjamiento activo I.FI.: Inicio de floración L.I.G.: Llenado del grano

Por otra parte, la aspersión de semillas de frijoles con Biobras-16® (0,05 mg L⁻¹), previo a la inoculación con Azofert®, fue capaz no sólo de incrementar el rendimiento agrícola, sino además, logró sustituir el 70 % del fertilizante nitrogenado recomendado (Martínez González *et al.*, 2017). Estas respuestas pueden estar asociadas a lo informado por Costales *et al.* (2008), quienes encontraron que el tratamiento a las semillas de soya con Biobras-16® 0,05 mg L⁻¹ mejoró la respuesta de la interacción simbiótica *Bradyrhizobium*-soya, ya que favoreció todos los indicadores de la nodulación.

En el cultivo del tabaco, se encontró que la aplicación al suelo con microorganismos eficientes (ME-50) y la aspersión foliar de la combinación de estos microorganismos (100 mg L⁻¹) con Biobras-16® (0,05 mg L⁻¹) a los 10, 20 y 30 días después del trasplante incrementó significativamente la distancia entre nudos, la altura, el número de hojas y las dimensiones de las hojas centrales de las plantas. En este caso se debe señalar que la aplicación combinada de estos productos fue más efectiva que la aplicación individual, lo que revela la ventaja del uso combinado de estos dos bioestimulantes de producción nacional (Calero *et al.*, 2019).

Se ha demostrado que la aspersión foliar a plantas de frijol con Biobras-16® (0,12 L ha⁻¹) y FitoMas-E® (2 L ha⁻¹) en tres momentos (etapa 4 a 6 hojas, inicio de floración, formación del fruto) cuyas semillas fueron tratadas con EcoMic® y *Trichoderma harzianum*, incrementó significativamente el número de vainas y de granos por planta, así como el rendimiento agrícola (Peña *et al.*, 2016). A pesar de los resultados favorables obtenidos, es necesario señalar que en este trabajo se utilizó una dosis de Biobras-16® mucho más alta (120 mg ha⁻¹) que las recomendadas para este y otros cultivos (10-50 mg ha⁻¹); lo cual debe ser revisado y rectificado para estudios posteriores.

Esta formulación, también se ha estudiado como inductor de tolerancia en plantas sometidas a diferentes estreses ambientales, lo cual fue resumido por Núñez Vázquez (2013). En ese documento, se evidenció que el tratamiento a las semillas de diferentes cultivares de arroz con determinadas concentraciones de Biobras-16® revirtió la inhibición que en el crecimiento indujo el estrés por NaCl (Núñez *et al.*, 2007; Núñez Vázquez *et al.*, 2013). Resultados similares fueron encontrados cuando se asperjaron

foliarmente las plantas en el momento de la implantación del estrés (Reyes Guerrero *et al.*, 2017) y se pudo demostrar que la respuesta del crecimiento de las plantas asperjadas con Biobras-16® estuvo asociada a un mejor estado hídrico de las plantas, a un mejor balance de los cationes K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} y a un incremento de algunas enzimas antioxidantes, lo que produjo un menor daño oxidativo a lípidos y proteínas de las membranas celulares (Reyes *et al.*, 2021).

En tomate cv. INCA 9(1), se evidenció que la presencia de Biobras-16® en el medio, ejerció un efecto protector en el crecimiento inicial de las plántulas en condiciones salinas; sin embargo, no hubo respuesta en el caso del cultivar Amalia (Reyes *et al.*, 2010).

Estos resultados demostraron las potencialidades que tiene el Biobras-16® de inducir tolerancia a estrés salino en plantas, lo cual es de gran interés científico-técnico si se considera que la superficie agrícola de Cuba está afectada por salinidad en un 14 % y se espera que esta cifra incremente como consecuencia del cambio climático.

Este producto se ha utilizado para favorecer la recuperación de las plantas después de la aplicación de determinados herbicidas para el control de malezas. Así, Silva *et al.* (2012) demostraron que la aplicación de Biobras-16®, inmediatamente después de la aplicación del herbicida Imazapyr, estimuló el crecimiento de posturas de *Eucalyptus grandis* provocando incrementos en la altura, el diámetro del tallo y las masas secas de la parte aérea y de las raíces; sin embargo, la aplicación de Biobras-16® previa al herbicida, acentuó los efectos dañinos de éste.

Todos estos resultados, a lo largo de más de dos décadas, revelaron la efectividad del Biobras-16® en la agricultura, tanto solo como en combinación con otros biofertilizantes y bioestimulantes de producción nacional, lo cual sin dudas puede no sólo incrementar la producción sino además sustituirá importaciones y sobre todo, contribuirá al manejo agroecológico de los cultivos.

Según el Programa de Bioproductos de uso agrícola en Cuba que se le presentó al Presidente de la República, actualmente, existe una relación entre la Universidad de la Habana y el Grupo Empresarial LABIOFAM, donde la primera se encarga de la síntesis del principio activo del Biobras-16®, mientras que el Grupo Empresarial se encarga de la formulación y comercialización en

la red nacional, fundamentalmente, para su uso en el cultivo del arroz. Sin embargo, el Biobras-16® puede ser utilizado, además, en dosis que oscilan entre 10 y 50 mg ha⁻¹ en viandas, raíces, tubérculos, plátano y hortalizas, leguminosas de grano, caña de azúcar y otras gramíneas, plantas ornamentales, medicinales y forestales, frutales, en césped, según aparece en el Manual Práctico para uso de Bioproductos y Fertilizantes líquidos publicado por el Departamento de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura en enero 2020.

FitoMas-E®

A partir del 2002, con el surgimiento de la tarea “Álvaro Reynoso” en el sector azucarero, se realiza el planteamiento de utilizar tierras para el sembrado de frutales, vegetales y viandas además de la cría de ganado, como un importante impulso para el suministro de alimentos a la población mediante la diversificación y el desarrollo de una agricultura sostenible. Ante esta situación, la línea del desarrollo de bioproductos para la Agricultura en el ICIDCA se incentiva como una posible vía para obtener productos que ayudarán a obtener las nuevas metas planteadas (Castillo *et al.*, 2007).

Con este propósito, se evaluaron las potencialidades de las materias primas disponibles como fuentes de sustancias activas para futuros formulados bionutrientes y luego, de los ensayos preliminares a nivel de laboratorio, se obtuvo, por procedimientos químico-físicos, un extracto orgánico natural estable, de nombre provisional Biomás con un 20 % p/p de materia orgánica, con 6,94 % de aminoácidos totales, 50 % de los cuales son alifáticos y 30 % aromáticos y heterocíclicos, 2,5 % de sacáridos, 3 % de polisacáridos biológicamente activos y 1,5 % de lípidos y bases nitrogenadas. Este extracto orgánico sirvió de base para desarrollar varios formulados, obteniéndose uno, que mostró resultados satisfactorios en todas las pruebas realizadas, el cual se registró como FitoMas-E® (Montano *et al.*, 2007).

Con anterioridad, el FitoMas-E® se había descrito como un coctel natural de sustancias orgánicas intermediarias, complejas y de alta energía, entre las que se encuentran aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono bioactivos (Villar *et al.*, 2005). Este producto agroecológico, clasificado como bionutriente, promueve la resistencia de las plantas y se puede aplicar en policultivos, con un impacto ambiental positivo importante, ya que evita el uso de fertilizantes químicos e impulsa el desarrollo de la entomofauna beneficiosa (Castillo *et al.*, 2007).

Dentro de los productos elaborados por el ICIDCA, éste se ha destacado por sus peculiaridades y por haber logrado en corto tiempo, volúmenes de producción y aplicación apreciables, con el consiguiente impacto positivo en la práctica social (Castillo *et al.*, 2007). El desarrollo que ha alcanzado este producto, durante las dos últimas décadas, ha sido de tal magnitud que se encuentra incluido, dentro del Directorio Comercial de la República de Cuba 2017-2019 como uno de los productos a comercializar por el ICIDCA, dentro del Sector Azucarero.

Como se dijo anteriormente, el FitoMas-E® es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, azúcares y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo, formuladas como una suspensión acuosa, la cual debe ser agitada antes de usarse (Viñals-Verde *et al.*, 2011).

Estos autores describieron las características físico-químicas del FitoMas-E®, donde se refleja que el formulado contiene hasta un 7 % de aminoácidos libres, así como los macronutrientes N, P y K y de esta forma el producto es estable hasta un año.

En un estudio de la composición aminoacídica de este formulado se pudo detectar la presencia de 16 aminoácidos libres, dentro de los cuales se encuentran, el triptófano, que es uno de los mayoritarios y es el precursor de la síntesis del ácido indolacético, la arginina que induce la síntesis de hormonas relacionadas con la floración y la fructificación, la glicina y el ácido glutámico que ayudan a incrementar la concentración de clorofilas en las plantas, son agentes quelantes muy efectivos y tienen efecto sobre la polinización y el cuajado de los frutos, mientras que el ácido aspártico tiene efecto quelante (Viñals-Verde *et al.*, 2011).

Varias investigaciones han demostrado que el FitoMas-E® acelera e incrementa la germinación de las semillas, estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y el cuajado, tamaño y calidad de los frutos. Además, potencia la acción de herbicidas y plaguicidas, lo que permite reducir las dosis recomendadas en un 30-50 % y ayuda a superar los efectos adversos que inducen los estreses por salinidad, sequía, inundación, fitotoxicidad, enfermedades y plagas en las plantas (Viñals-Verde *et al.*, 2011).

Dichos autores informaron que el procedimiento de uso del FitoMas-E® establece que se realicen tres aplicaciones en diferentes fenofases de los cultivos con una dosis de 3 L ha⁻¹. La primera, en la fase vegetativa del cultivo, la segunda, en pre-floración, o sea, cuando al menos el 50 % de las plantas han emitido primordios florales y la tercera, durante la fase de crecimiento de los frutos o la fase de llenado de los granos en el caso de las leguminosas y gramíneas. Con este procedimiento, agricultores de la provincia de Mayabeque, en el año 2010, obtuvieron incrementos en los rendimientos que oscilaron entre 3 y 77 % en cultivos tales como malanga, papa, boniato, yuca, tomate, col, pepino, cebolla, zanahoria, maíz y frijol.

Sin embargo, a partir del año 2010 y hasta la fecha se han ejecutado numerosas investigaciones en diferentes cultivos que confirman estas respuestas, las cuales se resumen en la tabla 3, donde se presentan diversos resultados que aparecen en la literatura científica sobre los efectos que las aplicaciones de FitoMas-E® provoca en diferentes cultivos. Como se puede apreciar en la misma, se han obtenido resultados favorables, no sólo con la aspersión foliar, sino también con la inmersión de semillas, con dosis inferiores a 3,0 L ha⁻¹ y con la realización de una o dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo y no necesariamente con tres aplicaciones como se recomendó inicialmente, aunque en el cultivo del frijol se han utilizado también más de tres aplicaciones (Calero *et al.*, 2016 y Quintero *et al.*, 2018). En los Instructivos Técnicos aprobados por el Ministerio de la Agricultura en 2016 para el cultivo de la papa, se recomienda, como biofertilizante, el uso de tres aspersiones foliares de FitoMas-E® durante el ciclo del cultivo con dosis que oscilan entre 1 y 4 L ha⁻¹.

Tabla 3. Aplicaciones de FitoMas-E® y sus principales efectos en diversos cultivos

Cultivos	Dosis	Momentos y modo de aplicación	Efectos observados	Fuente
Tabaco	1,0 L ha ⁻¹	21 DDP (Asp. Foliar)	Incremento de la clorofila a, densidad estomática, índice de área foliar y del rendimiento agrícola.	Licta y Riera (2010)
Tomate	1,0 L ha ⁻¹	30 DDT (Asp. Foliar)	Incremento del número de frutos por planta	González <i>et al.</i> (2013)
	0,7 L ha ⁻¹	15 DDT y F1 (10 %) (Asp. Foliar)	Incremento del número de flores y frutos por planta, masa y diámetro de los frutos y rendimiento.	Campo-Costa <i>et al.</i> (2015)
	0,5; 0,7 y 1,0 L ha ⁻¹	10 DDT (Asp. Foliar)	Incremento de número de frutos por planta, masa del fruto y del rendimiento agrícola	Ricardo-Hijuelos y Aguilar-Martín (2015)
Col	1,0 L ha ⁻¹	Trasplante, 30 y 50 DDT (Asp. Foliar)	Incremento del diámetro y la masa de los repollos	González <i>et al.</i> (2013)
Papaya	0,75 L ha ⁻¹	Trasplante, 40 y 70 DDT (Asp. Foliar)	Incremento del número de frutos por planta	
Garbanzo	1,0 y 2,0 L ha ⁻¹	15 DDT y F1. (25 %) (Asp. Foliar)	Incremento del número de granos, de la masa seca de 100 granos y del rendimiento agrícola.	Montero-San José <i>et al.</i> (2011)

Frijol	0,5; 1,0 y 1,5 L ha ⁻¹	20 DDE (Asp. Foliar)	Incremento en la altura, número de hojas, longitud del fruto y rendimiento agrícola.	Méndez Guisado <i>et al.</i> (2011)
	45 mL/16 L 60 mL/16 L	20 DDE (Asp. Foliar)	Incremento de la altura, número de hojas, longitud de las vainas, número de vainas por planta y número de granos por vaina.	Guevara-Tejeda <i>et al.</i> (2013)
	3 L ha ⁻¹	10 DDE e I.Fl. (Asp. Foliar)	Promueve la altura, el número y longitud de las vainas, el número de granos por vaina, la masa de 100 granos y el rendimiento agrícola	López-Pérez y Pouza-Barrera (2014)
	1,5 L ha ⁻¹	Semanal (Asp. Foliar)	Incremento de altura, número de hojas, masa fresca de las plantas, número de granos por legumbre y rendimiento agrícola.	Calero-Hurtado <i>et al.</i> (2016)
	1,5 L ha ⁻¹	De V3 a R5 (Asp. Foliar)	Incrementa la masa seca de la parte aérea, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina, la masa de 100 granos y el rendimiento agrícola.	Quintero-Rodríguez <i>et al.</i> (2018)
Girasol	2,0 L ha ⁻¹	20 y 41 DDE (Asp. Foliar)	Incremento de los índices de crecimiento, de la acumulación de masa seca, de la masa de 1 000 aquenios y del rendimiento agrícola	Soares-Mandríz (2014) y Osman <i>et al.</i> (2018)
Arroz	1 L ha ⁻¹	40 y 80 DDT (Asp. Foliar)	Incremento del número de panículas, granos llenos por panícula, masa de 1 000 granos y del rendimiento agrícola	Moya-Gi <i>et al.</i> (2016)
Cafeto	3 mL L ⁻¹	Inmersión semillas y Asp. Foliar 150 DDS	Adelanto de la germinación de las semillas e incremento de la altura, número de hojas, diámetro del tallo y área foliar de las posturas.	Díaz-Medina <i>et al.</i> (2015)
Maíz	900 mL ha ⁻¹ (Dosis total)	15, 30 y 45 DDE (Asp. Foliar)	Incremento del número de granos por hilera, del número y la masa de granos por mazorca y del rendimiento agrícola	Hidalgo (2018)

DDT: Días después del trasplante DDE: Días después de la emergencia DDS: Días después de la siembra
I.Fl.: Inicio de Floración Fl.: Floración

Este bioproducto, también, se ha utilizado para proteger a las plantas de los efectos adversos que causan los estreses abióticos, como por ejemplo, el estrés salino. De esta forma, se informó que el FitoMas-E® fue capaz de estimular el porcentaje de germinación y el crecimiento de las plántulas de tres cultivares de albahaca sometidos a estrés por NaCl, siendo más efectivas, de forma general, las concentraciones de 0,5 y 1,0 mL L⁻¹ (Batista-Sánchez *et al.*, 2015; Batista-Sánchez, 2018).

A pesar de los efectos positivos que las aplicaciones solas de FitoMas-E® producen en las plantas, en los últimos años, se ha incrementado el uso combinado de este bionutriente con otros bioestimulantes y biofertilizantes, con el objetivo de reducir el empleo de agroquímicos en la agricultura y de sustituir importaciones. Por ejemplo, en el cultivo del maíz, la inoculación de las semillas con el biofertilizante EcoMic® y dos aspersiones foliares, una a los 35 DDE y otra entre los 45 y 55 DDE a razón de 2,5 L ha⁻¹, permitió la reducción de un 25 o 50 % de la dosis de NPK recomendada, sin afectar los rendimientos del cultivo (Morejón *et al.*, 2017). Resultados similares se obtuvieron en posturas de cafeto, lográndose la reducción en un 25 % de la fertilización mineral, cuando se aplicó, al sustrato de pulpa de café, una combinación de EcoMic® y FitoMas-E® (Barroso *et al.*, 2015).

En forestales, particularmente en la producción de posturas de *Tectona grandis* L., se encontró que la inoculación de las semillas con EcoMic® y la aspersión foliar a los 25 DDE con FitoMas-E®, incrementó significativamente todas las variables de crecimiento de las plantas durante la fase de vivero e incluso este efecto se mantuvo hasta los 12 y 20 meses después del trasplante (Rodríguez-Matos *et al.*, 2011). La combinación EcoMic® y FitoMas-E® también se ha utilizado, satisfactoriamente, en la biofumigación para el manejo del *Meloidogyne* spp. en el cultivo protegido de hortalizas (Gómez *et al.*, 2010) y combinado con fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. *Triticosecale* Wittmack) cv. INCA TT-7 (Plana *et al.*, 2016)

En tomate, la aplicación al suelo de Dimabac, un biofertilizante compuesto por las bacterias *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis*, inmediatamente después del trasplante y la aspersión foliar de FitoMas-E®, 15 días después, permitió reducir en un 30 % la fertilización nitrogenada recomendada para este cultivo en suelos

Ferralíticos Rojos típicos (Ruisánchez *et al.*, 2013). Posteriormente, se obtuvieron resultados similares con la aplicación de Dimabac y FitoMas-E® en dos fincas de pequeños campesinos, aunque en este caso las aspersiones de FitoMas-E® se realizaron a los 15, 30 y 45 DDT (Ruisánchez, 2015).

El cultivo del frijol ha sido beneficiado por la aplicación combinada de FitoMas-E® con otros bioproductos como microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* cepa A-34. Así, se ha encontrado que la inoculación de las semillas con microorganismos eficientes y las aspersiones foliares de FitoMas-E® en las etapas desde la V3 hasta la R5, incrementan el rendimiento y sus componentes (Calero-Hurtado *et al.*, 2019). Por su parte, la inoculación de las semillas con *Trichoderma harzianum* y las aspersiones foliares con una mezcla de microorganismos eficientes y FitoMas-E® en las etapas V4, R5 y R6, también incrementaron el rendimiento y sus componentes en este cultivo (Calero *et al.*, 2018). Resultados favorables en el rendimiento, también, habían sido informados, anteriormente (Calero *et al.*, 2016) con las aplicaciones foliares semanales de la combinación de FitoMas-E® y Lebame, un bioproducto compuesto por microorganismos eficientes de los géneros *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus bulgaricum* y *Saccharomyces cerevisiae* (Terry-Alfonso *et al.*, 2016).

En la búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles, se constató también, en el cultivo del frijol que la inoculación de las semillas, previo a la siembra, con EcoMic® y *Trichoderma harzianum*, a razón de 1,0 y 0,5 kg 46 kg⁻¹ semillas, respectivamente; la aplicación de Trichoderma (6 kg ha⁻¹) en la etapa de cuatro hojas y las posteriores aspersiones foliares con FitoMas-E® (2 L ha⁻¹) y Biobras-16® (0,12 L ha⁻¹) en las etapas de cuatro a seis hojas, floración y formación de granos, incrementaron el rendimiento del cultivo, obteniéndose 2,23 t ha⁻¹ (Peña *et al.*, 2016).

Los resultados anteriores demuestran la factibilidad del uso combinado de biofertilizantes y bioestimulantes de producción nacional como alternativa para reducir el uso de agroquímicos, sin afectar los rendimientos. No obstante, se hace necesario optimizar las dosis de los bioestimulantes a utilizar, ya que, como se explicó anteriormente, en ocasiones se han utilizado dosis excesivas de algunos de ellos, como ocurrió en el cultivo del frijol con la dosis de 0,12 L ha⁻¹ de Biobras-16®.

QuitoMax[®]

Los quitosanos son un grupo de hetero-polisacáridos constituidos por polímeros de D-glucosamina unidos por enlaces β -1,4 y residuos de N-acetil D-glucosamina. Estas moléculas son polímeros hidrofílicos que se solubilizan bajo condiciones ácidas suaves, son no tóxicas, biodegradables y biocompatibles. El quitosano es un derivado desacetilado de la quitina, que es un importante polisacárido estructural de las paredes celulares de hongos, la cutícula de los insectos y de exoesqueletos de los crustáceos; siendo estos últimos la fuente para la obtención con propósitos prácticos. Las principales propiedades químicas que definen la actividad biológica de los quitosanos son el grado de acetilación/desacetilación y la masa molar, que también es expresada como grado de polimerización (Cabrera *et al.*, 2013).

Las características favorables que presentan estas moléculas para ser utilizadas en prácticas agrícolas sostenibles y la actividad biológica que presentan las mismas y que ha sido ampliamente demostrada en las últimas dos décadas, a nivel internacional (Ohta *et al.*, 2004; Sopalum *et al.*, 2010; Farouk y Ramadan, 2012), ha posibilitado que el quitosano sea utilizado como un componente de varios nuevos bioestimulantes.

En Cuba y particularmente en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en la última década del siglo pasado, se comenzó a trabajar en la obtención de estas moléculas, a partir de la quitina, procedente de exoesqueletos de langosta, capturadas en las costas cubanas. De esta forma, se obtuvieron dos polímeros de quitosano, con grados de acetilación de 36,5 y 12,8 %. Ambos compuestos constituyeron los primeros quitosanos derivados de quitina comercial cubana, que se investigaron en función de sus potencialidades para inducir resistencia basal contra patógenos y estimular el crecimiento y desarrollo de cultivos de interés nacional durante los primeros 15 años del siglo XXI (Rodríguez *et al.*, 2006; Falcón *et al.*, 2007, 2009, 2011, 2012; González-Peña *et al.*, 2014; Martínez *et al.*, 2015, Costales *et al.*, 2016).

Apartir de los resultados anteriores, se desarrolló un formulado, que ha sido investigado, en la última década, con el objetivo de lograr una mayor estabilidad del producto y definir las mejores dosis y momentos de aplicación en los principales cultivos de interés

nacional, así como para evaluar sus efectos cuando se utiliza en combinación con otros bioestimulantes (Falcón-Rodríguez *et al.*, 2015; Morales *et al.*, 2015, 2016; González-Gómez *et al.* 2016, 2017; Jiménez-Arteaga *et al.* 2015), lo que permitió registrarlo con el nombre comercial de QuitoMax® en 2017 (RCF No. 010/17).

En la tabla 4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos con la aplicaciones de QuitoMax® a diferentes cultivos.

Como se puede apreciar en la tabla, el QuitoMax® ha sido aplicado en diferentes especies vegetales, de varios modos y con dosis diferentes. La aspersión foliar ha sido el modo de aplicación más utilizado y de forma general, se han realizado una y dos aspersiones foliares con dosis por aplicación que han oscilado entre 100 y 1 000 mg ha⁻¹, para promover el crecimiento y el rendimiento de las plantas, aunque también se ha observado la disminución de la incidencia de algunos microorganismos patógenos.

Se debe destacar, que se ha demostrado que, en condiciones controladas, el quitosano es capaz de proteger al tabaco contra *Phytophthora nicotianae* mediante la inducción de resistencia basal (Falcón *et al.*, 2011) y esta acción fue confirmada, posteriormente, en el cultivo del tomate al proteger a las posturas contra este patógeno, cuando se aplica tanto por aspersión foliar como vía raíz. El QuitoMax® redujo la infección entre 25 y 50 %, en función de la dosis empleada y esto estuvo asociado a un incremento de la actividad de enzimas defensivas y antioxidantes, así como a la síntesis de algunos metabolitos pertenecientes a la vía de los fenilpropanoides (Falcón *et al.*, 2015).

Por otra parte, el QuitoMax® se ha utilizado, también, en combinación con biofertilizantes de producción nacional. Así, por ejemplo, en plantas de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) cultivadas en condiciones de sequía agrícola, se encontró que la aplicación combinada de EcoMic®, *Bradyrhizobium* y QuitoMax® estimuló la masa seca de las espigas, en comparación con el control y sin diferencias significativas del tratamiento con fertilizante mineral, lo que indica la factibilidad de sustitución del mismo por estos bioproductos nacionales, cuando las plantas están sometidas a un déficit hídrico (Bécquer *et al.*, 2019).

Tabla 4. Resumen de los efectos observados en diferentes cultivos con las aplicaciones de QuitoMax®

Cultivos	Dosis	Momentos y modo de aplicación	Efectos observados	Fuente
Tomate	1 g L ⁻¹	Imbibición de semillas (2 horas)	Incremento de la altura, la masa seca de la parte aérea, el área foliar y el contenido de clorofilas de las posturas	Falcón-Rodríguez <i>et al.</i> (2015)
	0,1; 0,5 y 1 g L ⁻¹	Imbibición de semillas (30 min) Aspersión foliar 7 DDT Imbib + Asp. Foliar	Incremento en el rendimiento agrícola	
	1 g L ⁻¹	Imbib + Asp. Foliar 7 DDT	Incremento de la altura, diámetro del tallo, número de hojas y la longitud de las raíces de las posturas e incremento en el rendimiento agrícola	Terry Alfonso <i>et al.</i> (2017)
	1 y 2 g L ⁻¹	Imbibición de semillas	Incremento significativo de la emergencia a los 7 días y de las longitudes de tallos y raíces, diámetro del tallo y masas fresca y seca de parte aérea y raíces; así como de la concentración de macronutrientes en las hojas.	Enríquez-Acosta y Reyes-Pérez (2018)
	200–300 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (12 DDT)	Incremento en el rendimiento agrícola y en el contenido de N, P, K, Ca y Mg de los frutos.	Lanchimba (2019)
	250 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (10 y 25 DDT)	Incremento de la biomasa fresca y seca, así como de las concentraciones de N, K, Ca y Mg en las hojas.	Reyes-Pérez <i>et al.</i> (2020)

Pepino	300–400 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (I.FL)	Incremento del número de frutos y del rendimiento agrícola	González-Gómez <i>et al.</i> (2018)
	0,5–1,5 g L ⁻¹	Imbibición de semillas (4 horas)	Promoción de la germinación y del crecimiento de las plántulas a los 15 días.	Gómez Masjuan <i>et al.</i> (2018)
	300 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (12 DDG)	Incremento de las concentraciones de N, P y K en las hojas y del número, tamaño y biomasa de frutos,	Reyes-Pérez <i>et al.</i> (2019)
	1 000 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (15 y 40 DDT)	Disminuye significativamente la incidencia y severidad del ataque del mildiu vellosa (<i>Pseudoperonospora cubensis</i> Rostw) en las plantas e incrementa el rendimiento agrícola.	Henríquez-Díaz <i>et al.</i> (2020)
Pimiento	350 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (I. Florac.)	Incremento de tamaño y masa de frutos, así como del rendimiento agrícola.	Jiménez-Arteaga <i>et al.</i> (2018)
	200 y 300 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (7 DDT)	Incremento de tamaño y masa de frutos, así como del rendimiento. Mejora de la calidad de los frutos.	Reyes-Pérez <i>et al.</i> (2019)
Lechuga	200, 400 y 600 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (10 DDT)	Incremento del número y tamaño de las hojas, así como del rendimiento agrícola	Reyes-Pérez <i>et al.</i> (2019)
Papa	150 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar 30 y 50 DDP	Incremento significativo de indicadores asociados al crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que repercute en el rendimiento agrícola	Morales-Guevara <i>et al.</i> (2015)
	300 mL ha ⁻¹	Aspersión foliar (30 y 50 DDP)	Incremento del rendimiento y distribución favorable de los calibres de los tubérculos, para ser utilizados como “semillas”	Jerez <i>et al.</i> (2018)
Tabaco	350 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (25 DDG)	Mejoramiento de los indicadores de calidad de las posturas de tabaco en la fase de semillero	González Gómez <i>et al.</i> (2017)
	300 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (25 DDT)	Incremento de la altura, del tamaño de las hojas, y mejoramiento de la calidad de las mismas, así como disminución de la incidencia de plagas y enfermedades	González Gómez <i>et al.</i> (2016)
	1 g L ⁻¹	Imbibición de semillas (8 h)	Mejor calidad de las posturas en el momento del trasplante	González Gómez <i>et al.</i> (2020)

Papaya	300 mg ha ⁻¹	Aspersión Foliar (l. Fl.)	Incremento del número de flores y frutos, así como del rendimiento agrícola	González Gómez <i>et al.</i> (2019)
Granada	45 g ha ⁻¹	Aspersión foliar (días 221 y 254 del año)	Incremento de la actividad antioxidante y reducción de las fisiopatías de la corteza de los frutos.	Griñán <i>et al.</i> (2019)
Frijoles	200 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (20-25 DDS e IFI.)	Incremento de indicadores Grdel crecimiento y del rendimiento en dos condiciones de abastecimiento hídrico	Morales Guevara <i>et al.</i> (2017)
	100 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (30 DDS o IFI. + 50 DDS ó Inicio Formac. Vainas)	Mejoramiento de los indicadores del crecimiento y estimulación del rendimiento agrícola	Durán Tejas (2017)
	1 g L ⁻¹	Imb. de semillas 4 horas	Estimulación del rendimiento en siembra tardía	Jiménez Arteaga <i>et al.</i> (2020)
Maíz	400 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (10 DDS + 45 DDS)	Incremento en el rendimiento agrícola	Pérez-Madruga <i>et al.</i> (2019)
	240 mg ha ⁻¹	Aspersión foliar (50 días después de la germinación)	Reducción de la incidencia de las plagas que afectan el cultivo.	Jiménez Arteaga <i>et al.</i> (2010)
Arroz	1 g L ⁻¹ (Imbib.) 360 mg L ⁻¹ (A.F.)	Imbibición de semillas (15 min.) Aspersión foliar (25 y 60 DDG)	Ligero incremento del rendimiento agrícola.	Rodríguez-Pedroso <i>et al.</i> (2017)

I.Fl.: Inicio de floración DDG: Días después de la germinación DDT: Días después del trasplante DDS: Días después de la siembra
DDP: Días después de la plantación Imbib: Imbibición A.F.: Aspersión foliar

Por otra parte, se ha comprobado que la aplicación de *Azotobacter chroococcum* a la semilla y alrededor del tallo en combinación con la aspersión foliar en cuatro momentos con QuitoMax® en plantas de calabacita (*Cucurbita pepo*) var. 'Grey Zucchini', generó un impacto positivo en la poscosecha de los frutos en cuanto a sus características físicas, bioquímicas y de calidad en comparación con las plantas sin tratar (Soriano-Melgar *et al.*, 2019).

Todos estos resultados revelaron las potencialidades que tiene este producto de ser usado, tanto solo como en combinación con otros bioestimulantes de producción nacional en diferentes cultivos, como promotor del crecimiento, el rendimiento y mitigador de los efectos adversos provocados por estreses ambientales.

Pectimorf®

Las oligosacarinas son carbohidratos complejos que pueden modular, a bajas concentraciones, el crecimiento y desarrollo de las plantas. Dentro de ellas, se encuentran las oligosacarinas pécticas que son derivadas de restos de pectina (Zacarías y Lafuente, 2000). Las oligosacarinas pécticas u oligogalacturónidos pueden obtenerse a partir de la hidrólisis ácida o enzimática del ácido péctico y se consideran oligosacáridos lineales del ácido D-galacturónico unidos por enlaces del tipo α 1-4. De forma general, estos oligosacáridos son obtenidos, con altos rendimientos y bajos costos, mediante la hidrólisis enzimática de polisacáridos pécticos presentes en desechos agrícolas (Mederos y Hormaza, 2008).

A partir de lo anterior, en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, a principios del presente siglo, se estableció y patentó una metodología basada en la hidrólisis enzimática del ácido péctico, para la obtención de una mezcla de oligosacáridos pécticos con grado de polimerización 7-16 (Cabrera, 2003). Esta mezcla de oligogalacturónidos, inicialmente, se utilizó para reemplazar o complementar los reguladores del crecimiento tradicionales que se utilizan en la biotecnología vegetal, tanto en procesos de organogénesis directa como indirecta, lo cual fue revisado por Cabrera *et al.* (2013) y por Lara-Acosta *et al.* (2018).

En la tabla 5 se resumen los efectos que esta mezcla cuyo nombre comercial es Pectimorf® ha producido en el cultivo *in vitro*.

Además, de los resultados que se muestran en la tabla, el Pectimorf® aumentó el coeficiente de multiplicación y mejoró la calidad de las vitroplantas de *Anthurium andreaeanum* cuando fue utilizado en concentraciones de 5 y 10 mg L⁻¹ en combinación con 8,9 µmol L⁻¹ de 6 BAP (Lara *et al.*, 2004). Resultados favorables se obtuvieron en el establecimiento *in vitro* de yemas axilares de *Ipomoea batata* (González Paneque *et al.*, 2004), en el enraizamiento *in vitro* de plantas de banano (Borges García *et al.*, 2015), en las diferentes fases de la micropropagación de la malanga (Santos Pino *et al.*, 2017) y en la micropropagación del chiltepín (Izquierdo-Oviedo *et al.*, 2017) cuando se utilizaron concentraciones que oscilaron entre 1 y 10 mg L⁻¹.

Paralelamente, a las aplicaciones realizadas en cultivo *in vitro*, se desarrollaron varios experimentos en condiciones naturales, con el objetivo de evaluar las potencialidades del Pectimorf® como promotor de enraizamiento, estimulador del crecimiento y desarrollo de diversos cultivos; así como mitigador de los efectos adversos que provocan los estreses ambientales. De esta forma, Ramírez *et al.* (2003) demostraron que la inmersión de esquejes de guayaba cv. Enana Roja cubana en solución de Pectimorf® 20 mg L⁻¹ estimuló el enraizamiento de los mismos; resultado que fue confirmado por Martínez *et al.* (2007).

Posteriormente, Ramos Hernández *et al.* (2013) demostraron que la inmersión de los esquejes de guayaba de ese cultivar, durante 15 minutos, en solución de Pectimorf® 10 mg L⁻¹ propició el mayor porcentaje de sobrevivencia, mientras que la concentración de 20 mg L⁻¹ resultó la mejor en la promoción y crecimiento del sistema radical, a los 60 días después del tratamiento; aunque el índice de eficiencia radical con respecto al tratamiento con AIA 5 mg L⁻¹ fue negativo.

Por otra parte, en margullos de Ficus (*Ficus benjamina*), la aplicación de Pectimorf® 10 mg L⁻¹ estimuló significativamente la emisión de raíces (Domini y Benítez, 2004), así como tuvo un efecto enraizador en el peciolo de las hojas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*), adelantando la aparición de raíces (Falcón y Cabrera, 2007).

Tabla 5. Efectos del Pectimorf® en el cultivo *in vitro* de diferentes especies vegetales (tomado de Lara-Acosta et al., 2018)

Cultivos	Concentraciones	Efectos observados	Referencias
Cítricos (<i>Citrus</i>)	10 mg L ⁻¹	Acelera e incrementa el proceso de embriogénesis somática	Bao et al. (2013)
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	10 mg L ⁻¹	Estimula la formación de callos y la regeneración de múltiples brotes	Plana et al. (2003)
Banano (<i>Musa paradisiaca</i>)	1 y 5 mg L ⁻¹	Proporciona una mejor adaptación a las condiciones <i>ex vitro</i>	Izquierdo-Oviedo (2009)
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	5 mg L ⁻¹	Estimula el crecimiento de los meristemos	Suárez-Guerra y Hernández-Espinosa (2015)
Ñame (<i>Dioscorea rotundata</i> Pior)	6 mg L ⁻¹	Estimula la fase de micropropagación y la fase de aclimatización	Borges-García et al. (2017)
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	3,2 mg L ⁻¹ + 0,1 mg L ⁻¹ AUX	Favorece la obtención de embriones somáticos	Hidrobo et al. (2002)
Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	5 mg L ⁻¹ + 1,5 mg L ⁻¹ AUX	Inducción de los procesos de diferenciación de embriones somáticos	Nieves et al. (2006)
Papaya (<i>Carica papaya</i>)	9 mg L ⁻¹ + 2 mg L ⁻¹ AUX	Influye positivamente en el enraizamiento y en la aclimatización <i>in vitro</i> de los brotes	Posada-Pérez et al. (2016)

En otra especie ornamental, *Dypsis lutescens*, se constató que las aspersiones foliares con Pectimorf® 1 y 2 mg L⁻¹ a los tres y seis meses después de emergidas las plantas, estimuló significativamente el crecimiento de la parte aérea de las plantas, favoreciendo las propiedades ornamentales de la palma areca (Benítez *et al.*, 2006, 2008). Resultados favorables fueron encontrados en la emisión de hojas y la altura de plantas de *Anthurium andreaeanum* con la aspersión foliar de Pectimorf® 5 mg L⁻¹ (Hernández *et al.*, 2007).

En cultivos de importancia económica como las hortalizas, se ha demostrado, por ejemplo, que en tomate, el tratamiento a las semillas con 1 y 5 mg L⁻¹, durante cuatro horas, estimuló el crecimiento de las posturas sembradas en época óptima y fuera de época, respectivamente, de manera tal que un mayor porcentaje de plantas estuvieron aptas para el trasplante a los 22 y 26 días después de la siembra (Costales *et al.*, 2007). También, se ha encontrado que dos aspersiones foliares con 20 mg L⁻¹, una durante la fase de semillero y otra quince días después del trasplante incrementó el rendimiento del cultivar Amalia (Ruiz *et al.*, 2009), mientras que en el cultivar EF-163, ocho aspersiones foliares con una solución de 10 mg L⁻¹ a partir del trasplante, estimularon la masa promedio de los frutos y el rendimiento, así como incrementó los sólidos solubles totales, la acidez titulable y la firmeza de los frutos (García-Sahagún *et al.*, 2009); así como fueron favorables, también, las aspersiones foliares 15 días después de la emergencia y 15 días después del trasplante.

En habichuela, se demostró que tanto el tratamiento a las semillas como la aspersión foliar previo a la floración con una solución de 10 mg L⁻¹ incrementó, significativamente, el rendimiento de las plantas; sin embargo, el tratamiento más efectivo resultó la combinación de ambas formas de aplicación (Nápoles-Vinent *et al.*, 2016). Por otra parte, en el rábano, Terry-Alfonso *et al.* (2014) demostraron que el tratamiento a las semillas durante una hora con Pectimorf® 5 mg L⁻¹ incrementó significativamente, no sólo la altura de las plantas, sino además, el tamaño y la masa fresca de los frutos.

La inmersión de semillas de moringa durante dos horas en una solución de Pectimorf® 10 mg L⁻¹ favoreció la germinación y estimuló el crecimiento de las posturas (Nápoles-Vinent *et al.*, 2017) y la aspersión foliar de esa misma concentración a plantas

de papa a los 25-30 días después de la plantación, incrementó el número de tallos y de tubérculos por tallo, lo que provocó una estimulación en la tuberización de las plantas (Martin *et al.*, 2017).

Más recientemente, se encontró que el tratamiento a las semillas con una mezcla que contenía Pectimorf® 10 mg L⁻¹ y el biofertilizante Azofert-F® incrementó significativamente la masa seca de las raíces de plantas jóvenes de frijol, potenciando la actividad biológica del biofertilizante (Lara-Acosta *et al.*, 2019). Con anterioridad, Corbera Gorotiza y Nápoles García (2013) habían demostrado que el recubrimiento de las semillas de soya cv. INCASoy-24 con Pectimorf® 10 mg L⁻¹ y con Azofert®, biofertilizante a base de *Bradyrhizobium elkanii*, estimuló significativamente el rendimiento del cultivo en comparación con el tratamiento donde solamente se utilizó el biofertilizante. Estos resultados son prometedores, ya que revelan la capacidad del Pectimorf® de potenciar la actividad de los biofertilizantes en estos cultivos.

En cuanto a la protección inducida por el Pectimorf® ante estreses abióticos, se puede decir que, la aspersión foliar con dosis de 150 mg ha⁻¹ a los 20 y 35 días después de la siembra de frijol cv. Tomeguín 93 estimuló el crecimiento e incrementó el rendimiento cuando las plantas fueron sometidas a un régimen de riego de 50 % de la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (Dell'Amico *et al.*, 2017). Esta respuesta puede estar relacionada con lo planteado por Álvarez y Reynaldo (2015) quienes habían encontrado que la aspersión foliar de Pectimorf® puede modificar los patrones de distribución y la morfogénesis de los estomas de plantas de frijol, lo cual favorecería el crecimiento de las plantas en ambientes desfavorables.

También, la inmersión de las semillas de dos cultivares de albahaca durante 30 minutos en una solución de Pectimorf® 10 mg L⁻¹ estimuló la tasa de germinación aunque no modificó el porcentaje final en condiciones normales; sin embargo, ambos indicadores se estimularon cuando las semillas germinaron en condiciones de déficit hídrico simulado con PEG. De igual forma, el tratamiento con Pectimorf® estimuló significativamente la altura de las plántulas, así como las biomásas fresca y seca de las raíces y la parte aérea (Ojeda-Silvera, 2015).

Resultados favorables fueron informados por Núñez Vázquez *et al.* (2018), quienes encontraron que el tratamiento a las semillas de arroz cv. INCA LP-7 durante 24 horas con Pectimorf® 20 mg L⁻¹ fue capaz de revertir la inhibición que en la longitud de las plántulas produjo el tratamiento con NaCl 100 mmol L⁻¹ durante 13 días. Esta respuesta estuvo asociada con una disminución significativa en la concentración de prolina libre y un incremento en la actividad de las enzimas peroxidasas en las hojas.

En cuanto al estrés por metales pasados, se ha demostrado que el tratamiento a las semillas de tomate con Pectimorf® 20 mg L⁻¹, durante cuatro horas, fue capaz de estimular el crecimiento a través del incremento de la altura y la longitud de las raíces de las plantas en un suelo contaminado con Cu²⁺ (Cartaya *et al.*, 2011).

Todos los resultados presentados revelaron la capacidad del Pectimorf® para ser utilizado en la agricultura con diversos fines, pues puede sustituir o complementar los reguladores del crecimiento que se utilizan tradicionalmente en las biofábricas para la micropropagación masiva de plantas, puede sustituir a las auxinas para estimular el enraizamiento y además, su aplicación, tanto por inmersión de semillas como por aspersión foliar, puede estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como puede mitigar los efectos adversos que provocan algunos estreses abióticos. Hay que señalar que, en el caso de las aspersiones foliares, en la mayoría de los resultados se informó el uso de concentraciones y no de dosis del producto, lo que limita la reproducibilidad del resultado sino se especifica la entrega del producto que se realizó. No obstante, se han informado respuestas favorables con el uso de 150 mg ha⁻¹ en cada aplicación.

Bioenraiz®

Este bioestimulante es elaborado por el Instituto Cubano de Investigaciones en Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) cuyo ingrediente activo fundamental es el ácido indolacético, aunque también contiene otros compuestos indólicos como los ácidos indolbutírico e indolpropiónico, obtenidos a partir de cepas de *Rhizobium* sp. Por su composición, este producto es un regulador del crecimiento vegetal de tipo auxínico y por tanto, se recomienda su utilización en una amplia gama de cultivos, fundamentalmente, como promotor de la germinación de semillas, de la formación y crecimiento de raíces, de la polinización y crecimiento de los frutos.

Este producto debe aplicarse por inmersión de semillas o de la zona radical de esquejes durante 20-30 minutos en una solución de 230-370 mL L⁻¹, en dependencia del cultivo y se puede emplear en cualquier época del año. Además, puede ser utilizado en las biofábricas como sustitutos de las auxinas sintéticas en concentraciones entre 2 y 10 mL L⁻¹ (San Juan Rodríguez *et al.*, 2020; MINAG, 2020).

Un ejemplo de lo expresado anteriormente, fue informado por González Vega *et al.* (2015) quienes utilizaron el Bioenraiz® para estimular la germinación y el desarrollo de posturas de cafeto. En el estudio se probaron tres concentraciones del producto (100, 200 y 230 mL L⁻¹) y se evaluaron dos momentos de aplicación, el primero mediante la inmersión de las semillas durante 20 minutos previo a la siembra y el segundo una aplicación a razón de 10 mL planta⁻¹ cuando las plantas tuvieron el primer par de hojas. Los resultados demostraron que la inmersión de las semillas en una solución de 200 mL L⁻¹ no sólo propició el mayor porcentaje de germinación difiriendo significativamente del resto de los tratamientos, sino que además, estimuló el crecimiento de las plantas; por lo que se recomienda su uso masivo para garantizar la calidad de las posturas en el momento del trasplante.

Aunque no se dispone de suficientes artículos científicos sobre los efectos del Bioenraiz® en las plantas, el hecho de que los ingredientes activos son reguladores del crecimiento del tipo auxínico, eso posibilita su uso en la estimulación de diversos procesos fisiológicos como se expresó anteriormente. Luego, es

una oportunidad para la producción de posturas de frutales, flores y plantas ornamentales, poder contar con un producto basado en este tipo de hormonas. Por otra parte, en las biofábricas se utiliza el ácido indolacético en las diferentes fases de la micropropagación masiva de las plantas, que pudiera ser sustituido por este bioestimulante de producción nacional, lo cual implicaría una sustitución de importaciones.

Tomaticid®

Este producto es elaborado por el Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar y su ingrediente activo es el ácido 4-cloro-fenoxiacético, el cual es sintetizado y formulado en forma de solución acuosa por dicha institución. La acción fisiológica fundamental de este producto es la estimulación del cuajado de los frutos, por lo que está recomendado para ser utilizado en los cultivos de tomate, piña, berenjena, fresa, entre otros. Se recomienda se realicen dos o tres aplicaciones a partir de que el ramillete tenga las primeras flores abiertas, a razón de 10 mL L^{-1} , realizando la última aplicación no menos de 20 días antes de la recolección (San Juan Rodríguez *et al.*, 2020). Sin embargo, en el Manual de uso práctico de los bioproductos (MINAG, 2020) en la dosis de aplicación se plantea que se utiliza normalmente a razón de 10 mL L^{-1} de agua (0,3-1,5 %) según las condiciones específicas de cada lugar y se debe repetir la aplicación a medida que sea necesario, según el escalonamiento de la floración. No se debe sobrepasar la dosis recomendada para evitar riesgos que pueden derivarse de una utilización inadecuada.

En consonancia con lo anterior, Lamí-Izquierdo *et al.* (2011) establecieron una tecnología de producción del Tomaticid® y evaluaron su efectividad en casas de cultivo, comparándola con la de otros productos similares de importación. Ellos demostraron que, en tomate, dos aplicaciones por semana con 6 mL L^{-1} y luego de una semana, comenzaron a aparecer los frutos y entonces, se realizó una aplicación con 10 mL L^{-1} en las flores nuevas. Los resultados mostraron que la aplicación de Tomaticid® no sólo incrementó la fructificación sino que superó en un 10 % al producto comercial importado Tomatone y adelantó la maduración en 8-12 días. Un resultado similar se obtuvo, también, al comparar la efectividad

del producto con Hormaton, un producto comercial procedente de Israel. En pimiento y pepino, la aplicación de Tomaticid® a la planta completa en los mismos momentos, incrementó de forma general, el número de flores y frutos.

Estos resultados demostraron que el ácido 4-clorofenoxiacético, sintetizado en Cuba, es capaz de sustituir a productos comerciales de importación basados en reguladores del crecimiento de tipo auxínico, que se utilizan en las casas de cultivo para favorecer la fructificación y el crecimiento y desarrollo de los frutos; por lo que, puede ser utilizado para estos fines, aunque se puede profundizar aún más en la optimización de las dosis y los momentos de aplicación a utilizar en cada cultivo.

Biojas®

Este producto es un regulador natural del crecimiento vegetal rico en ácido jasmónico, aunque también posee citoquininas y ácidos giberélico, salicílico, abscísico, propiónico, butírico e indolacético y se obtiene mediante fermentación estática del hongo *Botryodiplodia theobromae*. El Biojas® estimula el rendimiento, la maduración, la formación de tubérculos, la germinación de las semillas y regula la respuesta de las plantas ante estreses abióticos y bióticos. Se recomienda aplicar por aspersión foliar o imbibición de semillas y las dosis varían en función del cultivo, oscilando entre 5 y 100 mL planta⁻¹ (San Juan Rodríguez *et al.*, 2020).

El Biojas® ha sido evaluado como biocontrolador en plantas de piña cv. Cayena Lisa en áreas de la provincia de Ciego de Ávila, en la que fue efectivo frente al ataque de chinche harinosa, que representa la plaga más dañina por constituir el agente propagador del virus del Will. Se señala que este efecto se debe a la estimulación de los mecanismos de defensa de las plantas y no a un efecto insecticida. En habichuela, el producto fue efectivo ante el ataque de los pulgones, provocando la muerte del 100 % de los mismos e incluso no permitió el desarrollo de más brotes de estos insectos, ni de mosca blanca y trips. Otro resultado estuvo asociado con la efectividad demostrada con la concentración de

60 mg L⁻¹ de Biojas® en inhibir el crecimiento en un 50 % del hongo *Sclerotium sp* en condiciones *in vitro* (Eng Sánchez *et al.*, 2014).

De igual manera, se han evaluado las respuestas ante el estrés abiótico (tránsito *in vitro-ex vitro*) durante la aclimatización de vitroplantas de plátano clon CEMSA ¾ y ante inoculaciones con un aislado de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 2 en esta misma fase. Se pudo constatar que la aplicación de Biojas® 1 mg L⁻¹ indujo respuestas defensivas que disminuyeron los síntomas en las hojas de las plantas provocados por el hongo en condiciones de aclimatización, además, promovió un intercambio gaseoso más eficiente en las hojas al fijar más CO₂ con menores pérdidas de agua, y demostró que la defensa es un proceso multifactorial que incluye reacciones del metabolismo oxidativo catalizadas por superóxido dismutasa y del metabolismo fenólico por la acción cuantitativamente inferior de la fenilalamina amonioliasa (González Olmedo *et al.*, 2016).

Posteriormente, Moreno Herrera *et al.* (2017) demostraron que esa concentración de Biojas® (1 mg L⁻¹) atenuó los efectos estresantes en la transición *in vitro-ex vitro* de vitroplantas de piña cv MD-2, al promover hojas con menor pérdida de agua, menor concentración de clorofila y un proceso fotosintético más eficiente, además permitió la reducción del estrés oxidativo en la aclimatización, asociado con el aumento de la concentración de proteínas solubles y la disminución de la actividad específica de la enzima superóxido dismutasa con mejor calidad de vitroplantas.

Recientemente, este último resultado fue confirmado por Villalobos Olivera *et al.* (2020), quienes demostraron que el Biojas® 1 mg L⁻¹ incrementó significativamente la altura, la longitud y el área de la hoja D, así como la eficiencia en el uso del agua de vitroplantas de piña, produciendo plántulas con un mejor estado fisiológico.

El Biojas® 100 µmol L⁻¹, las ciclodextrinas hidroxipropiladas y dimetiladas al azar fueron utilizados como elicitores de la síntesis de fenoles en callos de *Theobroma cacao* con estructuras embriogénicas y su excreción al medio de cultivo; sin embargo, la respuesta al Biojas® no fue favorable ya que este tratamiento mantuvo la concentración de fenoles por debajo del tratamiento control (Quiñones-Gálvez *et al.*, 2016).

CONSIDERACIONES GENERALES

En este documento se revelan las potencialidades que tienen los siete bioestimulantes nacionales priorizados, dentro del Programa de Bioproductos de uso agrícola en Cuba, para ser utilizados como promotores del crecimiento y rendimiento de los cultivos, así como mitigadores de los efectos adversos que provocan algunos estreses ambientales, cuando los mismos son utilizados en las dosis y momentos adecuados. Ahora bien, como es natural, la mayoría de los resultados que se han obtenido están asociados a las respuestas de las plantas a las aplicaciones de cada uno de estos bioestimulantes por separado.

De esta forma, se destacan FitoMas-E®, Biobras-16® y QuitoMax® como los productos más utilizados como estimuladores del crecimiento y el rendimiento de los cultivos e incluso, como mitigadores de los efectos adversos inducidos por diferentes tipos de estrés; obteniéndose resultados muy favorables con dos o tres aspersiones foliares durante el ciclo de los cultivos.

Por otra parte, el Pectimorf® ha sido utilizado con mucho éxito en diversos procesos biotecnológicos como sustituto o complemento de los reguladores del crecimiento y para la estimulación del enraizamiento de esquejes, posturas, etc. De manera similar, el Bioenraiz®, dada su composición puede ser muy útil tanto en la micropropagación masiva de plantas que se lleva a cabo en las biofábricas, como sustituto del ácido indolacético y por ende, también, pudiera ser utilizado como promotor del enraizamiento de esquejes de frutales, forestales y plantas ornamentales, que demanden del uso de auxinas. El Biojas® ha sido útil en el biocontrol de algunas plagas que atacan a los cultivos, por lo que debe tenerse en cuenta para mejorar la sanidad de los cultivos sin usar agroquímicos.

En el caso del Tomaticid®, se ha demostrado que es capaz de sustituir productos similares de importación que son utilizados en las casas de cultivo, por lo que es una vía adecuada para la sustitución de importaciones sin detrimento de la producción.

Un aspecto de gran interés e importancia, que ha sido investigado, en algunos cultivos, en los últimos años con resultados muy favorables es el uso combinado de algunos bioestimulantes y/o biofertilizantes, lo cual sin dudas, ha incrementado la efectividad de los mismos. Por tal motivo, el reto actual para investigadores y agricultores está en hacer un manejo adecuado e integrado de los bioestimulantes y biofertilizantes de producción nacional en cada cultivo, conociendo las características y los efectos que cada uno de ellos provoca en las plantas y de esta forma, lograr la sustitución de muchos de los agroquímicos de importación que se recomiendan, lo que, lógicamente, conducirá a incrementar cada vez más la sostenibilidad de la producción agrícola cubana.

Por otra parte, hay que señalar que diversas instituciones científicas agrícolas del país, han trabajado y continúan trabajando en la obtención de otros productos que paulatinamente podrán enriquecer la gama de bioestimulantes nacionales que podrán ser utilizados en la agricultura.

REFERENCIAS

- Almenares JC, Cuñarro R, Ravelo R, Fitó E, Moreno I, Núñez M. Influencia de diferentes dosis y momentos de aplicación del Biobras-16® en el cultivo del maíz (*Zea mays*). Cultivos Tropicales. 1999; 20(3):77-81.
- Álvarez Bello I, Reynaldo Escobar IM. Efecto del Pectimorf® en el índice estomático de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales. 2015; 36(3):82-7.
- Bao L, Hernández RM, Diosdado E, Román MI, González C, Rojas A, *et al.* Embriogénesis somática de *Citrus macrophylla* Wester con el empleo del Pectimorf® y análogos de brasinoesteroides. Revista Colombiana de Biotecnología. 2013; 15(1):189–94.
- Barroso Frómata L, Abad Michel M, Rodríguez Hernández P, Jerez Mompié E. Aplicación de FitoMas-E® y EcoMic® para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto. Cultivos Tropicales. 2015; 36(4):158-67.
- Batista-Sánchez, D. Indicadores fisiológicos, bioquímicos y del crecimiento de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en respuesta al estrés por NaCl y su interacción con un bioestimulante como agente mitigador. [Tesis de Doctorado]. [Baja California Sur]. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste; 2018. 115 p. Disponible en <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/1445>
- Batista-Sánchez D, Nieto-Garibay A, Alcaraz-Meléndez L, Troyo-Diéguez E, Hernández-Montiel L, Ojeda-Silvera CM, *et al.* Uso del FitoMas-E® como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L. Revista Electrónica Nova Scientia No. 15. 2015; 7(3): 266-284. ISSN 2007 - 0705
- Bécquer Granados CJ, González Cañizares PJ, Ávila Cordoví U, Nápoles Gómez JA, Galdo Rodríguez Y, Muir Rodríguez I, *et al.* Efecto de la inoculación de microorganismos benéficos y Quitomax® en *Cenchrus ciliaris* L., en condiciones de sequía agrícola. Pastos y Forrajes. 2019; 42(1):39-47.

- Benítez B, Núñez M, Yong A. Crecimiento de plantas de palma areca (*Dypsis lutescens*, H. Wendel) con aspersiones foliares de una mezcla de oligogalacturónidos. Cultivos Tropicales. 2008; 29(3):81-5.
- Cabrera JC. Procedimiento de obtención de una mezcla de oligosacáridos pécticos estimuladora del enraizamiento vegetal. Patente cubana no. 22859/2003.
- Cabrera JC, Wégria G, Onderwater RCA, González G, Nápoles MC, Falcón-Rodríguez AB, *et al.* Practical use of oligosaccharins in agriculture. Proceeding of I World Congress on the use of biostimulants in agriculture. Saa Silva S, Brown P, Ponchet M, editors. Acta Horticulturae. October 2013; 1009:195-212.
- Calero A, Quintero E, Olivera D, Peña K, Pérez Y. Influencia de bioestimulantes en el comportamiento agrícola del cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). Revista Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2019; 8 (1): 31-44. doi: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v8n1.73546>.
- Calero Hurtado A, Pérez Díaz Y, Pérez Reyes D. Efecto de diferentes biopreparados combinado con FitoMas-E® en el comportamiento agroproductivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Científica Monfragüe. Desarrollo Resiliente. 2016; 7(2):161-76.
- Calero Hurtado A, Pérez Díaz Y, Quintero Rodríguez E. Efecto de tres biofertilizantes en el comportamiento agronómico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Científica Monfragüe. Desarrollo Resiliente. 2018; 11:56-73. ISSN 2340-5457. <http://www.unex.es/eweb/monfragueresiliente>
- Calero-Hurtado A, Quintero-Rodríguez E, Pérez-Díaz A, Olivera-Viciedo D, Peña-Calzada K, Jiménez-Hernández J. Efecto entre microorganismos eficientes y FitoMas-E® en el incremento agroproductivo del frijol. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2019; 17(1):25-33. doi: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n1.1173>
- Campo-Costa A, Álvarez-Rodríguez A, Batista-Ricardo E, Morales-Miranda A. Evaluación del bioestimulante FitoMas-E® en el cultivo de *Solanum lycopersicum* L. (tomate). ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2015; 49(2):37-41.

- Cartaya OE, Reynaldo I, Peniche C, Garrido ML. Empleo de polímeros naturales como alternativa para la remediación de suelos contaminados por metales pesados. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 2011; 27(1):41-6.
- Castillo G, Gregori BS, Michelena G, Díaz de Villegas ME, Delgado G, Montano R, *et al.* Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2007; 41(3):42-51.
- Costales D, Martínez L, Núñez M. Efecto del tratamiento de semillas con una mezcla de oligogalacturónidos sobre el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*. 2007; 28(1):85-91.
- Costales D, Nápoles MC, Falcón A, Núñez M. Influencia de un análogo de brasinoesteroide sobre la nodulación de plantas de soya (*Glycine max.* (L.) Merril). *Cultivos Tropicales*. 2008; 29(2):65-9.
- Costales D, Falcón Rodríguez AB, Nápoles MC, De Winter J, Gerbaux P, Onderwater RCA, *et al.* Effect of chitosaccharides in nodulation and growth *in vitro* of inoculated soybean. *American Journal of Plant Sciences*. 2016; 7(9):1380-91. doi:10.4236/ajps.2016.79131
- Dell'Amico J, Morales D, Jerez E, Rodríguez P, Álvarez I, Martín R, *et al.* Efecto de dos variantes de riego y aplicaciones foliares de Pectimorf® en el desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2017; 38(3):129-34.
- 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.
- 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 cafeto (*Coffea arabica* L.). *Centro Agrícola*. 2016; 43(4):29-35.
- Dominí ME, Benítez B. Uso de biopreparados como promotores de enraizamiento en margullos de Ficus (*Ficus benjamina*). *Cultivos Tropicales*. 2004; 25(3):45-8.
- Du Jardin P. Plant Biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 2015; 196:3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2015.09.021>

- Durán Tejas M. Evaluación del bioestimulante QuitoMax® con diferentes momentos de aplicación en el cultivo *Phaseolus vulgaris* L. (frijol) variedad Velasco Largo en la Granja Hortícola Brisas, del municipio Holguín. [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. [Holguín]. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Holguín; curso 2016-17. 58 p. Disponible en: <http://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/4259>
- Enríquez-Acosta EA, Reyes-Pérez JJ. Evaluación de QuitoMax® en la emergencia, crecimiento y nutrientes de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Cienc Tecn UTEQ. 2018; 11(2):31-7.
- Eng Sánchez F, Michelena Álvarez G, Castillo Portela G, Ortega Arias-Carbajal G, Altuna Seijas B, González Olmedo J, *et al.* Procedimiento tecnológico para obtener un bioproducto de ácido jasmónico para uso agrícola. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. Edición Especial. Premios de la Academia de Ciencias de Cuba Año 2013. 2014;4(2):24 p.
- Falcón AB, Cabrera JC. Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en peciolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*). Cultivos Tropicales. 2007; 28(2):87-90.
- Falcón-Rodríguez AB, Cabrera JC, Ortega E, Martínez-Téllez MA. Concentration and physicochemical properties of chitosan derivatives determine the induction of defense responses in roots and leaves of tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants. Am. J. Agric. Biol. Sciences. 2009; 4(3):192-200.
- Falcón-Rodríguez AB, Costales D, Cabrera JC, Martínez-Téllez MA. Chitosan physico-chemical properties modulate defense responses and resistance in tobacco plants against the oomycete *Phytophthora nicotianae*. Pesticide Biochemistry and Physiology. 2011; 100:221-8.
- Falcón-Rodríguez AB, Costales-Menéndez D, Ortega-Delgado E, León-Díaz O, Cabrera-Pino JC, Martínez-Téllez MA. Evaluation of chitosan as inhibitor of soilborne pathogens and elicitor of defence markers and resistance in tobacco plants. Spanish J. Agric. Research, 2007; 5(4):533-41.
- Falcón-Rodríguez AB, González-Peña D, Costales D, Morales D, Travieso L, Terry E, *et al.* Avances en las investigaciones conducentes a la implementación del QuitoMax® en el cultivo del tomate. Agrotecnia de Cuba. 2015; 39(5):34-46.

- Falcón-Rodríguez AB, Gordon TA, Costales D, Martínez-Téllez MA. Respuesta enzimática y de crecimiento en una variedad comercial de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) tratada por aspersión foliar de un polímero de quitosana. Cultivos Tropicales. 2012; 33(1):65-70.
- Farouk S, Ramadan A. Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. Egyptian Journal of Biology. 2012; 14:14-26.
- García-Sahagún ML, Martínez-Juárez V, Avendaño-López AN, Padilla-Sahagún MC, Izquierdo-Oviedo H. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. Revista Fitotecnia Mexicana. 2009; 32(4):295-301.
- Gomes MMA, Campostrini E, Leal NR, Viana AP, Ferraz TM, Siqueira LN, *et al.* Brassinosteroid analogue effects on the yield of yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). Scientia Horticulturae. 2006; 110:235-40.
- Gómez L, González E, Enrique R, Hernández MA, Rodríguez MG. Uso de la biofumigación para el manejo de *Meloidogyne* spp., en la producción protegida de hortalizas. Rev. Protección Vegetal. 2010; 25(2): 119-23.
- Gómez Masjuan Y, Tornés Olivera N, González Gómez G, Oduardo R. Efecto de diferentes dosis de QuitoMax® en el crecimiento de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). Agrisost. 2018; 24(3):178-83. Disponible en <http://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/index>
- González E, Rodríguez M, Baños H, Montano R, García A, Villar J, *et al.* Uso de FitoMas-E® en los cultivos de col, tomate, pimiento y papaya. Agricultura Orgánica. 2013; 19(2):27-31.
- González FM, Casanova A, Hernández A, Méndez M, González R, Delgado A, *et al.* Efecto de la aplicación de Biobras-16® en la producción de plantas injertadas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Temas de Ciencia y Tecnología. 2006; 10(30):53-6.
- González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC, Paz Martínez I, Oliva Lahera A, Falcón Rodríguez A. Aplicación de QuitoMax® en semillas y posturas de tabaco en semillero. Centro Agrícola. 2020; 47(2):16-21. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001

- González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC, Jiménez Pizarro M, Oliva Lahera A, Alarcón Zayas A, Falcón Rodríguez A. Evaluación del Pectimorf® y QuitoMax® en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja. REDEL, Revista Granmense de Desarrollo Local. 2019; 3(4):262-71.
- González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC, Castillo Cruz D, Paz Martínez I, Cambara Rodríguez AY, Falcón Rodríguez A. Respuesta agronómica del pepino a la aplicación de QuitoMax® en condiciones de organoponía. Centro Agrícola. 2018; 45(3):27-31.
- González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC, Terrero Soler J, Araujo Aguilera L, Paz Martínez I, Arias RI, *et al.* Resultados obtenidos con la aplicación de QuitoMax® (Quitosana) en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la provincia Granma. Universidad de Granma, Editorial Universitaria, 2016. 59 p. e ISBN 978-959-16-3159-6.
- González Olmedo JL, Moreno Herrera A, Rodríguez Sánchez R, Michelena Álvarez G. Efectos de aplicaciones de Biojas® en plantas bajo condiciones de estrés. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2016; 50(3):54-8.
- González Paneque OS, Falcón Rodríguez A, Hernández Espinosa MM, Iglesias Curbelo R, Silva Pupo J J, López Machado M, *et al.* Evaluación del efecto del Pectimorf® en el establecimiento *in vitro* de yemas axilares de boniato clon CEMSA 78-354. Biotecnología Vegetal. 2004; 4(2):115-9.
- González-Peña D, Costales D, Falcón-Rodríguez AB. Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivos Tropicales. 2014; 35(1):35-42.
- González Vega ME, Rosales Jenqui P, Castilla Valdés Y, Lacerra Espino JÁ, 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.
- Griñán I, Morales D, Collado-González J, Falcón-Rodríguez AB, Torrecillas A, Martín-Palomoe MJ, *et al.* Reducing incidence of peel physiopathies and increasing antioxidant activity in pomegranate fruit under different irrigation conditions by preharvest application of chitosan. Scientia Horticulturae. 2019;247:247-53. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.12.017>

- Guevara Tejeda E, Méndez Guisado JC, Vega Lavín J, González Paneque OS, Puertas Arias A, Fonseca de la Cruz J. Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E® en el frijol común. Centro Agrícola. 2013; 40(1):39-44.
- Henríquez-Díaz FM, Salgado-Valle Y, Ramírez-Arrebato MA, Reyes-Pérez JJ, Rodríguez-Pedroso AT, Ruiz-Sánchez M, *et al.* Efecto de QuitoMax® en el control del mildiú vellosa en pepino (*Cucumis sativus* L.). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2020; 7(2): e2479. <https://doi.org/10.19136/era.a7n2.2479>.
- Hernández L, Benítez B, Soto F, Dominí ME. Efecto de una mezcla de oligogalacturonidos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de *Anthurium andreaeanum*. Cultivos Tropicales. 2007; 28(4):83-6.
- Hidalgo Tejeda M. Evaluación del efecto de los bioestimulantes BB-16 y FitoMas-E® en el desarrollo y la cosecha del maíz (*Zea mays*) cv. Tuyuyo. [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. [Holguín]. Universidad de Holguín; 2018. 55 p. Disponible en: <https://repositorio.uho.edu.cu/jspui/handle/uho/5771>
- Hidrobo AR, Ardisana EH, Cabrera JC, Jomarrón I. Utilización del Pectimorf® y Biobras-16® en la embriogénesis somática de la papa. Biotecnología Vegetal. 2002; 2(1):9-14.
- Ikekawa N, Zhao Y-J. Application of 24-epibrassinolide in agriculture. In: Cutler HG, Yokota T, Adams G, editors. Brassinosteroids. Chemistry, Bioactivity and Applications. ACS Symposium Series. American Chem. Society, Washington; 1991. p. 280-91.
- Izquierdo-Oviedo H. Los oligogalacturonidos de origen péctico y su acción en las plantas. Temas de Ciencia y Tecnología de México. 2009;13(39):31-40.
- Izquierdo Oviedo H, Alcaraz Meléndez L, Rodríguez Álvarez M. Micropropagación de chiltepín (*Capsicum annum* L. cv. 'glabriusculum') mediante el empleo de una oligosacarina de origen péctico. Acta Universitaria. 2017; 27(5):3-12.
- Jerez Mompié E, Morales Guevara D, Dell'Amico Rodríguez J, Falcón Rodríguez A. El QuitoMax® influye en la producción de tubérculos "semilla" de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. Cultivos Tropicales. 2018; 39(3):80-6.
- Jiménez Arteaga MC, González Gómez LG, Verdecia Corría AJ, Oliva Lahera A. Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la aplicación de Azofert-F, Micorriza y QuitoMax® a la semilla, en dos períodos de siembra. Centro Agrícola. 2020; 47(1):22-7.

- Jiménez Arteaga MC, González Gómez G, Falcón Rodríguez A, Quintana Pérez O, Bernardo Crespo G, Robaina Rodríguez C. Evaluación de tres bioestimulantes sobre la incidencia de plagas en el maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Santiago de Cuba. Centro Agrícola. 2010; 37(2):45-8.
- Jiménez Arteaga MC, González Gómez LG, Suárez Benítez M, Paz Martínez I, Oliva Lahera A, Falcón Rodríguez A. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de QuitoMax®. Centro Agrícola. 2018; 45(2):40-6.
- Jiménez Arteaga MC, Terrero Soler JC, González Gómez LG, Paz Martínez I, Falcón Rodríguez A. Evaluación de la aplicación de quitosana sobre parámetros agronómicos del cultivo de tomate H-3108 (*Solanum lycopersicum* L.) en casas de cultivo protegido. Centro Agrícola. 2015; 42(3):83-90.
- Kamuro Y, Takatsuto S. Practical application of brassinosteroids in agricultural fields. In: Sakurai A, Yokota T, Clouse SD, editors. Brassinosteroids. Steroidal Plant Hormones. Springer Verlag, Tokyo; 1999. p. 223-41.
- Lamí-Izquierdo L, Díaz-Luzbet M, García-Bassa C, Mesa-Jardín M, Cabrera-Lejarte M, Lores-Nápoles MN, *et al.* Obtención y generalización del empleo de una fitohormona sintética para aumentar el rendimiento del tomate y otros frutos. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2011; 45(2):10-8.
- Lanchimba Sopalo WI. Evaluación de quitosano en el crecimiento y desarrollo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de casa de cultivo. [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. [Granma]. Universidad de Granma; 2019. 64 p. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4847>
- Lara A, Mosqueda O, González-Olmedo J. Determinación de los efectos del Pectimorf® y C-751 sobre la multiplicación de brotes de *Anthurium andreanum* propagados en biorreactores de inmersión temporal. Ceiba. 2004; 45(2):121-8.
- Lara-Acosta D, Costales-Menéndez D, Falcón-Rodríguez A. Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cultivos Tropicales. 2018; 39(2):127-34.
- Lara-Acosta D, Costales-Menéndez D, Nápoles-García MC, Falcón-Rodríguez A. Pectimorf® y Azofert-F® en el crecimiento de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales. 2019; 40(4):e05.

- Licta Chugchilán LG, Riera Cerda AL. Evaluación de tres dosis de FitoMas-E® en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), variedad Habana 2000, plantado en un suelo Fluvisol de la provincia Granma, Cuba. [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. [Granma]. Universidad de Granma, Bayamo M.N., Cuba y Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2010. 52 p. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/832>
- López Pérez Y, Pouza Barrera Y. Efecto de la aplicación del bioestimulante FitoMas-E® en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). DELOS. Revista Desarrollo Local Sostenible. 2014; 7(20):10 p.
- Martín Martín R, Jerez Mompié E, Morales Guevara D, Reynaldo Escobar IM. Empleo de Pectimorf® para estimular la tuberización en papa (*Solanum tuberosum* L.). Cultivos Tropicales. 2017; 38(3):72-6.
- Martínez L, Ibarra P, Núñez M. Mezcla de oligogalacturónidos promueve el enraizamiento de esquejes semileñosos de guayaba (*Psidium guajava* L.) var. Enana Roja. Revista Citrifrut. 2007; 24(1):20-4.
- Martínez González L, Maqueira López L, Nápoles García MC, Núñez Vázquez M. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados. Cultivos Tropicales. 2017; 38(2):113-8.
- Martínez González L, Reyes Guerrero Y, Falcón Rodríguez A, Núñez Vázquez M. Efecto del tratamiento a las semillas con quitosana en el crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar INCA LP-5 en medio salino. Cultivos Tropicales. 2015; 36(1):143-50.
- Mederos Y, Hormaza J. Revisión bibliográfica. Consideraciones generales en la obtención, caracterización e identificación de los oligogalacturónidos. Cultivos Tropicales. 2008; 29(1):83-90.
- Méndez Guisado J, Chang Lago R, Salgado Batista Y. Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Granma Ciencia. 2011; 15(2):1-10.
- Ministerio de la Agricultura. Manual práctico para uso de bioproductos y fertilizantes líquidos. Departamento de Suelos y Fertilizantes. Enero 2020. 21 p.

- 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):4-21.
- Montero San José L, Leiva Leiva A, Abad Abreu L, Rodríguez Nodals, A. Efectividad del FitoMas-E® en el rendimiento del garbanzo cultivado con riego en la Agricultura Urbana. Revista Ingeniería Agrícola. 2012; 2(1):33-6.
- Morales Guevara D, Dell'Amico Rodríguez J, Jerez Mompié E, Rodríguez Hernández P, Álvarez Bello I, Díaz Hernández Y, *et al.* Efecto del QuitoMax® en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego. I. Crecimiento y rendimiento. Cultivos Tropicales. 2017; 38(2):119-28.
- Morales Guevara D, Torres Hernández LI, Jerez Mompié E, Falcón Rodríguez A, Dell'Amico Rodríguez J. Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Cultivos Tropicales. 2015; 36(3):133-43.
- Morejón Pereda M, Herrera Altuve J, Ayra Pardo C, González Cañizares PJ, Rivera Espinosa R, Fernández Parla Y, *et al.* Alternativas en la nutrición del maíz transgénico FR-Bt1 DE (*Zea mays* L.): Respuesta en crecimiento, desarrollo y producción. Cultivos Tropicales. 2017; 38(4):146-155.
- Morejón R, Díaz S, Núñez M. Uso del Biobras-16® en áreas arroceras de pequeños productores de la provincia de Pinar del Río. Cultivos Tropicales. 2007; 28(2):91-93.
- Moreno Herrera A, Rodríguez Delgado I, González Olmedo JL, Mangar A. Ácido jasmónico como regulador de estrés en vitroplantas de piña cultivar MD-2 en la fase de aclimatización. Revista científica Agroecosistemas, 2017; 5(1):97-108. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.
- Moreno Lorenzo XA, Lobelle Muñiz L, González Ramírez J. Efecto de los bioestimulantes Biobras-16® y QuitoMax® sobre el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad 'Delicias-364' en la agricultura suburbana de Aguada de Pasajeros. Revista científica Agroecosistemas. 2018; 6(2):151-60. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.

- Moya Gi M, Ramírez González F, León Hidalgo R, Mujica Caicoy C. Efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L) en Aguada de Pasajeros. Revista Científica Agroecosistemas [seriada en línea]. 2016; 4(2):6-10. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.
- Nápoles Vinent S, Garza Borges T, Reynaldo Escobar IM. Respuesta del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L.) var. Lina a diferentes formas de aplicación del Pectimorf®. Cultivos Tropicales. 2016; 37(3):172-7.
- Nápoles-Vinent S, Medina-Mitchell VM, Serra-Díaz M, Orberá-Ratón T, Reynaldo-Escobar IM, Ferrera-Fabré JA. Impacto de los productos naturales Pectimorf® y biopreparado bacteriano rizosférico en la producción de *Moringa oleífera* L. en vivero. Ciencia en su PC. 2017; 3:53-65. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181353026005>.
- Nieves N, Poblete A, Cid M, Lezcano Y, González-Olmedo JL, Cabrera JC. Evaluación del Pectimorf® como complemento del 2,4-D en el proceso de la embriogénesis somática de caña de azúcar (*Saccharum* spp). Cultivos Tropicales. 2006; 27(1):25–30
- Núñez M. Aplicaciones prácticas de los brasinoesteroides y sus análogos en la agricultura. Cultivos Tropicales. 1999; 20(3):63-72.
- Núñez Vázquez MC. Análogos de brasinoesteroides, nuevos productos para la agricultura. Editorial Académica Española. OmniScriptum GmbH & Co. KG. Deutschland/Alemania. 2013, 55 p.
- Núñez M, Sosa JL, Alfonso JL, Coll F. Influencia de dos nuevos biorreguladores cubanos en el rendimiento de plantas de cebolla (*Allium cepa*) cv. Red Creole. Cultivos Tropicales. 1998; 19(1):21-4.
- Núñez M, Mazorra LM, Martínez L, González MC, Robaina C. Análogos de brasinoesteroides revierten parcialmente el impacto del estrés salino en el crecimiento inicial de las plántulas de dos genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.). Cultivos Tropicales. 2007; 28(2):95-9.

- 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.
- Núñez Vázquez M, Reyes Guerrero Y, Rosabal Ayan L, Martínez L, González Cepero MC, Pieters A. Brasinoesteroides y sus análogos estimulan el crecimiento de plántulas de dos genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en medio salino. *Cultivos Tropicales*. 2013; 34(1):74-80.
- Núñez Vázquez M, Reyes Guerrero Y, Rosabal Ayán L, Martínez González L. Análogos espirostánicos de brasinoesteroides y sus potencialidades de uso en la agricultura. *Cultivos Tropicales*. 2014; 35(2):34-42.
- Ohta K, Morishita S, Suda K, Kobayashi N, Hosoki T. Effects of chitosan soil mixture treatment in the seedling stage on the growth and flowering of several ornamental plants. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 2004;73:66-8.
- Ojeda-Silvera CM. Efecto de un producto bioactivo compuesto por oligogalacturónidos como mitigador del estrés hídrico en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). [Tesis de Doctorado]. [Baja California Sur]. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste; 2015. 150 p. Disponible en: <http://dspace.cibnor.mx/handle>
- Osman AI, Brunet-Salazar E, Barreda-Valdés, A, Colás-Sánchez A, González-Aguilar D, Chacón-Iznaga A. Efecto de FitoMas-E® sobre el crecimiento de *Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE- 94 en periodo poco lluvioso. *Centro Agrícola*. 2018; 45(4):12-9.
- Peña K, Rodríguez JC, Olivera D, Fuentes PF, Melendrez JF. Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. *Agronomía Costarricense*. 2016; 40(2):117-27.
- Pérez Davison G, Restrepo Manrique R, Serrano Gómez M, Martínez Sánchez M, Martínez Sánchez G, Coll Manchado F, *et al.* Efectos ecotoxicológicos de un brasinoesteroide en tres organismos productores. *Acta Farm. Bonaerense*. 2001; 20(4):281-7.

- Pérez-Madruga Y, Rosales-Jenquis PR, Costales-Menéndez D, Falcón-Rodríguez A. Aplicación combinada de quitosano y HMA en el rendimiento de maíz. *Cultivos Tropicales*. 2019; 40(4):e06.
- Plana D, Álvarez M, Florido M, Lara RM, Cabrera JC. Actividad biológica del Pectimorf® en la morfogénesis *in vitro* del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Amalia. *Cultivos Tropicales*. 2003; 24(1):29–33.
- Plana Llerena RR, González Cañizares PJ, Soto Carreño F. Uso combinado de EcoMic®, FitoMas-E® y fertilizantes minerales en la producción de forraje para la alimentación animal a base de triticale (x. *Triticosecale* Wittmack) cv INCA TT-7. *Cultivos Tropicales*. 2016; 37(4):76-83.
- Quintero Rodríguez E, Calero Hurtado A, Pérez Díaz Y, Enríquez Gómez L. Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*. 2018; 45(3):73-80.
- Quiñones-Gálvez J, Hernández de la Torre M, Quirós Molina Y, Capdesuñer Ruiz Y, Trujillo Sánchez R. Factores que controlan el contenido de fenoles en el cultivo de callos de *Teobroma cacao*. *Cultivos Tropicales*. 2016; 37(no. especial):118-26. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4038.1047>
- Ramírez A, Cruz N, Franchialfaro O. Uso de bioestimuladores en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. *Cultivos Tropicales*. 2003; 24(1):59-63.
- Reyes Y, Mazorra LM, Martínez L, Núñez M. Efecto del análogo de brasinoesteroide (Biobras-16®) en la germinación y el crecimiento inicial de las plantas de dos variedades de tomate en condiciones de estrés salino. *Cultivos Tropicales*. 2010; 31(3):82-8.
- Reyes Guerrero Y, Martínez González L, Núñez Vázquez M. Aspersión foliar con Biobras-16® estimula el crecimiento de plantas jóvenes de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a tratamiento con NaCl. *Cultivos Tropicales*. 2017; 38(1):155-66.

- Reyes Guerrero Y, Núñez Vázquez M, Mazorra Morales LM, Martínez González L, Ravelo Agüero E, Dell'Amico Rodríguez J, *et al.* Mecanismos de acción de los brasinoesteroides y sus análogos en las respuestas de plantas sometidas a estrés abióticos. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2021; 11(2), 10 p.
- Reyes-Pérez JJ, Enríquez-Acosta EA, Ramírez-Arrebato MA, Rodríguez-Pedroso AT, Falcón-Rodríguez A. Efecto de ácidos húmicos, micorrizas y quitosano en indicadores del crecimiento de dos cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*. 2020; Número Especial 38-3: 653-66. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.671>.
- Reyes-Pérez JJ, Enríquez-Acosta EA, Ramírez-Arrebato MA, Rodríguez-Pedroso AT, Falcón-Rodríguez A. Repuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de una formulación de quitosana. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2019; 36:44-53.
- Reyes-Pérez JJ, Enríquez-Acosta EA, Ramírez-Arrebato MA, Rodríguez-Pedroso AT, Lara Capistrán L, Hernández-Montiel LG. Evaluation of the growth, yield and nutritional quality of pepper fruit with the application of QuitoMax®. *Cien. Inv. Agr.* 2019; 46(1):23-9. doi:10.7764/rcia.v46i1.2002.
- Reyes-Pérez JJ, Ramos-Remache RA, Falcón Rodríguez A, Ramírez-Arrebato MA, Rodríguez-Pedroso AT, Rivero-Herrada M, *et al.* Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, absorción de nutrientes y rendimiento de *Cucumis sativus*. *Centro Agrícola*. 2019; 46(4):53-60.
- Ricardo Hijuelos I, Aguilar Martín CL. Evaluación del FitoMas sobre el rendimiento agrícola del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un suelo vertisol. *Multiciencias*. 2015; 15(4):371-5.
- Rodríguez AT, Ramírez MA, Cárdenas RM, Falcón AB, Bautista S. Efecto de la quitosana en la inducción de la actividad de enzimas relacionadas con la defensa y protección de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) contra *Pyricularia grisea* Sacc. *Revista Mex. Fitopatología*. 2006; 24(1):1-7.
- Rodríguez-Matos Y, Álvarez-Olivera PA, Riera MC, Rodríguez-Oquendo V, Román ML. Efecto de dos productos biológicos en el desarrollo de la especie *Tectona grandis* L.F., en vivero y plantación. *Avances*. 2011; 13(2). 9 p.

- Rodríguez Pedroso AT, Ramírez Arrebato MA, Falcón Rodríguez A, 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.) INCA LP-5. Cultivos Tropicales. 2017; 38(4):156-9.
- Rosabal Ayán L, Martínez González L, Reyes Guerrero Y, Núñez Vázquez M. Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobras-16® en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales. 2013; 34(3):71-5.
- Ruisánchez Y, Hernández MI, Rodríguez J. Evaluación de los bioproductos Dimabac y FitoMas-E® en el cultivo del tomate. Temas Agrarios. 2013; 18(1):49-56.
- Ruisánchez Ortega Y. Evaluación de los bioproductos FitoMas-E® y Dimabac en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en dos fincas de pequeños campesinos en Cuba. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología, SOCLA. La Plata, Argentina; 2015. 6 p. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52154>
- Ruiz J, Terry E, Tejeda T, Díaz MM. Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. Cultivos Tropicales. 2009; 30(3):60-4.
- San Juan Rodríguez AN, Guevara Verdecia Y, Gómez Santiesteban E, Delgado Arrieta G, Dopico Ramírez D, Díaz de Villegas Díaz de Villegas ME, *et al.* Los Bioproductos. In: Resultados de los Institutos Cubanos de Investigación, Desarrollo e Innovación en las Tecnologías sobre Azúcar y Derivados. Editorial ICIDCA, La Habana, Cuba; 2020. p. 421-42.
- Santos Pino A, Beovides García Y, Mollineda Trujillo M, López Torres J, Basail Pérez M, Gutiérrez Sánchez Y, *et al.* Efecto del Pectimorf® como biorregulador del crecimiento en la micropropagación del cultivar 'INIVIT MX-2008' (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). Revista Agricultura Tropical. 2017; 3(1):52-63.
- Sasse JM. Recent progress in brassinosteroid research. *Physiol. Plant.* 1997; 100: 696-701.
- Silva CMM, Freitas SP, Gomes MMA. Interaction of Imazapyr and a brassinosteroid analogue in seedlings of *Eucalyptus grandis*. *International J. Agric. Forestry.* 2012; 2(4):180-5.

- Soares Mandriz DB. Efecto del FitoMas-E® sobre el crecimiento y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L. cv. CIAP JTE-94). [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. [Villalarga]. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara; 2014. 55 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/690>
- Sopalun K, Thammasiri K, Ishikawa K. Effects of chitosan as the growth stimulator for *Grammatophyllum speciosum* in vitro culture. World Acad. of Sc., Eng. Tech. 2010; 71:449-51.
- Soriano-Melgar LIAA, Izquierdo-Oviedo H, Saucedo-Espinosa YA, Cárdenas-Flores A. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la calidad y capacidad antioxidante de frutos de calabacita (*Cucurbita pepo* L. var. ‘Grey Zucchini’). Terra Latinoamericana. 2019; 38:17-28. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.516>.
- Suárez L. Efecto que ejercen las aspersiones foliares de una mezcla de oligogalacturonidos (Pectimorf®) y la formulación a base de un análogo de brasinoesteroides (Biobras-16®) en dos especies de orquídeas (*Cattleya leuddemmanniana* y *Guarianthe skinneri*). Cultivos Tropicales. 2007; 28(4):87-91.
- Suárez-Guerra L, Hernández-Espinosa MM. Efecto del Pectimorf® en el cultivo de ápices de plantas *in vitro* de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), clones ‘CMC-40’ y ‘Señorita’. Cultivos Tropicales. 2015; 36(4):55–62.
- Terry E, Núñez M, Pino MA, Medina N. Efectividad de la combinación biofertilizantes-análogos de brasinoesteroides en la nutrición del tomate. Cultivos Tropicales. 2001; 22(2):59-65.
- Terry Alfonso E, Falcón Rodríguez A, Ruiz Padrón J, Carrillo Sosa Y, Morales Morales H. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. Cultivos Tropicales. 2017; 38(1): 147-54.
- Terry Alfonso E, Ruiz Padrón J, Tejeda Peraza T, Reynaldo Escobar I. Efectividad agrobiológica del producto Pectimorf® en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). Cultivos Tropicales. 2014; 35(2): 105-11.
- Terry-Alfonso E, Ruiz-Padrón J, Carrillo-Sosa Y, Díaz de Villegas ME, Delgado-Arrieta G. Resultados del Lebame en cultivos hortícolas de interés económico. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2016; 50(3):9-12.

- Villalobos-Olivera A, Hernández L, Martínez J, Quintana N, Zeballos BE, Yabor L, *et al.* Euclidean distance can recognize the Biojas® concentration that produces the ideal physiological status of pineapple *in vitro* plantlets. *In Vitro Cellular Development Biology*. 2020; 56(2):259-63.
- Villar J, Montano R, López R. Efecto del bioestimulante FitoMas-E® en cultivos seleccionados. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2005; 34(2):41-5.
- Viñals-Verde M, García-García A, Montano-Martínez RL, Villar-Delgado JC, García-Martínez T, Ramil-Mesa, M. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas®; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2011; 45(3):1-23.
- Yakhin OI, Lubyantsov AA, Yakhin IA, Brown PH. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science* 2017; 7:2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049
- Zacarias L, Lafuente MT. Etileno, ácido abscísico y otros reguladores del desarrollo. In: Azcón-Bieto J, Talón M, editors. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill/Interamericana de España S. A U. Madrid, España; 2000. p. 361-376.
- Zuaznabar-Zuaznabar R, Pantaleón-Paulino G, Milanés-Ramos N, Gómez-Juárez I, Herrera-Solano A. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FitoMas-E® en el estado de Veracruz, México. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 2013; 47(2):8-12.



Editado, compuesto y diagramado por:



Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

Impactos productivos de bioestimulantes cubanos en la agricultura

En Cuba, hace más de dos décadas, se ha venido trabajando en la obtención de diversos bioestimulantes, capaces de promover el rendimiento agrícola y la tolerancia de las plantas ante determinado tipo de estrés ambiental. El presente folleto recopila la mayoría de la información publicada relacionada con las aplicaciones prácticas de los siete bioestimulantes de producción nacional priorizados por el Ministerio de la Agricultura (Biobras-16®, Fitomas-E®, Quitomax®, Pectimorf®, Bioenraiz®, Tomaticid® y Biojas®) en diferentes cultivos. El conocimiento de esta información complementa y enriquece la incluida en el Manual práctico para uso de bioproductos y fertilizantes líquidos con relación a estos bioestimulantes; lo cual, sin dudas, contribuirá a hacer un uso más racional y efectivo de estos productos; además, de que revela las ventajas que ha tenido el uso de los mismos en combinación con otros bioproductos nacionales.



Miriam de la Caridad Núñez Vázquez

Dra. en Ciencias Agrícolas e Investigadora de Mérito y Titular del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ha dedicado 30 años al estudio de la Actividad biológica y las aplicaciones prácticas en la agricultura de algunos bioproductos a base de análogos de brasinoesteroides, oligosacarinas y más recientemente, extractos de algas. Ha publicado más de 100 artículos sobre el tema, además, tres libros y dos folletos.



Yanelis Reyes Guerrero

Dra. en Ciencias Agrícolas e Investigadora Auxiliar del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ha dedicado 15 años al estudio de los mecanismos de acción de análogos de brasinoesteroides, oligosacarinas y más recientemente, extractos de algas en condiciones normales y de estrés abióticos. Ha publicado más de 30 artículos sobre el tema, además de dos libros.



Alejandro Bernardo Falcón Rodríguez

Dr. en Ciencias Biológicas e Investigador Titular del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ha dedicado 29 años al estudio de la actividad biológica de las oligosacarinas y al desarrollo de bioestimulantes agrícolas con estos compuestos naturales. Ha publicado 80 artículos científicos sobre el tema, dos libros y un capítulo.

ISBN: 978-959-7258-10-0

