

Impacto de la formulación Fitobras en la productividad del pimiento California Wonder

Dariellys Martínez-Balmori¹, Raúl Hassan Hernández-Hernández¹, Caridad Robaina-Rodríguez², Yamilet Coll-García¹ y Adolfo Brown-Gómez^{3*}

1. Centro de Estudios de Productos Naturales (CEPN), Facultad de Química. Zapata y G, Vedado. La Habana, Cuba.

2. Granja Militar Integral Atabey. Calle 222 s/n, entre 15 y 17, Playa. La Habana, Cuba.

3. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA).

Vía Blanca 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba

*adolfo.brown@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Una de las prioridades en el contexto agrícola cubano actual es incentivar el uso de insumos de factura nacional, de ahí que el objetivo de este trabajo sea evaluar el efecto de la aplicación conjunta de Fitomas-EC (FM-EC) y Biobras-16 (BB-16) en el pimiento. Fueron realizadas aplicaciones foliares de los bioproductos en el cultivo, a los 11 y 26 días después del trasplante, para un total de cuatro tratamientos: Control, BB-16, FM-EC y BB-16+FM-EC. A los 26 días después del trasplante se evaluaron: altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas y flores; y a los 65 días el número de frutos, racimos y flores y el rendimiento. Además, se evaluaron parámetros de calidad externa e interna del fruto, como: peso, diámetro y longitud, pH, acidez titulable, °Brix, conductividad eléctrica y contenido de carbohidratos. Los resultados de productividad biológica fueron indicativos de que la combinación no implica un efecto aditivo; sin embargo, los resultados de productividad agrícola mostraron un beneficio significativo cuando estos insumos agrícolas cubanos se aplican de forma conjunta. Los parámetros de calidad del fruto del pimiento no se afectan con el uso de los bioproductos, por lo que pueden ser utilizados en su sistema productivo.

Palabras clave: bioestimulantes, *Capsicum annuum* L., insumos biológicos, horticultura, manejo orgánico.

ABSTRACT

At Cuban agriculture context, a priority is the incentive use of national manufacture inputs. Evaluate the effect of applications of Fitomas-EC (FM-EC) and Biobras-16 (BB-16) in pepper was the aim of this work. Foliar applications of bioproducts was performance in pepper culture, at 11 and 26 days after transplanting (DDT), for a total of four treatments: Control, BB-16, FM-EC and BB-16+FM-EC. At 26 DDT was evaluate: height and diameter of plant, number of shoots and flowers, and at 65 DDT: number of fruits, raceme and flowers, and yield. Besides, was evaluate external and internal quality parameters: fruit weight, diameter and length, pH, titration acidity, °Brix, electric conductivity and carbohydrates content. The biological productivity results were indicatives that combination not implies an additive effect, although, the agriculture productivity results showed a significative benefic effect when these Cuban agriculture inputs are applied at combined way. The quality parameters of pepper fruit, were not affect and they can be used in their productive system.

Key words: biostimulants, *Capsicum annuum* L., biologic inputs, horticulture, organic management.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la producción de alimentos es un desafío para la comunidad científica internacional y forma parte de los objetivos de desarrollo sostenible declarados por la ONU en su Agenda

2030. El cumplimiento de este reto constituye una prioridad en el contexto cubano actual, principalmente con el empleo de nuevas tecnologías, que eviten el uso de agroquímicos que resultan costosos, desde el punto de vista económico y ambiental.

El manejo de bioestimulantes y/o biofertilizantes en los sistemas productivos forma parte de estas nuevas tecnologías y potencia, en la actualidad, el uso de aquellos de producción nacional, con la finalidad de sustituir y/o reducir el empleo de agroquímicos, para con su uso aumentar la producción de alimentos y preservar el medioambiente.

En Cuba, el Fitomas-EC y el Biobras-16, son bioinsumos usados para incrementar la producción agrícola. El Fitomas-EC, desarrollado por el ICIDCA, es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (1), mientras que el Biobras-16, desarrollado por el Laboratorio de Productos Naturales de la UH, es una formulación comercial cuyo principio activo es un análogo espirostánico sintético de brasinoesteroide. El efecto de ambos bioproductos en la productividad biológica y agrícola de una amplia variedad de cultivos y el efecto antiestrés, están bien documentados en la literatura (1, 2, 3). No obstante, son escasos los trabajos en los que se reporta el uso combinado de estos bioproductos, como posible paquete tecnológico, en un cultivo determinado, así como tampoco se encuentran reportes relacionados con el efecto que estos bioproductos producen en la calidad del producto agrícola.

Por lo antes expuesto, pudiera existir la posibilidad de que el uso del Fitomas-EC y Biobras-16 en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) provoque modificaciones en la productividad agrícola y en los parámetros de la calidad del fruto, de ahí que se proponga como objetivo de este trabajo evaluar el efecto de la aplicación conjunta de Fitomas-EC y Biobras-16 (Fitobras), en el cultivo del pimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en casas de cultivo pertenecientes a la Granja Militar Integral (GMI) Atabey, MINFAR, cita en 222 y 17, Playa, La Habana, Cuba. Se utilizaron posturas de pimiento con 30 días de plantadas (DDP), obtenidas de semillas de California Wonder, en bandejas de polietileno en la casa de posturas de la GMI. Las posturas se trasplantaron para una casa de cultivo protegido: área útil de 540 m² dispuesta en 3 secciones, de 3 canteros cada una. Los canteros (38 x 80 x 30 cm) se conformaron homogéneamente, con suelo Ferralítico rojo y materia orgánica. Se realizaron aplicaciones foliares de los bioproductos, de manera individual y conjunta; además, se establecieron 4 tratamientos: Control; Biobras-16. 25 mg ha⁻¹ (BB-16); Fitomas-EC, 1L ha⁻¹ (FM-EC); y BB-16+FM-EC (Fitobras). Los bioproductos y su combinación se establecieron en una sección, se tomó 1/3 de cada sección para el control, que consistió en agua. Las aplicaciones foliares se realizaron a punta de goteo, en dos momentos: a los 11 días después del trasplante (DDT) y a los 26 DDT. Las atenciones culturales se realizaron según las indicadas en el Manual para la Producción Protegida de Hortalizas (4). A los 26 DDT se seleccionaron 30 plantas, al azar, de cada tratamiento y se evaluaron los indicadores: altura de la planta (cm), grosor del tallo (cm), número de hojas y de flores; y, a los 65 DDT (primera cosecha), se evaluaron: número de frutos, de flores y de racimos por planta y el rendimiento (t ha⁻¹) y se masaron el total de frutos que hay en cada tratamiento en el área de plantación. Además, se seleccionaron 20 frutos de cada tratamiento y se evaluaron los indicadores de calidad externa, como: peso, diámetro, longitud y grosor del mesocarpio. Para la evaluación de la calidad interna se prepararon extractos crudos (tres réplicas) y los indicadores evaluados fueron: acidez activa (pH) en un pHmetro METTLER TOLEDO, acidez valorable total (expresada en porcentaje de ácido málico), mediante volumetría ácido-base, conductividad eléctrica (CE) en un conductímetro XS COND 80+, °Brix con el uso de un refractómetro digital XS LDR-500 y porcentaje de jugosidad,

parámetro que informa acerca del contenido de zumo que tiene un determinado fruto. Los datos fueron procesados estadísticamente, con el uso del paquete estadístico Statgraph versión 5.1; se realizó un Análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la comparación múltiple de medias fue realizada con la Prueba de Turkey, con un 95 % de confianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo las condiciones experimentales ensayadas, se reportan los resultados de los indicadores de productividad biológica, evaluados a los 26 DDT, luego de la aplicación de los bioproductos, a los 11 DDT (tabla 1).

Estos valores de productividad están dentro del rango de valores reportados en la literatura para el cultivo del pimiento, con el uso de otros bioproductos y/o variedades (5-8). El indicador altura de la planta se incrementa significativamente con el uso del BB-16, aunque no difiere significativamente del tratamiento control.

Para los indicadores diámetro del tallo y número de hojas se observa que, con la aplicación de los bioproductos de manera individual o combinados, se obtienen mayoritariamente valores significativamente superiores al tratamiento control. En general, los resultados son indicativos de que el empleo de la combinación de los bioproductos no implica un efecto benéfico aditivo.

Tabla 1. Indicadores de productividad biológica de plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder) tratadas con los bioproductos (BB-16: Biobras-16 y FM-EC: FitoMas-EC) y su combinación (BB-16+FM-EC)

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Número de hojas	Número de flores
Control	30.23 ab	6.77 b	21.53 b	3.53 b
BB-16	32.80 a	7.97 a	27.07 a	5.17 a
FM-EC	29.00 b	7.60 a	25.90 a	2.63 b
BB-16 + FM-EC	29.27 b	7.87 a	25.40 a	2.30 b
ESx	0.45	0.09	0.65	0.24

Letras distintas (a-b) muestran diferencias significativas entre medias según Tukey 95 %.

Tabla 2. Indicadores de productividad agrícola de plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder) tratadas con los bioproductos (BB-16: BIOBRAS-16 y FM-EC: FitoMas-EC) y su combinación (BB-16+FM-EC)

Tratamientos	Número de frutos	Número de racimos	Número de flores
Control	2.17 c	3.27 b	6.87 b
BB-16	4.23 ab	2.90 b	6.26 b
FM-EC	3.67 b	2.74 b	5.87 b
BB-16 + FM-EC	4.70 a	4.42 a	9.29 a
ESx	0.24	0.22	0.48

Letras distintas (a-c) muestran diferencias significativas entre medias según Tukey 95 %.

Un comportamiento diferente se encontró en el indicador número de flores (tabla 1), pues con el uso de BB-16 se incrementó significativamente el número de flores de las plantas. La estimulación de los brasinoesteroides y sus análogos en la floración han sido señalados por Coll (2) y Núñez (3). Los resultados confirman el ya conocido efecto bioestimulante de los bioproductos BB-16 y FM-EC; no obstante, indican que el uso combinado de ambos en la proporción ensayada no potencia dicho efecto benéfico.

Los resultados para los indicadores de productividad agrícola se muestran en la tabla 2 y la figura 1. Para la mayoría de los indicadores evaluados se obtiene un beneficio significativo cuando se emplean los bioproductos de manera combinada y no muestran diferencias significativas entre los tratamientos con el indicador longitud del fruto.

Los resultados del rendimiento del pimiento cultivado, con los bioproductos y su combinación, se muestran en la figura 1. Se observa que la aplicación,

individual o combinada, del Biobras-16 y del Fitomas-EC incrementan el rendimiento de las plantas y se obtiene un valor superior con la aplicación conjunta de estos bioinsumos, que no constituye la suma de los valores obtenidos con su aplicación individual. Los valores de rendimiento están en el rango de valores reportados en la literatura consultada (5 - 9); no obstante, solamente con la combinación se alcanza el rendimiento potencial (13.7 t ha⁻¹) de esta variedad, según refiere el instructivo técnico del cultivo 10).

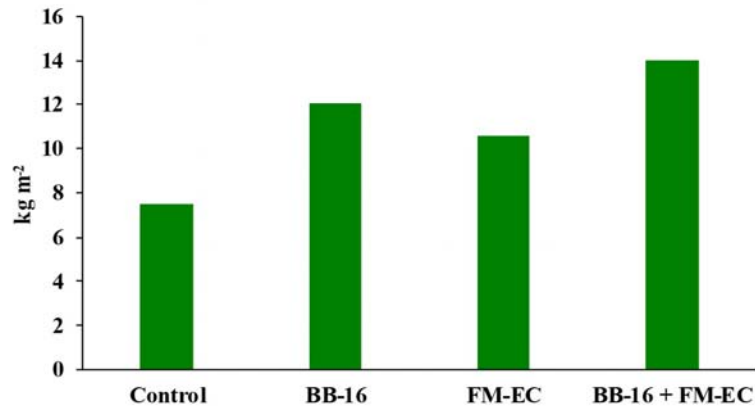


Figura 1. Rendimiento (kg m⁻²) del pimienta (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder), cultivado con los bioproductos (BB-16: Biobras-16 y FM-EC: Fitomas-EC) y su combinación (BB-16+FM-EC).

Los resultados de los indicadores de calidad externa de los frutos cosechados a los 65 DDT, luego de las aplicaciones foliares de los bioproductos, se presentan en la tabla 3. En todos los tratamientos, el peso del fruto es superior a los 100 g, que es el peso promedio de los frutos de esta variedad (9). Para los parámetros peso y diámetro del fruto se obtiene un beneficio significativo cuando se emplean los bioproductos de manera combinada y no se muestran diferencias significativas entre los tratamientos en las medidas: longitud del fruto y grosor del mesocarpio. Los valores obtenidos son superiores a los reportados por Jimenez *et al.* (5), quienes

utilizan esta variedad de pimienta, pero otro bioproducto de reconocido efecto bioestimulante, el QuitoMax®, producto a base de polímero de quitosana desarrollado por el Grupo de Productos Bioactivos, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Por otra parte, son inferiores a los informados por Héctor *et al.* (7), quienes trabajan con un lixiviado de vermicompost de estiércol bovino y el híbrido Nathalie de pimienta. Este comportamiento de la actividad bioestimulante de los insumos biológicos es probable que se deba a varios factores, entre los que se destacan: las condiciones de cultivo, tipo de cultivo y variedad, momento y modo de aplicación del o de los bioproducto(s).

La calidad es el conjunto de cualidades (sensoriales, higiénicas y químicas) que hacen aceptables los alimentos a los consumidores (11). Aunque estas cualidades son igualmente importantes, el consumidor va a preferir alimentos de mayor tamaño (medida de calidad externa) sin apreciar, por ejemplo, el valor nutritivo (medida de calidad interna).

Los resultados son indicativos de que con el uso combinado de estos bioinsumos se obtienen frutos de mayor tamaño y peso, cualidades de calidad externa del fruto de preferencia de los consumidores. Se hace necesario señalar que los frutos de todos los tratamientos mostraron una buena

Tabla 3. Indicadores de calidad externa de frutos de pimienta (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder) obtenidos con los bioproductos (BB-16: BIOBRAS-16 y FM-EC: Fitomas-EC) y su combinación (BB-16+FM-EC)

Tratamientos	Peso fruto (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Grosor del mesocarpio (cm)
Control	134.35 b	6.86 b	8.37	0.79
BB-16	144.96 ab	7.06 b	9.21	0.79
FM-EC	127.15 b	6.96 b	8.16	0.80
BB-16 + FM-EC	167.69 a	7.81 a	8.66	0.89
ESx	4.15	0.17	0.32	0.03

Letras distintas (a-b) muestran diferencias significativas entre medias según Tukey 95 %.

apariciencia; o sea, libres de manchas y/o magulladuras (figura 2), otro atributo de calidad externa de los frutos referida en los protocolos o normativas de calidad.



Figura 2. Fotografía que muestra la apariencia sana de los frutos de pimiento (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder) cosechados.

Los resultados de los parámetros de calidad interna de los frutos de pimiento evaluados se presentan en la tabla 3. Para los indicadores pH y porcentaje de jugosidad no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, aunque para este último indicador, con el uso combinado de los bioproductos se alcanza un mayor valor. En el caso de los otros indicadores evaluados, como: acidez valorable, conductividad eléctrica y °Brix, sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y se apreció una disminución significativa cuando se utilizó el bioestimulante BB-16, solo o combinado con el FM-EC.

Los valores de porcentaje de jugosidad, pH y acidez valorable están dentro del rango de valores reportados para pimientos California, y los valores de °Brix están muy por debajo: 4.03-6.31 (12). Con el °Brix en la industria agroalimentaria se mide la cantidad aproximada de azúcares, aunque en realidad con esta escala se determina el contenido de sólidos solubles totales y los más abundantes son los azúcares y ácidos orgánicos (12). Similar comportamiento al °Brix lo tuvo la conductividad eléctrica (CE), que es indicativa de la cantidad de sólidos totales disueltos, en los que se incluyen sustancias inorgánicas y orgánicas, contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión microgranular. Salazar *et al.* (13) quienes trabajan con el genotipo de pimiento Nathalie F-1, informan un aumento del porcentaje de sólidos solubles totales con la aplicación foliar de Cytokin®, un extracto de la macroalga *Ascophyllum nodosum* y una disminución con la aplicación foliar de fertilizantes foliares (Sol-U-gro, Nutri-Leaf y Crop-Finisher).

En un estudio para evaluar el efecto de la aplicación de tres bioestimulantes diferentes (Tribus® Original, una mezcla de bacterias *Bacillus*; Vitazyme, derivado de material vegetal fermentado con ingredientes activos que incluye triacontanol, brasinoesteroides y vitaminas del complejo B y C-Bio CPS, un extracto de *Ascophyllum Nodosum*) sobre el crecimiento, la producción y la calidad del fruto en cultivares de pimiento chile, se reporta que la aplicación de los bioestimulantes no afecta significativamente los rendimientos, pero aumenta la calidad del fruto, que incluye la longitud, diámetro y coloración verde (14).

En otra investigación (15) en la que se verifica el efecto combinado de varios bioestimulantes en cultivares de dos tipos de pimiento, los autores no encuentran un evidente efecto de la aplicación

Tabla 4. Indicadores de calidad interna de frutos de pimiento (*Capsicum annuum* L., variedad California Wonder) tratadas con los bioproductos (BB-16: BIOBRAS-16 y FM-EC: FitoMas-EC) y su combinación (BB-16+FM-EC)

Tratamientos	Jugosidad (%)	pH	Acidez (% ácido málico)	°Brix	CE (mS cm ⁻¹)
Control	50.72	5.87	0.38 ab	2.10 a	4.61 a
BB-16	57.18	5.87	0.34 ab	1.40 b	3.36 bc
FM-EC	48.47	5.83	0.49 a	2.17 a	4.36 ab
BB-16 + FM-EC	60.81	5.88	0.22 b	1.23 b	3.24 c
ESx	1.93	3.38	0.21	0.99	0.20

Letras distintas (a-c) muestran diferencias significativas entre medias según Tukey 95 %.

combinada de los bioestimulantes, en los parámetros morfológicos del fruto, el rendimiento y los contenidos de ácidos orgánicos y azúcares, lo que sugiere que su uso no se justifica económicamente.

Antón *et al.* (16), apuntan que los diferentes efectos sobre los parámetros evaluados en las plantas dependen del origen del bioestimulante. El detrimento de los indicadores de calidad interna con el uso del bioestimulante BB-16, solo o combinado, quedaría por dilucidar, reportes de modificación de la calidad interna de frutos agrícolas con el uso de BB-16 no fueron encontrados. Debido a que este atributo de calidad no influye en la comercialización del fruto agrícola, es evidente que la aplicación combinada de estos bioproductos es factible, ya que es significativo su efecto en el rendimiento (figura 1) y los parámetros morfológicos (peso y diámetro) del fruto (tabla 2), relacionados con la calidad externa.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de Biobras-16 y Fitomas-EC solos o combinados, favorece significativamente la productividad del pimiento, en condiciones de casa de cultivo protegido.
2. La formulación Fitobras mostró un efecto benéfico en la productividad agrícola del pimiento California Wonder.
3. El uso combinado de Biobras-16 y Fitomas-EC favorece, significativamente, los atributos de calidad externa del fruto del pimiento, como el tamaño y el peso.
4. Los indicadores de calidad interna de los frutos se modifican con el uso del BB-16, pues la combinación de los bioproductos favorece la jugosidad de los frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Montano, R.; *et al.* Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 2007, XLI, 3, 14-21. ISSN: 0138-6204.
2. Coll, Y.; *et al.* Brassinosteroids roles and applications: an up-date. *Biología*, 2015, 70, 6, 726-732. DOI: 10.1515/biolog-2015-0085.
3. Núñez, M.; *et al.* Spirostanic analogues of brassinosteroids enhance the rice (*Oryza sativa* L.) seedling growth under NaCl stress. *Cultivos Tropicales*, 2016, 37, 4, 152-159. ISSN impreso: 0258-5936. ISSN digital: 1819-4087.
4. Manual para la producción protegida de hortalizas. Informe interno. INCA.

5. Jiménez, M. C.; *et al.* Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Centro Agrícola*, 2018, 45, 2, 40-46. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.
6. Torres, A.; *et al.* Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) ante aplicaciones foliares de diferentes dosis y fuentes de lixiviados de vermicompost. *Bioagro*, 2019, 31, 3, 213-220.
7. Héctor, A.; *et al.* Effect of a bovine manure vermicompost leachate on yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid Nathalie. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2020, 9, 249-257. DOI: 10.30486/IJROWA.2020.1885386.1008.
8. Reyes, J. J.; *et al.* Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana*, 2021, 39, 1-13. e833. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>.
9. Cabrera, M.; *et al.* Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*, 2011, 4, 32-42. ISSN: 1027-2887.
10. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. *Guía Técnica para la producción del cultivo de pimiento*. Biblioteca ACTAF Primera edición, 2009.
11. Barrett, D.M.; *et al.* Color , flavor, texture and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2010, 50, 369–389. DOI:10.1080/10408391003626322.
12. Domene, M. Á. y Segura, M. Parámetros de calidad Interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. *Negocios Agroalimentario y Cooperativo Cajamar: Fichas de Transferencia*, 2014, 005, 1-18.
13. Salazar, W.; Monge, J.; Loria, M. Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annuum*). *UNED Research Journal*, 2022, 14, 2. DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.4299>.
14. Arthur, J. D. Li, Tongyi. Bi, Guihong. Plant Growth, Yield, and Quality of Containerized Heirloom Chile Pepper Cultivars Affected by Three Types of Biostimulants. *Horticulturae*, 2023, 9, 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010012>.
15. Majkowska, J.; *et al.* oanna. Dobrowolski, Artur. Jadwisieńczyk, Krzysztof K. Kaliniewicz, Zdzisław. Francke, Anna. Effect of biostimulants on the growth, yield and nutritional value of *Capsicum annuum* grown in an unheated plastic tunnel. *Scientific Reports*, 2021, 11:22335. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01834-x>.
16. Antón, R.; *et al.* Design of a hydroponic test to evaluate the biostimulant potential of new organic and organomineral products. *Scientia Horticulturae*, 2023, 310, 111753. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111753>.