

# 04

---

## RESPUESTA PRODUCTIVA

DE LA PASSIFLORA INCARNATA L. CON APLICACIONES COMBINADAS DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS

**PRODUCTIVE RESPONSE OF PASSIFLORA INCARNATA L. WITH COMBINED APPLICATIONS OF BIOLOGICAL PRODUCTS**

Dayliana Ruiz-LaO<sup>1</sup>

**E-mail:** [dayliana@uo.edu.cu](mailto:dayliana@uo.edu.cu)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7966-6574>

Sucleidi Nápoles-Vinen<sup>1</sup>

**E-mail:** [sucleidis@uo.edu.cu](mailto:sucleidis@uo.edu.cu)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3533-2956>

María Caridad Mustelier-Ocle<sup>1</sup>

**E-mail:** [mariacmo@uo.edu.cu](mailto:mariacmo@uo.edu.cu)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2297-7336>

<sup>1</sup> Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Ruiz-LaO, D., Nápoles-Vinen, S., & Mustelier-Ocle, M. C. (2022). Respuesta productiva de la Passiflora incarnata L. Con aplicaciones combinadas de productos biológicos. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 2(3), 32-41.

**Fecha de presentación:** mayo, 2022

**Fecha de aceptación:** julio, 2022

**Fecha de publicación:** septiembre, 2022

---

## RESUMEN

La investigación se realizó entre los meses agosto-noviembre del 2019 en la finca de plantas medicinales UBPC La Rosita, ubicada en Sabana Ingenio, La República, Santiago de Cuba, debido a que el uso de plantas medicinales con propiedades sedantes ha tomado gran demanda en el mundo y en nuestro país, destacándose la *Passiflora incarnata* L. , por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de la combinación de los bioproductos PectiMorf®, QuitoMax® y EcoMic® como alternativas agrícolas en el crecimiento y productividad de la planta en estudio. Se utilizaron 6 tratamientos en un diseño al azar con tres repeticiones, seleccionando las plantas al azar para su evaluación y se analizaron los índices de crecimiento: Tasa de asimilación neta (TAN), Relación del área foliar (RAF) Humedad residual (HR) y Sustancias solubles (Ss). De acuerdo con los resultados, se demostró que el empleo de los productos biológicos en estudio con aplicación conjunta es una alternativa agroecológica viable para incrementar la producción de la *Passiflora incarnata* L. en la zona de estudio.

### Palabras clave:

Planta medicinal, bioproductos, índice de crecimiento, sustancias solubles.

## ABSTRACT

The research was carried out between the months of August-November 2019 at the UBPC La Rosita medicinal plant farm, located in Sabana Ingenio, La República, Santiago de Cuba, due to the fact that the use of medicinal plants with sedative properties has taken great demand in the world and in our country, highlighting *Passiflora incarnata* L. , so the objective of this research is to evaluate the influence of the combination of PectiMorf®, QuitoMax® and EcoMic® bioproducts as agricultural alternatives in the growth and productivity of the plant in study, 6 treatments were used in a random design with three repetitions, selecting the plants at random for their evaluation and the growth indices were analyzed: Net assimilation rate (TAN), Leaf area ratio(RAF), Residual Moisture (HR) and Soluble Substances (Ss). According to the results, it was shown that the use of the biological products under study with joint application is a viable agroecological alternative to increase the production of *Passiflora incarnata* L. in the study area.

### Keywords:

Medicinal plant, bioproducts, growth rate, soluble substances.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales cumplen desde las épocas más antiguas una función importante como fuente de medicamentos, y revisten un interés incuestionable, por ello la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su programa “Salud para Todos en el año 2000” recomendó la promoción de la medicina tradicional y las plantas medicinales (Elizagaray, et al., 2012). Actualmente se estima que alrededor del 80 % de la población mundial recurre a la medicina tradicional herbolaria como atención primaria de la salud, siendo China e India los mayores países exportadores de plantas medicinales y las regiones de EEUU y la Unión Europea UE las principales demandantes de dichas especies vegetales.

En los últimos años el uso de plantas medicinales con propiedades sedantes ha tomado gran demanda en el mundo y en nuestro país, destacándose la *Passiflora incarnata* L.; conocida comúnmente como Pasionaria, Pasiflora, Flor de la pasión, Maracuyá, esta especie pertenece a la familia Passifloraceae en la que se incluyen alrededor de 600 especies distribuidas a través de las zonas tropicales de América y África (Bernacci et al., 2008 citado por De Luna et al., 2017; Fuentes et al., 2001), de la cual existen ensayos clínicos y terapéuticos resaltando sus bondades para la tensión nerviosa y la inquietud, espasmos musculares, dolores de cabeza, los patrones de sueño irregular, irritabilidad, neuralgias y antiespasmódico (Fuentes et al., 2001; Visaurre et al., 2007; Elizagaray & Castro, 2013).

Por estas razones, surge la necesidad de investigar las diferentes alternativas sustentables para la producción del cultivo *Passiflora incarnata* L. el cual requiere del empleo de bases sostenibles para su manejo y el aumento de las sustancias extractivas, factor que constituye una limitante en la producción del medicamento. De ahí que la búsqueda de posibles salidas agroecológicas que incrementen estos parámetros, es un desafío que hoy enfrenta la agricultura.

En este sentido, resaltan los bioproductos para la estimulación del crecimiento de los cultivos como es el caso del Pectimorf® que es un producto bioactivo elaborado sobre la base de oligogalacturónidos de origen péctico de los cítricos (González et al., 2012; Falcón et al., 2015; Borges et al., 2016; Posada et al., 2016). También se ha elaborado el bioproducto QuitoMax® que es un líquido sobre la base de polímeros de quitosana obtenidos de quitina presente en el exoesqueleto de langosta (Terry et al., 2017) y el biofertilizante EcoMic®, basado en la inoculación de hongos micorrízico arbusculares (HMA) (Bover et al., 2017).

Dado los efectos e importancia de estos bioproductos, su uso tanto de forma foliar como en imbibición de las semillas gámicas y agámicas se incrementa gradualmente en la agricultura y su aplicación se hace frecuente y casi

imprescindible en el manejo agrotécnico de los cultivos (Terry et al., 2017). De tal forma que ya no solo se aplican de forma independientes a los cultivos de interés económico, sino que se ha buscado la forma de combinar sus efectos para mejor y mayor crecimiento de las plantas e incremento de la producción. En el presente trabajo se persiguió como objetivo evaluar la combinación del producto bioactivo PectiMorf® y los bioproductos QuitoMax® y EcoMic® más eficientes en la producción de la especie medicinal *Passiflora incarnata* L.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental total fue de 153.6m<sup>2</sup>, donde el número de canteros fue 6, cada uno con una dimensión de 16m de largo y 1.20m de ancho con una separación entre canteros de 0.50m. El número de plantas distribuidas por hileras fue 90 y el número total de plántulas utilizadas fue de 540. El experimento se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses agosto-diciembre del 2019 en la finca de plantas medicinales La Rosita con ubicación longitudinal -75° 47' 31,5999" y latitudinal 20° 3' 7,03656, en la cercanía de la carretera del Caney en poblado La República, Santiago de Cuba. Esta finca es la única en el país que ostenta la condición de excelencia. Fue utilizado el laboratorio del Centro de Electromagnetismo Aplicado CNEA centro adjunto de la Universidad de Oriente para la obtención de la materia seca de las muestras y las evaluaciones de la calidad, los procedimientos se realizaron en el Laboratorio provincial del Control de la Calidad ubicado en la Avenida Victoriano Garzón, en los Laboratorios Farmacéuticos 30 de noviembre y en los laboratorios del departamento de Ciencias Farmacéuticas perteneciente a la Facultad de Biología, Universidad de Oriente. Provincia Santiago de Cuba.

### Cultivo utilizado

Esquejes (semilla agámica) de *Passiflora incarnata* L. es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas es un cultivo de rápido crecimiento y alta capacidad productiva, lo que está estrechamente relacionado con el genotipo y las condiciones ambientales; a su vez, es un cultivo que permite un manejo intensivo y es fundamentalmente utilizado en siembras a pequeña escala.

### Caracterización de los bioproductos

El PectiMorf®: producto bioactivo que consta de una mezcla de oligogalacturónidos, obtenido a base de una extracción, por la vía hidrólisis enzimática, de pectinas de los residuos del cultivo de cítricos, producido a partir de investigaciones realizadas por el Departamento de Fisiología y Bioquímica del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), en Mayabeque, Cuba. El INCA cuenta con una tecnología patentada a escala nacional que

permite obtener una mezcla de oligogalacturónidos con grados de polimerización diferentes entre 9 y 16, con una molaridad de 10, y 7,2%, respectivamente (Mederos 2011).

QuitoMax®: solución acuosa ligeramente ácida con alta concentración del compuesto activo quitosana extraída específicamente del exoesqueleto de crustáceos, debe ser diluida en agua para su uso, funciona como activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas y es fabricado en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba

Ecomic®: biofertilizante producido a base de distintas cepas de la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares del género *Glomus*. Este biofertilizante sólido que se produce bajo la denominación EcoMic® está formulado a partir de esporas, micelios y raicillas infestadas de especies nativas de hongos micorrizógenos, hongos micorrizógenos arbusculares, especie *Glomus cubense*, cepa INCAM-4 (composición mínima garantizada 20 esporas por gramo de inoculante y 50% de colonización radical).

Al igual que los productos anteriores se produce en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba, en el Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas.

### Diseño del experimento.

Se estableció un diseño experimental de bloque a lazar con 6 tratamientos y 3 réplicas por cada tratamiento (R1-R3). Para la estimación de los parámetros, se seleccionaron 15 plantas de cada tratamiento (5 por cada réplica) y se desecharon las plantas de los extremos para evitar el efecto de borde.

**Tabla 1. Tratamientos realizados en el ensayo.**

Tratamientos	Variantes	
	1 <sup>ra</sup> aplicación	2 <sup>da</sup> aplicación
	Tratamiento de la semilla	Aplicación foliar
T1	Control, semillas sin aplicación	Sin aplicación
T2	PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup> + 40mL <sup>-1</sup> + EcoMic® Kg. QuitoMax®	EcoMic® 1Kg.
T3	PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup> + 40mL <sup>-1</sup> + EcoMic® 1Kg. QuitoMax®	PectiMorf® 10 mgL <sup>-1</sup> +QuitoMax 40mL <sup>-1</sup> + EcoMic® 1Kg.
T4	PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup> + 40mL <sup>-1</sup> + EcoMic® 1Kg. QuitoMax®	PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup>
T5	PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup> + 40mL <sup>-1</sup> + EcoMic® 1Kg. QuitoMax®	QuitoMax® 40mL <sup>-1</sup>
T6	Semillas embebidas en PectiMorf® 10mg L <sup>-1</sup> + QuitoMax® 4mL <sup>-1</sup> + inoculación con EcoMic® 1Kg.	

### Descripción de los tratamientos:

**Para la primera aplicación:** Se preparó una disolución donde se disolvió en un litro de agua, 10 mg de Pectimorf® y se añadió 40 ml de QuitoMax® donde se sumergieron los esquejes de pasiflora durante 1 hora, constituyendo los (T2, T3, T4, T5, T6) y los esquejes no tratados se embebieron en agua por el mismo tiempo, luego se formó una pasta con agua y 0.8 kg de EcoMic® con 600mL de agua la cual se aplicó en la zona de nacimiento de las raíces de las semillas agámicas, dejándolas en la sombra por un tiempo a que el producto se secase, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

**La segunda aplicación:** Se efectuó a los 60 días después de realizar el primer tratamiento de forma foliar con excepción del control T1 y T6, quedando distribuido de la siguiente manera, al T2 se le realizó una aplicación con una disolución de 0,2 kg de Ecomic® en un 1L agua, al T3 se le asperjó la combinación de los tres productos nuevamente a la razón de PectiMorf® 10 mg L<sup>-1</sup>+QuitoMax 40mL<sup>-1</sup>+EcoMic® 02Kg L, en cuanto el T4 se le aplico 10mg PectiMorf® en un litro de agua y al T5 40 mL de QuitoMax® en un litro de agua .

Evaluación de los parámetros estimuladores:

Se evaluaron características de crecimiento y desarrollo del cultivo, mediante la determinación de los índices de crecimiento, siendo las siguientes:

Tasa asimilación neta (TAN), expresada en (g dm<sup>-2</sup> área foliar día<sup>-1</sup>): el valor se calculó a partir de los valores de masa seca (g) y de área foliar (dm<sup>-2</sup>) producida en un intervalo de tiempo (días) es una medida de la eficiencia del follaje, que es la principal fuente de fotoasimilados para la producción de materia seca. Este índice registra la velocidad de la fotosíntesis neta y su balance entre la respiración en un lapso de tiempo, es expresado en g dm<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> (Morales et al., 2015). La fórmula para calcular este índice es la siguiente:

$$TAN = 2(P2 - P1) / (A2 + A1) (t2 - t1)$$

dónde: P1: masa seca inicial

P2: masa seca final

A1: Área foliar inicial A2: Área foliar final

t2-t1- intervalo de tiempo transcurrido durante la evaluación

Relación de área foliar (RAF), se calculó la proporción de área de las hojas (dm<sup>-1</sup>) que tiene una planta por cada unidad de peso seco (g) presente en un momento dado. Se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$RAF = \frac{1}{2} (A1/P1 + A2/P2)$$

Donde: P1: masa seca inicial P2: masa seca final

A1: Área foliar inicial

A2: Área foliar final

Humedad residual (%), después de tener las hojas del cultivo de *Passiflora incarnata* L. secas y pulverizadas se procedió a determinar primeramente el ensayo general para la pérdida de humedad por desecación en la materia prima (droga seca de pasiflora) por cada uno de los tratamientos con sus tres replicas, por el método gravimétrico, donde se efectuaron las siguientes acciones.

Se puso una muestra con un peso tarado de 2g de pasiflora seca de cada tratamiento en la estufa, a una temperatura de 105 °C durante tres horas, luego se puso en la desecadora a enfriar y se pesó cada una hora hasta obtener un peso constante, de ser necesario se pone nuevamente en la estufa una hora más, según se especifica en la monografía individual de la Farmacopea, 2013. Con el peso obtenido se calculó el porcentaje de la humedad residual (HR), este valor es fundamental para calcular posteriormente el % de las sustancias solubles o sustancias extractivas y se realiza mediante la fórmula.

$$HR = (P_i - P_f) / p_m \times 100 (\%)$$

Dónde: P<sub>i</sub>: Peso inicial P<sub>f</sub>: Peso final p<sub>m</sub>: Peso de la muestra = 2g

Extracción de sustancias extractivas (%), teniendo los valores de la humedad se realizó el procedimiento para la determinación de extracto solubles en etanol atendiendo a los requerimientos descritos en la monografía individual de la Farmacopea para la droga seca de *Passiflora incarnata* L y el Libro de Normas Ramales de Drogas Crudas. Se tomó 5g de la planta pulverizada y se diluyó en etanol al 60% que luego de ser envasados se montó en un agitador universal o zaranda por un tiempo de ocho horas para que se homogenice la mezcla, luego esta se filtró y se seleccionó una muestra de 20 mL el cual se llevó a sequedad en una cápsula de porcelana previamente tarada. Teniendo el residuo de la muestra se usó en la estufa a 105°C por tres horas luego se puso en la desecadora a enfriar y se pesó cada una hora hasta obtener un peso constante, de ser necesario se pone nuevamente en la estufa una hora más. Con el peso obtenido se calculó el porcentaje de sustancias solubles mediante la fórmula.

$$S_s = R \times 500 \times 100 / M \times (100 - HR) (\%)$$

Donde: R: Residuo de la muestra R= (P<sub>i</sub>-P<sub>f</sub>)/500 y 100: Factores matemáticos

M: Peso de la muestra = 5g HR: Humedad residual de la muestra

Análisis estadístico, el procesamiento estadístico de los datos experimentales, se realizó a través de un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA-I). La comparación de las medias con diferencias significativas a un valor de p < 0,05, se realizó a través de la prueba de Duncan. Para el análisis se utilizó el paquete estadístico SSPS versión 21.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de asimilación Neta [TAN], en la Figura 1 se muestra que las alternativas empleadas a base de los productos biológicos tuvieron un efecto positivo sobre la actividad fotosintética de las plantas tratadas difiriendo al tratamiento control, alcanzando mayor índice de asimilación neta estadísticamente significativo. El mayor valor de (TAN), corresponde al tratamiento T4 seguido por el T5, los cuales fueron significativamente superior respecto a los demás tratamientos y al control. Los tratamientos (T2, T3) no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, pero sí con respecto a las demás variantes en estudio.

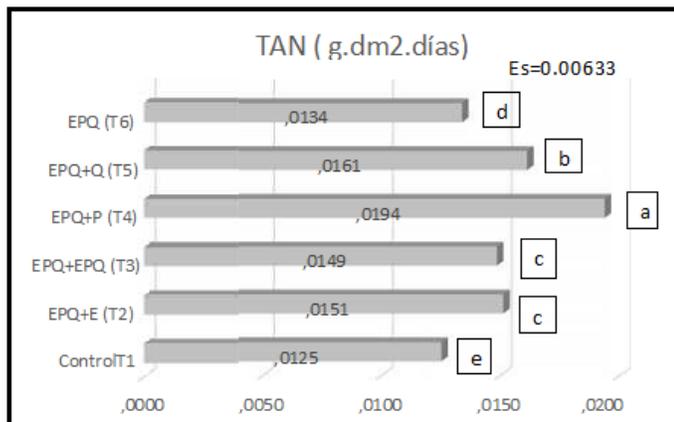


Figura 1. Efecto de la aplicación combinada del Pectimorf®, QuitoMax® y Ecomic® sobre la Tasa de Asimilación Neta de la planta medicinal Passiflora incarnata L a los 60 DDT. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a  $p \leq 0,05$ .

La aplicación de los bioproductos en estudio permitieron un incremento de la tasa de asimilación neta (TAN), que según Morales et al. (2015), este índice registra la velocidad de la fotosíntesis neta en un lapso de tiempo, además de ser una medida de la eficiencia del follaje y la principal fuente de fotoasimilados para la producción de materia seca. Por su parte (Barrientos et al., 2015) argumentaron que es una medida de la eficiencia promedio de las hojas de la planta de un cultivo, es decir, es una medida indirecta de la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar en una unidad de tiempo.

La Tasa de Asimilación Neta (TAN) resultó significativamente superior en las plantas tratadas, lo que se corresponde con el incremento de biomasa por unidad de sistema asimilativo por unidad de tiempo, es decir, el balance entre la fotosíntesis y la respiración, inducidos por los productos biológicos en estudio.

Resultados similares al obtenido en este índice de crecimiento evaluado en esta investigación, fueron informados por Morales et al. (2015), dando a conocer el incremento de la tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta, en el Estado de México.

Teniendo en cuenta, que la producción de biomasa de un cultivo se debe a la división y el alargamiento celular de los órganos diferenciados, procesos que resultan de la producción y acumulación de fotoasimilados (TAN) y nutrientes minerales y que los fotoasimilados provienen de la fijación del bióxido de carbono, producto de la fotosíntesis, la cual tiene lugar principalmente en las láminas de las hojas (Cárcova et al., 2003).

Nos permite expresar que el resultado alcanzado por el tratamiento 4, correspondiente a la aplicación combinada de los PectiMorf®, QuitoMax® y EcoMic® en la semilla y aplicación foliar de PectiMorf®, pudo deberse primero: a la relación simbiote establecida, que beneficia a los hongos con el suministro de fuentes carbonadas

provenientes de la planta, dentro de la cual se inducen señales específicas de la micorrización que influyen sobre el desarrollo de la raíz. El establecimiento del hongo facilita el flujo de fotosintatos desde la parte aérea hasta la zona de la raíz; el HMA utiliza una parte de estos fotosintatos para producir energía metabólica, y a través de esta vía asegura su mantenimiento y desarrollo; la otra parte se moviliza en forma de azúcares y lípidos de masa fúngica intra y extrarradical.

Durante la primera etapa del establecimiento el HMA actúa de forma parasítica y demanda mayor flujo de fotosintatos, respecto a los beneficios que reporta a la planta. Además, la disponibilidad de nutrientes en el sistema determina la eficiencia de la simbiosis micorrízica, de forma tal que una alta disponibilidad hace decrecer la presencia de estructuras micorrízicas en el interior de las raíces. Por otra parte, el número de esporas de HMA se incrementa significativamente con el aumento del número de especies vegetales presentes (Pentón, et al., 2013).

Y segundo a que el Pectimorf® funciona como un mensajero químico hormonal que regula los mecanismos de crecimiento y diferenciación en diferentes cultivos, acelerando el proceso de crecimiento de las plantas; por lo que este producto pudo haber favorecido la producción y acumulación de fotoasimilados en el tiempo. En este sentido, los resultados indican que, al menos en estas condiciones, el Pectimorf® pudiera favorecer la capacidad fotosintética ejerciendo su efecto en los patrones de desarrollo estomáticos en las plantas medicinal Pasiflora.

Por otra parte, los asimilatos, producidos por la fotosíntesis en los órganos fuente (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o translocados en forma de nutrientes, vía floema, a los diferentes órganos sumideros. Tomando en cuenta que las plantas requieren cantidades importantes de los asimilatos para su subsistencia y desarrollo, siendo los excedentes de esta manutención los que se destinan a la generación de nuevos órganos y de la especialización morfológica y fisiológica, y a su vez los excedentes de asimilatos son los que se almacenan como materia seca dentro de los órganos de reserva o de mayor edad (Barrientos, et al., 2015).

La respuesta de un cultivo a la aplicación de un nutriente mediante la fertilización foliar involucra absorción y su utilización para la producción de materia seca (Eibner, 1986). La fertilización foliar, que es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo; bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrimentos, algunos componentes de ésta participan en la absorción de los iones.

La aspersión foliar de la mezcla de oligogalacturónidos favorece las variables del crecimiento y desarrollo de las plantas (Nápoles, et al., 2016). Al parecer, un aumento de los niveles endógenos en la planta con la aplicación exógena de la mezcla de oligogalacturónidos constituye una alternativa a tener en cuenta para la producción de la pasiflora, ya que facilitó el crecimiento de las plantas

asperjadas en combinación al tratamiento de la semilla respecto al tratamiento control.

En este cultivo no se han informado estudios al respecto, no obstante, la aspersión foliar de 5 mg.L-1 de una mezcla de oligogalacturónidos, aceleró el alargamiento de los tallos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y se logró una mayor uniformidad de las posturas cuando fueron utilizadas concentraciones de 10 mg.L-1 de esta mezcla (Rizo Álvarez et al., 2018).

La falta de respuesta de las plantas tratadas a la aplicación foliar en el caso de los tratamientos T2 y T3 que no existió diferencias significativas entre ellas, alcanzando los menores valores del TAN de las plantas tratadas, puede estar relacionada con el establecimiento y el tipo de cepa del HMA empleado en la investigación.

Relación del área foliar [RAF], la efectividad de la combinación de los bioproductos en estudio sobre el incremento de la relación del área foliar, se muestra en la Figura 2, donde se evidencia que el tratamiento T4 alcanzó el valor 4,5 dm<sup>2</sup>g, el cual es significativamente superior con respecto a los demás tratamientos, pudiéndose apreciar además diferencias significativas entre los demás tratamientos, excepto entre los tratamientos T2 y T3 que no se mostraron diferencias estadísticamente significativas. De manera general, los resultados alcanzados con las combinaciones de los bioproductos nacionales de última generación empleadas al evaluar este indicador de crecimiento en el ensayo, estimularon el incremento del área foliar por cada unidad del peso seco en el cultivo de la pasiflora.

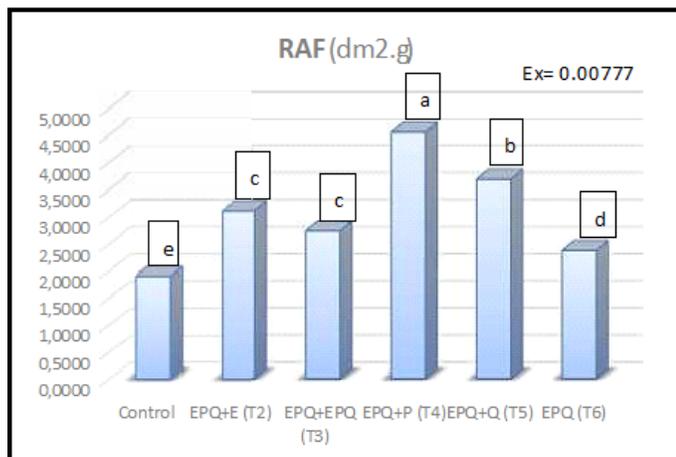


Figura 2. Efecto de la aplicación combinada del Pectimorf®, QuitoMax® y Ecomic® sobre la Relación del área foliar de la planta medicinal *Passiflora incarnata* L a los 60 DDT. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a  $p \leq 0,05$ .

Con los resultados mostrados en la Figura 2, se puede inferir que el hecho de actuar el Pectimorf® como regulador del crecimiento, al ser aplicado por vía exógena, pudiera regular de manera positiva algunos de los procesos fisiológicos en la planta, conllevando a un estímulo en la

dormancia de las yemas, primordios foliares y el posterior desarrollo de estas (Nápoles, et al., 2016).

El desarrollo foliar que se pudo apreciar en las plantas tratadas con la variante 4 donde hay mayor implicación del producto bioactivo Pectimorf® puede deberse a los cambios en la talla de las células del mesófilo ya que los oligogalacturónidos están implicados en numerosas respuestas del crecimiento y desarrollo celular, entre los que se encuentran el alargamiento celular inducido por auxinas y la diferenciación celular, entre otros.

Las diferencias significativas entre el tratamiento 4 y resto de los tratamientos con presencia de los bioproductos en estudio pudo estar dada en que en el tratamiento 4 se alcanzó máxima capacidad fotosintética potencial y un bajo costo respiratorio potencial; Además las altas tasas de translocación son un importante factor en el mantenimiento de altas tasas fotosintéticas en muchas plantas de igual forma una inadecuada utilización de fotoasimilados y bajas tasas de translocación pueden resultar en una reducción de la fotosíntesis, manifestando una estrecha relación entre la potencia de fuente y la potencia de demanda.

Por otra parte, los altos valores de RAF logrados en el tratamiento 4 puede ser a que las plantas utilizan sus fotoasimilados en mayor proporción para el desarrollo y crecimiento de las áreas fotosintéticamente activa, generando gastos energéticos, lo que resulta en un menor peso.

Resultados similares se obtuvieron en ensayos realizados por Castellanos, et al. (2010), en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), donde se midieron valores de RAF máximos aproximados de 130 cm<sup>2</sup>g<sup>-1</sup> a las 4 semanas, los cuales fueron disminuyendo siendo el valor mínimo de aproximadamente 20 cm<sup>2</sup>g<sup>-1</sup> alcanzado en la última evaluación a las 18 semanas.

Humedad relativa, en cuando a este parámetro evaluado, los resultados exhibidos en la Tabla 2, expresan un comportamiento similar al alcanzado por el porcentaje de sustancias solubles analizado anteriormente, en ambos momentos de evaluación entre los tratamientos.

Sustancias solubles, a los 30 DDT, el cultivo en estudio se mostró favorecido con la aplicación conjunta de los bioproductos, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6, pero todos si presentaron diferencias con respecto al tratamiento control como se aprecia en la Tabla 2. A los 60 DDT los resultados obtenidos entre los tratamientos con implicación de los bioproductos mostraron efecto positivo significativamente superior a los logrados por el tratamiento control alcanzándose el mayor porcentaje de sustancias solubles o extractivas en las plantas evaluadas en el tratamiento

T4, seguido por los tratamientos T5, T2, T3 y T6 respectivamente, encontrándose en el tratamiento control el porcentaje más bajo del indicador evaluado.

**Tabla 2. Efecto de la aplicación combinada del Pectimorf®, QuitoMax® y Ecomic® sobre las sustancias solubles y humedad residual.**

Tratamientos	SS (%)		HR (%)	
	30 DDT	60 DDT	30 DDT	60 DDT
Control	26.53 b	16.05 f	7.04 b	11.26 f
EPQ+E (T2)	27.33 a	21.65 c	6.33 a	8.73 c
EPQ+EPQ (T3)	27.53 a	23.84 d	6.3 a	9.82 d
EPQ+P (T4)	27.53 a	25.38 a	6.26 a	6.81 a
EPQ+Q (T5)	27.33 a	24.35 b	6.26 a	7.58 b
EPQ (T6)	27.3 a	20.5 e	6.3 a	10.99 e
Ex	0,4699	0,3480	0,5508	0,6095

Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas a  $p \leq 0,05$ .

### Leyenda:

SS: Sustancia solubles

HR: Humedad residual

Con respecto a los resultados que se muestran en la Tabla 2, se observa la influencia positiva que tuvo la combinación de los productos en estudios sobre el cultivo de la *P. incarnata L* en cuanto a la determinación cuantitativa de las sustancias solubles y la humedad residual, esto puede deberse a la formación oportuna de raíces y el retraso de la abscisión (caída por desecho) de las hojas, así como la disminución en la posibilidad de muerte de las plántulas que proporciona el Pectimorf® (Borges et al., 2014). El producto QuitoMax® pudo ejercer una actividad antimicrobiana contra algunos hongos filamentosos, levaduras y virus que afectan los principios activos de la planta por parte de su ingrediente activo, quitosana (De la Paz, et al., 2012) y el producto Ecomic® debió intervenir en el transporte de varios elementos desde el suelo hasta la planta hospedadora sobre todo en la absorción de agua (Shtark, et al., 2013).

En las pruebas fitoquímicas realizadas por Ávalos et al. (2014), de las hojas del árbol de nim (*Azadirachta indica*) a través el extracto etanólico se obtuvo resultados similares a los mostrados en la Tabla 2. Los mismo corrobora (Pradó et al., 2017) que determina la extracción de una mayor cantidad de sustancias solubles en las hojas del cultivo del achote (*Bixa orellana L.*) en un solvente etanólico al 60%, lo cual es afine a la presente investigación donde también se determinó las sustancias solubles en etanol al 60 %.

Según Carrión & García (2010), las especies vegetales poseen diversos componentes en su estructura, los cuales sin lugar a duda son importantes para el desarrollo, crecimiento y mantenimiento de las plantas. Estos componentes son de diversa naturaleza química, por lo que se les clasifica en dos grandes grupos, orgánicos e inorgánicos. En el grupo de los componentes orgánicos se encuentran presente las sustancias solubles, compuestas principalmente por metabolitos secundarios (principios activos), lo que quiere decir que entre mayor sea el porcentaje de metabolitos secundarios en las plantas medicinales, mejor será el crecimiento y desarrollo del vegetal, Por lo que no contradice los resultados obtenidos en esta investigación al evaluar los índices de crecimiento y el porcentaje de sustancias solubles de la pasiflora en las condiciones experimental en estudio

En el momento de la cosecha de los vegetales se afecta su equilibrio metabólico provocados por factores externos e internos, dentro de estos últimos se encuentran las reacciones enzimáticas para lo cual la determinación de la humedad residual por desecación es utilizada como un método para conservar los principios activos de la planta (Carrión & García, 2010). Por lo que la aplicación combinada de los bioproductos, pudo contribuir a la conservación de las sustancias solubles (principios activos) en el momento de la extracción del cultivo de la pasiflora, alcanzando menores valores en la humedad residual y mayor porcentaje de las sustancias solubles de los tratamientos, con respecto al control.

Por estas razones (Suarez, et al., 2012) afirman que en el análisis de la humedad residual se debe tener en cuenta que el exceso de agua en una droga puede provocar el crecimiento microbiano, la presencia de hongos o insectos y el

deterioro de esta, seguido de la hidrólisis de los principios activos; por otra parte, el exceso de desecación podría provocar la inactivación de determinados compuestos que afectarían de igual modo la calidad de los principios activos, por lo que la farmacopea establece límites entre 8 y 14 % de humedad residual, salvo determinadas excepciones, en que se analizan los métodos más idóneos.

En cuanto los resultados obtenidos en el análisis de la humedad residual de la parte aérea del cultivo de la *P. incarnata* L. se corresponden con los reportados en el análisis fitoquímico del *Capparis avicennifolia*, que compara la diferencia entre los porcentajes de humedad secados a la sombra y a la estufa (Martines, et al., 2007).

Los valores determinados en el segundo momento de evaluación a los 60 DDT de las sustancias solubles, fueron menores a los alcanzados en el primer momento de evaluación 30 DDT, lo cual constituyó un aspecto negativo, esto puede estar influenciado por el periodo de lluvia al que estuvo sometido el cultivo en su última etapa de siembra, pues al haber un notable aumento en la humedad del suelo, el cultivo también adquirió esta humedad por la capacidad de absorción, perimiendo que el fitoanálisis de humedad residual diera más alto lo cual permitiría una afección en las sustancias solubles del cultivo medicinal *Passiflora incarnata* L.

## CONCLUSIONES

Con la aplicación de forma conjunta de los productos Pectimorf®, QuitoMax® y EcoMic® se estimuló positivamente las variables fisiológicas de crecimiento y desarrollo del cultivo medicinal *Passiflora incarnata* L. permitiendo un aumento en su productividad.

Se alcanzó un notable incremento de los principios activos, aumentando el porcentaje de las sustancias extractivas y disminuyendo la humedad residual, a partir de la aplicación conjunta de los tres productos, en las condiciones edafoclimáticas de la finca de plantas medicinales La Rosita.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávalos-Soto, J., Treviño-Neávez, J. F., Verde-Star, M. J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Moran-Martínez, J., Serrano-Gallardo, L. B., & Morales-Rubio, M. E. (2014). Evaluación citotóxica de los extractos etanólicos de *Azadirachta indica* (A. Juss) sobre diferentes líneas celulares. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 45(3), 39-44.

Ayala-Boza, P. J., Tornés-Olivera, N., & Reynaldo-Escobar, I. M. (2013). Efecto de biofertilizantes y Pectimorf en la producción de soya (*Glycine max* L.) en condiciones de secano. *Revista Granma Ciencia*, 17(2).

Barrientos Llanos, H., Del Castillo Gutiérrez, C. R., & García Cárdenas, M. (2015). Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 76-86.

Borges García, M., Reyes Avalos, D., Zayas Acosta, J., & Destrade Batista, R. (2015). Efecto de Pectimorf® en el enraizamiento in vitro de plantas de 'FHIA-18' (*Musa AAAB*). *Biotecnología Vegetal*, 15(4).

Bover-Felices, K., López-Vigoa, O., Rizo-Álvarez, M., & Benítez-Álvarez, M. Á. (2017). Efecto del EcoMic® y el Pectimorf® en el crecimiento de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 102-107.

Cárcova, J., Abeledo, G., & López Pereira, M. (2003). Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. Producción de cultivos de granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Universidad de Buenos Aires.

De Luna Souto, A. G., Firmino da Costa, J. C., Ferreira Campos, N. L., Fernanda de Azevedo, J. L., Magalhães dos Santos, C. E. (2017). Effect of temperature on passion fruit emergence and seedling vigor. *Journal of Seed Science*, 39, 50-57.

Elizagaray Fernández, B., & Castro Armas, R. (2013). Producción científica cubana sobre plantas medicinales y productos naturales a partir de la base de datos PlantMedCUBA, 1967-2010. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 348-360.

Fuentes Fiallo, V. R., Méndez, G., Lemes Hernández, C. M., Rodríguez Ferradá, C. A., Soler, B. A., González, R., & López, E. (2001). Dinámica de acumulación mensual y diaria de alcaloides y flavonoides en *Passiflora incarnata* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 6(3), 105-111.

González-Pérez, L., Vázquez-Glaría, A., Perrotta, L., Acosta, A., Scriven, S. A., Herbert, R., ... & Rogers, H. J. (2012). Oligosaccharins and Pectimorf® stimulate root elongation and shorten the cell cycle in higher plants. *Plant Growth Regulation*, 68(2), 211-221.

Mederos-Torres, Y. (2011). Avances en la implementación del sistema de control de la calidad de mezclas de oligogalacturonidos. (Tesis de maestría). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Morales-Rosales, E. J., Franco-Mora, O., & González-Huerta, A. (2011). Snap bean production using sunflowers as living trellises in the central high valleys of Mexico. *Ciencia e investigación agraria*, 38(1), 53-63.

- Nápoles-Vinent, S., Garza-Borges, T., & Reynaldo-Esco-  
bar, I. M. (2016). Respuesta del cultivo de habichuela  
(*Vigna unguiculata* L.) var. Lina a diferentes formas de  
aplicación del Pectimorf®. *Cultivos tropicales*, 37(3),  
172-177.
- Pentón, G., Oropesa, K., & Peñalver, P.L. (2013). Mul-  
tiplication of AMF infective propagules in a mulberry  
(*Morus alba* L.) plantation. *Pastos y Forrajes*, 36(1),  
22-27.
- Posada-Pérez, L., Padrón-Montesinos, Y., González-Ol-  
medo, J., Rodríguez-Sánchez, R., Barbón-Rodríguez,  
R. Norman-Montenegro, O., Rodríguez-Escriba, R. C.,  
& Gómez-Kosky, R. (2016). Efecto del Pectimorf® en  
el enraizamiento y la aclimatización in vitro de brotes  
de papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja.  
*Cultivos Tropicales*, 37(3), 50-59.
- Rizo-Alvarez, M., Morales-Querol, D., Sanchez-Santana,  
T., Lopez-Vigoa, O., Olivera-Castro, Y., Benitez-Alva-  
rez, M. A., & Ruz-Suarez, F. (2018). Influence of Eco-  
Mic[R] and Pectimorf[R] on the establishment of *Leu-  
caena leucocephala* (Lam.) de Wit. cv. Cunningham.  
*Pastos y Forrajes*, 41(3).
- Terry Alfonso, E., Falcón Rodríguez, A., Ruiz Padrón, J.,  
Carrillo Sosa, Y., & Morales Morales, H. (2017). Res-  
puesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto  
QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 147-154.
- Visaurre Martínez, M. F., Querevalú García, L. M., De Los  
Ríos Martínez, E., & Ruiz Reyes, S. G. (2007). Carac-  
terísticas farmacognósticas de las hojas de *Capparis  
avicennifolia*. *Revista Médica Vallejiana*, 4(2), 121-131.