



# EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO  
VEGETATIVO Y COLONIZACIÓN DE *Bemisia tabaci* EN  
CHILE HABANERO**

**TESIS**

Que presenta:

**Zaci Felicia Chan Escalante**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**Maestra en ciencias en horticultura tropical**

Director de tesis:

**Dr. Esaú Ruíz Sánchez**

Conkal, Yucatán, México

Junio, 2021



**TecNM**



Conkal, Yucatán, México, a 14 junio de 2021

El comité de tesis del candidato a grado: Zaci Felicia Chan Escalante, constituido por los CC. Dr. Esaú Ruiz Sánchez, Dr. Horacio Salomón Ballina Gómez, Dra. María Antonieta Fernández Herrera y M.C. Cristian de Jesús Góngora Gamboa, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: **Efecto de bioestimulantes en el crecimiento vegetativo y colonización de *Bemisia tabaci* en chile habanero**, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Horticultura Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

**ATENTAMENTE**

---

Dr. Esaú Ruiz Sánchez

Director de Tesis

---

Dr. Horacio Salomón Ballina Gómez

Asesor de Tesis

---

Dra. María Antonieta Fernández  
Herrera

Asesor de Tesis

---

M.C. Cristian de Jesús Góngora  
Gamboa

Asesor de Tesis



Conkal, Yucatán, México a 14 junio de 2020.

### DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

---

Zaci Felicia Chan Escalante

## VI. ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>II. HOJA DE FIRMAS</b>	2
<b>III. DECLARACIÓN DE PROPIEDAD</b>	3
<b>IV. AGRADECIMIENTOS</b>	4
<b>V. DEDICATORIA</b>	5
<b>VI. ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	6
<b>VII. ÍNDICE DE CUADROS Y/O FIGURAS</b>	7
<b>VIII. RESUMEN</b>	8
<b>I. CAPÍTULO 1</b>	10
1.1 INTRODUCCIÓN	10
1.2. ANTECEDENTES	11
<b>1.2.3 Definición, clasificación y características de los bioestimulantes</b>	11
<b>1.2.4 Efectos de los bioestimulantes en la producción de biomasa y rendimiento en hortalizas.</b>	12
<b>1.2.5 Efecto de los bioestimulantes en incidencia de fitopatógenos y plagas</b>	13
1.3. HIPÓTESIS	15
1.4. OBJETIVOS	15
<b>1.4.1 General</b>	15
<b>1.4.2 Específicos</b>	15
1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	16
1.6 LITERATURA CITADA	17
<b>II. CAPITULO 2</b>	21
2.1 RESUMEN Y ABSTRACT	21
2.2 INTRODUCCIÓN	23
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS	24
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
2.5 CONCLUSIONES	31
2.7 LITERATURA CITADA	32

## VII. ÍNDICE DE CUADROS Y/O FIGURAS

### CAPITULO 2

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en la evaluación de los bioestimulantes en plantas de chile habanero ( <i>C. chinense</i> ).	24
Cuadro 2. Crecimiento y acumulación de biomasa en plantas de chile habanero ( <i>C. chinense</i> ) en etapa de semillero (45 días después de emergencia).	26
Cuadro 3. Crecimiento en plantas de chile habanero ( <i>C. chinense</i> ) a los 20 y 30 ddt en plantas establecidas en macetas en un invernadero.	27
Cuadro 4. Características foliares relacionadas con la resistencia a insectos fitófagos a los 20 y 30 ddt.	28
Cuadro 5. Colonización de <i>Bemisia tabaci</i> en plantas de chile habanero ( <i>C. chinense</i> ) a los 20 y 30 ddt.	29

## VIII. RESUMEN

El uso de bioestimulantes es una alternativa para mejorar el crecimiento y productividad de hortalizas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres bioestimulantes (extracto de algas marinas, ácidos húmicos y aminoácidos) en el crecimiento, características foliares y colonización por *Bemisia tabaci* en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense*). Los bioestimulantes se aplicaron al sustrato a plantas en semillero y posteriormente a las plantas en macetas. Se evaluaron variables de crecimiento, grosor y dureza foliar, área foliar y densidad poblacional de *B. tabaci*. Los ácidos húmicos promovieron el número de hojas y grosor de tallo en plantas de semillero, mientras que los aminoácidos promovieron número de hojas en plantas en macetas. El grosor de hojas fue estimulado por el extracto de algas y el área foliar por los aminoácidos. Los bioestimulantes no tuvieron efectos en la respuesta de las plantas a la colonización de *B. tabaci*. El uso de bioestimulantes podría ser una opción para mejorar crecimiento de plantas de chile habanero en algunas etapas. El uso de bioestimulantes no mostró efecto consistente en el crecimiento de plantas de chile habanero. Tampoco se observaron efectos en la inducción de resistencia a *B. tabaci*.

**Palabras clave:** Bioestimulantes; Aminoácidos; Ácidos húmicos; Extracto de algas; *Capsicum chinense*.

## IX. ABSTRACT.

The use of biostimulants is an alternative to improve the growth and productivity of horticultural crops. This study was carried out to evaluate the effect of three biostimulants (seaweed extracts, humic acids and amino acids) on plant growth, foliar characteristics, and colonization by *Bemisia tabaci* in habanero pepper plants (*Capsicum chinense*). The biostimulants were applied to the plant growth substrate in seedling and pot plants. The response variables were plant growth, leaf thickness and hardness, leaf area and population density of *B. tabaci*. Humic acids promoted the number of leaves per plant and stem diameter of seedlings, whereas amino acids promoted the number of leaves in pot plants. The leaf thickness was influenced by the extracts of algae and the leaf size by the amino acids. The biostimulants had no effects on the colonization of *B. tabaci* in the pepper plants. The application of biostimulants in habanero pepper plants could enhance plant growth in specific growth phases. The use of biostimulants did not show consistent effects on plant growth

promotion in habanero pepper. Besides, there were no effects of the biostimulants on the induction of resistance to *B. tabaci* in habanero pepper.

**Keywords:** Biostimulants; Amino acids; Humic acids; Seaweed extract; *Capsicum chinense*.

## I. CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes se definen como material orgánico o microorganismos que mejoran la eficiencia nutricional, rasgos de calidad y crecimiento de las plantas, adicionalmente, brindan protección ante diversas situaciones de estrés (Du Jardin, 2015; Ngoroyemoto *et al.*, 2019). El efecto positivo que los bioestimulantes generan en los cultivos se debe principalmente a los compuestos bioactivos que contienen y que tienen influencia directa en la mejora del crecimiento vegetal (Zulfiqar *et al.*, 2019). Los importantes avances en el estudio de bioestimulantes de origen microbiano y no microbiano han permitido la inclusión de estos productos en prácticas de manejo sustentable de cultivos (Basile *et al.*, 2020; Souri y Tohidloo, 2019).

Los bioestimulantes pueden actuar directamente sobre la fisiología y el metabolismo de las plantas o mejorando las condiciones del suelo proporcionando una influencia positiva en el crecimiento de las plantas (Nardi *et al.*, 2009). Los bioestimulantes tienen varios ingredientes que promueven el crecimiento de las plantas, y se clasifican principalmente en siete clases que incluyen: ácidos húmicos (HA) y ácidos fúlvicos (FA), hidrolizados de proteínas (PH), extractos de algas, quitosano, compuestos inorgánicos, hongos y bacterias benéficos (Du Jardin, 2015). El efecto de un bioestimulante puede ser diferente de una especie vegetal a otra e incluso de una variedad a otra, y esto va a depender de factores ambientales, dosis y el tiempo de aplicación (Kunicki *et al.*, 2010 ). Los bioestimulantes también pueden generar ciertos mecanismos de resistencia a plagas. El uso de bioestimulantes en la agricultura ha aumentado considerablemente en los últimos años, principalmente debido a sus propiedades multifacéticas (Rouphael y Colla, 2018).

En la actualidad existe una creciente necesidad mundial de producción de alimentos, a causa de su escasez en determinadas zonas geográficas y a los incrementos de los precios y costos de producción debido a que gran parte de los agroquímicos que se utilizan actualmente tienen altos precios en el mercado mundial (Rouphael y Colla, 2018). En adición, la mayor parte de los productos químicos que se utilizan para la protección de los cultivos contra sus enfermedades y algunos que incrementan la eficiencia productiva, son considerados agentes contaminantes del suelo (Zulfiqar *et al.*, 2019). Con todo lo antes mencionado la necesidad de una conciencia mundial sobre revertir la grave tendencia actual



hacia el deterioro ambiental y de la salud de los consumidores, han puesto de relieve la búsqueda de soluciones y alternativas sustentables en la agricultura. Una de las posibles soluciones es a través de la aplicación de productos que estimulen el crecimiento y que participen en los mecanismos de defensa frente a la infección de microorganismos fitopatógenos e infestación por plagas de bajo impacto ambiental, como los bioestimulantes. Por lo cual, en el presente estudio se analizará el potencial de este grupo de compuestos como agentes de inducción de producción de frutos y reducción de la incidencia de plagas en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* jacq.) con el fin de encontrar alternativas sustentables para la producción de este cultivo.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.3 Definición, clasificación y características de los bioestimulantes**

La definición de bioestimulante incluye a materiales orgánicos y microorganismos aplicados a los cultivos con el fin de mejorar la absorción de nutrientes, estimular el crecimiento, mejorar la tolerancia al estrés y la calidad de los frutos (Du Jardin, 2015). La diversidad de los bioestimulantes es muy amplia, unos son químicamente bien definidos como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos y existen otros con una composición química más compleja tales como los extractos de algas y ácidos húmicos (Meléndez y Molina, 2002). Los bioestimulantes pueden clasificarse en función de las respuestas fisiológicas de las plantas, pero es más frecuente su clasificación por su composición, debido a que los mecanismos activados por los bioestimulantes son difíciles de identificar (Bulgari *et al.*, 2014). Para la clasificación de los bioestimulantes existen diversas categorías entre las que se encuentran los hidrolizados de proteínas, los cuales están basados en una mezcla de péptidos y aminoácidos producidos principalmente por hidrólisis enzimática y/o química de proteínas de materias primas de origen animal o vegetal que debido a sus efectos positivos en el rendimiento de los cultivos han recibido una atención creciente en los últimos años (Colla *et al.*, 2015). Otra categoría dentro de los bioestimulantes son los extractos de algas que son usados ampliamente en cultivos hortícolas debido a los efectos positivos que presenta como la promoción del crecimiento de las plantas y la mejora en la tolerancia de los cultivos a estrés abiótico principalmente (Battacharyya *et al.*, 2015). Otro grupo o clasificación es el quitosano el cual es un polisacárido obtenido a partir de la desacetilación de la quitina, el quitosano induce varios genes defensivos en las plantas, tales

como los genes relacionados con la patogénesis, como la glucanasa y la quitinasa (Pichyangkura y Chadchawan., 2015). Siguiendo con la clasificación, se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos formados por transformaciones químicas y biológicas de la materia vegetal y animal, estos representan la principal reserva de carbono orgánico en la superficie de la tierra y funciona a través de la estabilización de la estructura del suelo entre otros aportes positivos (Canellas *et al.*, 2015). Dentro de los bioestimulantes de origen microbiano, se encuentran los hongos micorrízicos y las bacterias promotoras del crecimiento, los cuales también tienen aportes positivos para los cultivos hortícolas, los hongos micorrízicos se forman entre las raíces y apoyan en la nutrición de las plantas, influye en su desarrollo e inducen tolerancia a diversas situaciones de estrés a las que la planta pueda someterse. Las bacterias promotoras del crecimiento son microorganismos del suelo que aumentan la eficiencia del uso de nutrientes y la capacidad de absorción de las plantas (Rouphael *et al.*, 2015; Ruzzi y Aroca, 2015).

#### **1.2.4 Efectos de los bioestimulantes en la producción de biomasa y rendimiento en hortalizas.**

Los bioestimulantes pueden actuar directamente sobre la fisiología y el metabolismo de las plantas o mejorando las condiciones del suelo afectando la microflora proporcionando una influencia positiva en el crecimiento (Nardi *et al.*, 2009). Ejercen su acción solo si penetran en el tejido vegetal, ya que diferentes especies pueden tener una permeabilidad foliar diferente a los bioestimulantes. La capacidad de absorción depende de las condiciones del campo, donde las plantas están expuestas a diferentes condiciones climáticas y otros factores extrínsecos (Kolomaznik *et al.*, 2012).

Dentro de los efectos producidos por los bioestimulantes en los cultivos hortícolas se puede mencionar un aumento en la biomasa. En un estudio realizado por Mattner *et al.* (2013) se aplicó extracto de algas al cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*), obteniendo como resultado que las plantas tratadas presentaron un área foliar 40% más grande, tallos 40% más gruesos y una biomasa 78% mayor que las plantas no tratadas. De igual forma, en tomate (*Solanum lycopersicum*) se obtuvo un aumento de biomasa fresca y seca (49.1% y 48.3%, respectivamente) y mayor crecimiento en plantas que fueron tratadas con extractos de algas (Dong *et al.*, 2020). En otro estudio en *S. lycopersicum* la aplicación de proteína

hidrolizada permitió mayor biomasa vegetal y mayor área foliar en las plantas (Caruso *et al.*, 2019). También han sido ampliamente documentados los resultados de incremento en el rendimiento de fruto en hortalizas. Al respecto, Kocira *et al.* (2017) y Di Mola *et al.* (2019) observaron aumento en el rendimiento de fruto al aplicar bioestimulantes (nitrofenoles e hidrolizados de proteína respectivamente) en varias especies de hortalizas. Específicamente en el cultivo de chile (*Capsicum annuum*), Mahmood *et al.* (2017) encontró aumento de peso y diámetro del fruto y mayor rendimiento en las plantas tratadas con quitosano.

A nivel bioquímico y fisiológico, los bioestimulantes pueden producir una serie de eventos internos que resultan en el aumento de aminoácidos y una mejor biosíntesis de proteínas (Abbas 2013). Así también se ha observado que los bioestimulantes pueden producir incremento en tasas fotosintéticas, así como otras variables relacionadas con intercambio de gases (Xu y Leskovar, 2015).

### **1.2.5 Efecto de los bioestimulantes en incidencia de fitopatógenos y plagas**

Los bioestimulantes permiten reducir el estrés, mejorar en rendimiento y calidad de frutos en las plantas cultivadas. Así también existe evidencia de que los bioestimulantes pueden proveer mayor resistencia a plagas y enfermedades por la inducción de ciertos mecanismos que permiten la activación de metabolitos secundarios de defensa vegetal. Se ha comprobado que los bioestimulantes inducen reacciones de defensa en varias especies vegetales, sensibilizando la respuesta rápida al ataque de patógenos y plagas (Barka *et al.*, 2004).

Los bioestimulantes también pueden ejercer un efecto directo en la reducción de la presencia de plagas mediante actividad insecticida y repelente, como se observó en un trabajo con extractos de algas contra el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) (González-Castro *et al.*, 2019). La aplicación de algas marinas también redujo la infestación del barrenador de frutos del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) debido a la acumulación de transcripciones de genes de defensa, con actividades de enzimas de defensa y acumulación de compuestos fenólicos y fitoalexinas (Zodape *et al.*, 2011). Otros trabajos que demuestran los efectos de los bioestimulantes son los realizados por Asha *et al.* (2012) y Asharaja y Sahayaraj (2013), donde se realizaron aplicaciones de extractos de algas de *Sargassum*

*swartzii* y extracto de algas marrones *Ulva Lactuca*, respectivamente, obteniendo como resultado que en el primer estudio los extractos provocaron mortalidad de ninfas y reducción en la fecundidad de la chinche *Dysdercus cingulatus*.

También se ha observado que la aplicación de bioestimulantes puede proteger contra organismos patógenos de plantas. Por ejemplo, se encontró que los extractos de algas causan reducción en el porcentaje de eclosión de nemátodos agalladores y como consecuencia menor grado de daño a las raíces (Ngala *et al.*, 2015). En el cultivo de maíz se ha documentado que el uso de bioestimulantes promueve las defensas de las plantas contra fitopatógenos a través de bioestimulantes tipo quitosano (Kumaraswamy *et al.*, 2018). En otro estudio realizado por Aziz *et al.* (2003) se demostró que un polisacárido derivado de algas pardas induce mecanismos de defensa de las plantas, lo que resulta en una reducción significativa de la infección por *B. cinérea* y *P. vitícola*. Resultados similares se obtuvieron por Balcoh *et al.* (2013) con la aplicación de los extractos de algas *Spatoglossum variabile*, *Stokeyia indica* y *Melanothamnus afaqhusainii* en cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), donde se observó supresión significativa de pudrición de raíces causada por *Fusarium solani* y *Macrophomina phaseolina*. Así también, la aplicación de extractos de algas de *Ulva armoricana* causó reducción de los síntomas provocados por mildiú polvoriento en plantas de frijol común, vid y pepino (Jaulneau *et al.*, 2011).

La protección que ejercen los bioestimulantes contra agentes fitopatógenos y fitófagos se puede atribuir a varios factores, por ejemplo, a nivel bioquímico y fisiológico se ha demostrado que los bioestimulantes inducen varias proteínas, enzimas y fitoalexinas relacionadas con la defensa vegetal, lo cual explica en cierta medida el efecto de estos compuestos en la defensa de las plantas frente a fitoparásitos (Bulgari *et al.*, 2014).

### **1.3. HIPÓTESIS**

Los aminoácidos, ácidos húmicos y algas marinas presentan un efecto positivo en el crecimiento vegetativo de la planta de chile habanero, así también podrían causar efectos en la colonización de *Bemisia tabaci* en el cultivo.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1 General**

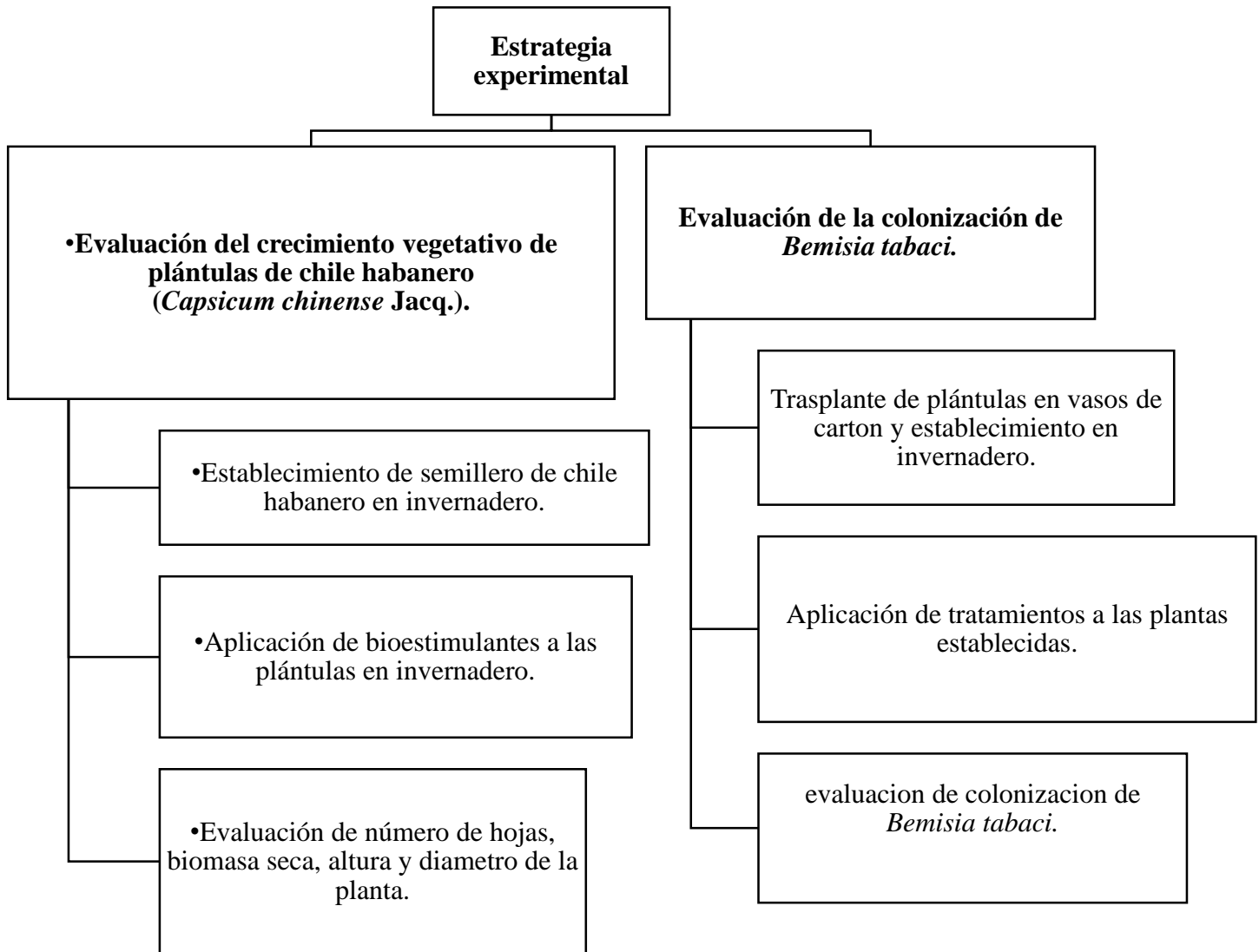
Evaluar el efecto de tres bioestimulantes en el crecimiento vegetativo y colonización de *Bemisia tabaci* en el cultivo de chile habanero.

#### **1.4.2 Específicos**

- Evaluar el efecto de aminoácidos, ácidos húmicos y algas marinas en el crecimiento de plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en semillero y en macetas bajo condiciones de invernadero.
- Evaluar el efecto de aminoácidos, ácidos húmicos y algas marinas en la colonización de *Bemisia tabaci* en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo condiciones de invernadero.

## 1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para cumplir con los objetivos planteados, la estrategia experimental de la presente investigación se dividió en dos fases esquematizadas en el siguiente diagrama.



## 1.6 LITERATURA CITADA

- Abbas S. M. 2013. The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of *Vicia faba* cv. Giza 3 beans. *Rom Biotechnol Lett.* 18: 8061– 8068.
- Asha A., J.M. Rathi, D. Patric Raja y K. Sahayaraj. 2012. Actividad biocida de dos extractos de algas verdes marinas contra la ninfa del tercer estadio de *Dysdercus cingulatus* (Fab.) (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *J. Biopest.* 5: 129 – 134.
- Asharaja A. y K. Sahayaraj. 2013. Cribado de la actividad insecticida de extractos de macroalgas marrones contra *Dysdercus cingulatus* (Fab.) (Hemiptera: Pyrrhocoridae). *J. Biopest.* 6:193 – 203.
- Aziz, A., B. Poinssot, X. Daire, Adrian M., A. Bézier, B. Lambert, A. Pugin. 2003. Laminarina provoca respuestas de defensa en la vid e induce protección contra *Botrytis cinerea* y *Plasmopara viticola*. Interacciones entre plantas y microbios moleculares. *The American Phytopathological Society* 16: 1118-1128.
- Baloch G. N. S., Tariq, S. Ehteshamul-Haque, M. Athar, V. Sultana y J. Ara. 2013. Manejo de enfermedades radiculares de berenjena y sandía con la aplicación de asafétida y algas. *J. Appl. Bot. Alimentos Qual.* 86: 138 – 142.
- Barka, E. A., P. Eullaffroy, C. Climent and G. Vernet. 2003. Chitosan improves development, and protects *Vitis vinifera* L. against *Botrytis cinerea*. *Plant Cell Rep.* 22: 608-614.
- Basile, B., Y. Roupheal, G. Colla, S. Soppelsa, & C. Andreotti. 2020. Appraisal of emerging crop management opportunities in fruit trees, grapevines and berry crops facilitated by the application of biostimulants. *Scientia Horticulturae*, 267: 109330.
- Battacharyya, D., M. Z. Babgohari, P. Rathor, y B. Prithviraj. 2015. Extractos de algas como bioestimulantes en horticultura. *Scientia Horticulturae*, 196: 39–48.
- Bulgari, R., G. Cocetta, A. Trivellini, P. Vernieri, & A. Ferrante. 2014. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31: 1-17.

- Canellas, L.P., F.L. Olivares, N. O. Aguiar, D. L. Jones, A. Nebbios, P. Mazzei, y A. Piccolo. 2015. Ácidos húmicos y fúlvicos como bioestimulantes en horticultura. *Scientia Horticulturae*. 196: 15-27.
- Caruso, G., S. De Pascale, E. Cozzolino, A. Cuciniello, V. Cenvinzo, V., Bonini, P. Roupael, Y. 2019. Yield and Nutritional Quality of Vesuvian Piennolo Tomato PDO as Affected by Farming System and Biostimulant Application. *Agronomy*. 9:505.
- Colla, G., S. Nardi, M. Cardarelli, A. Ertani, L. Lucini, R. Canaguier y Y. Roupael. 2015. Hidrolizados de proteínas como bioestimulantes en horticultura. *Scientia Horticulturae*. 196: 28–38.
- Di Mola, I., E. Cozzolino, L. Ottaiano, M. Giordano, Y. Roupael, G. Colla, & M. Mori. 2019. Effect of Vegetal- and Seaweed Extract-Based Biostimulants on Agronomical and Leaf Quality Traits of Plastic Tunnel-Grown Baby Lettuce under Four Regimes of Nitrogen Fertilization. *Agronomy*. 9: 571.
- Dong Chenxing, G. Wang, M. Du, C. Niu, P. Zhang, X. Zhang, D. Ma, F. Ma y Z. Bao. 2020. Biostimulants promote plant vigor of tomato and strawberry after transplanting. *Scientia Horticulturae*. 267: 109355
- Du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. 196: 3–14.
- Jaulneau, V., C. Lafitte, M. F. Corio-Costet , M. J. Stadnik, S. Salamagne, X. Briand, M.T. Esquerré-Tugayé y B. Dumas. 2011. Un extracto de *Ulva armoricana* protege las plantas contra tres patógenos del mildiú polvoriento. *Eur J Plant Pathol*. 131: 393.
- Kocira, A., Kocira, S., Świeca, M., Złotek, U., Jakubczyk, A., & Kapela, K. 2017. Effect of foliar application of a nitrophenolate-based biostimulant on the yield and quality of two bean cultivars. *Scientia Horticulturae*. 214: 76–82.
- Kolomazník K, J. Pecha, V. Friebrova', D. Jana'c'ova', V. Vas'ek. 2012. Diffusion of biostimulators into plant tissues. *Heat Mass Transf*. 48: 1505 –1512.
- Kumaraswamy, R. V., S. Kumari, R. C. Choudhary, S. S. Sharma, A. Pal, R. Raliya, V. Saharan. 2018. Salicylic acid functionalized chitosan nanoparticle: A sustainable



- biostimulant for plant. *International Journal of Biological Macromolecules*. 18: 34546.
- Kunicki E, A. Grabowska, A. Sekara, R. Wojciechowska. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia. Hortic.* 22: 9 -13.
- Mahmood N., N. A. Abbasi, I. A. Hafiz, I. Ali and S. Zakia. 2017. Effect of biostimulants on growth, yield and quality of bell pepper cv. Yolo wonder. *Pak J Agric Sci.* 54: 311-317
- Mattner, S. W., D. Wite, D. A. Riches, I. J. Porter, & T. Arioli. 2013. The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol Agric Hortic.* 29: 258–270.
- Meléndez G. y E. Molina. 2002. Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones bioestimulantes en fertilización foliar. Costa Rica. p. 107-122.
- Nardi S, P. Carletti, D. Pizzeghello, A. Muscolo. 2009. Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems. Hoboken, NJ: Wiley. 2: 305– 340.
- Ngala, B. M., Y. Valdes, G. dos Santos, R. N. Perry, & W. M. L. Wesemael. 2015. Seaweed-based products from *Ecklonia maxima* and *Ascophyllum nodosum* as control agents for the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne hapla* on tomato plants. *J. Appl. Phycol.* 28: 2073–2082.
- Ngoroyemoto, N., S. Gupta, M. G. Kulkarni, J. F. Finnie, & J. Van Staden. 2019. Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L. *South African. J. Bot.* 124: 87–93.
- Pichyangkura, R. y S. Chadchawan. 2015. Actividad bioestimulante del quitosano en horticultura. *Sci. Hortic.* 196: 49–65.

- Rouphael Y. y G. Colla. 2018. Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Front Plant Sci* 1655: 1-7.
- Rouphael, Y., P. Franken, C. Schneider, D. Schwarz, M. Giovannetti, M. Agnolucci, G. Colla. 2015. Los hongos micorrízicos arbusculares actúan como bioestimulantes en cultivos hortícolas. *Sci. Hortic.* 196: 91–108.
- Ruzzi, M. y R. Aroca. 2015. Las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas actúan como bioestimulantes en horticultura. *Sci. Hortic.* 196: 124-134.
- Souri, M.K., y G. Tohidloo, 2019. Effectiveness of different methods of salicylic acid application on growth characteristics of tomato seedlings under salinity. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 6: 26.
- Xu, C., & D. I. Leskovar. 2015. Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Sci. Hortic.* 183: 39–47.
- Zodape S.T., Abha Gupta, S. C. Bhandari, U. S. Rawat, D. R. Chaudhary, K. Eswaran and J. Chikara. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Sci. Ind. Res. (India)*. 47: 215-219.
- Zulfiqar, F., A. Casadesús, H. Brockman, & S. Munné-Bosch. 2019. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Sci.* 295: 10194.

**II. CAPITULO 2**  
**EFECTO DE BIOESTIMULANTES EN EL CRECIMIENTO, CARACTERÍSTICAS FOLIARES Y COLONIZACIÓN DE *Bemisia tabaci* EN CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)**

**EFFECT OF BIOSTIMULANTS ON THE GROWTH, FOLIAR CHARACTERISTICS AND COLONIZATION OF *Bemisia tabaci* IN HABANERO PEPPER (*Capsicum chinense* Jacq.)**

**Esaú Ruiz-Sánchez<sup>1</sup>, Zaci Felicia Chan-Escalante<sup>1</sup>, Horacio Salomón Ballina-Gómez<sup>1</sup>,  
María A. Fernández-Herrera<sup>2</sup>, Cristian de Jesús Góngora-Gamboa<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, C.P. 97345, Conkal, Yucatán, México. Email: \*cristian.gongora@itconkal.edu.mx*

<sup>2</sup>*Departamento de Física Aplicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida. km 6 Antigua Carretera a Progreso. Apdo. Postal 73, Cordemex, 97310, Merida, Yuc., Mexico.*

*\*Corresponding autor*

**2.1 RESUMEN Y ABSTRACT**

**Antecedentes.** El uso de bioestimulantes es una alternativa para mejorar el crecimiento y productividad de hortalizas. **Objetivo.** Evaluar el efecto de tres bioestimulantes (extracto de algas marinas, ácidos húmicos y aminoácidos) en el crecimiento, características foliares y colonización por *Bemisia tabaci* en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense*). **Metodología.** Los bioestimulantes se aplicaron al sustrato a plantas en semillero y posteriormente a las plantas en macetas. Se evaluaron variables de crecimiento, grosor y dureza foliar, área foliar y densidad poblacional de *B. tabaci*. **Resultados.** Los ácidos húmicos promovieron el número de hojas y grosor de tallo en plantas de semillero, mientras que los aminoácidos promovieron número de hojas en plantas en macetas. El grosor de hojas fue estimulado por el extracto de algas y el área foliar por los aminoácidos. Los bioestimulantes no tuvieron efectos en la respuesta de las plantas a la colonización de *B. tabaci*. **Implicación.** El uso de bioestimulantes podría ser una opción para mejorar

crecimiento de plantas de chile habanero en algunas etapas. **Conclusión.** El uso de bioestimulantes en plantas de chile habanero no mostró efecto consistente en el crecimiento de plantas de chile habanero. Tampoco se observaron efectos en la inducción de resistencia a *B. tabaci*.

**Palabras clave:** Bioestimulantes; Aminoácidos; Ácidos húmicos; Extracto de algas; *Capsicum chinense*.

## SUMMARY

**Background.** The use of biostimulants is an alternative to improve the growth and productivity of horticultural crops. **Objective.** To evaluate the effect of three biostimulants (seaweed extracts, humic acids and amino acids) on the plant growth, foliar characteristics, and colonization by *Bemisia tabaci* in habanero pepper plants (*Capsicum chinense*). **Methodology.** The biostimulants were applied to the plant growth substrate in seedling and in pot plant. The response variables were plant growth, leaf thickness and hardness, leaf area and population density of *B. tabaci*. **Results.** Humic acids promoted the number of leaves per plant and stem diameter of seedlings, whereas the amino acids promoted the number of leaves in pot plants. The leaf thickness was influenced by the extracts of algae and the leaf size by the amino acids. The biostimulants had no effects on the colonization of *B. tabaci* in the pepper plants. **Implication.** The use of biostimulants in habanero pepper plants could enhance plant growth in specific growth phases. **Conclusion.** The use of biostimulants in habanero pepper plants did not show consistent effects on plant growth promotion in habanero pepper. There were no effects of the biostimulants on the induction of resistance to *B. tabaci* in habanero pepper.

**Keywords:** Biostimulants; Amino acids; Humic acids; Seaweed extract; *Capsicum chinense*.

**Correo electrónico del tesista Zaci Felicia Chan Escalante:**

[iag.14800117@itconkal.edu.mx](mailto:iag.14800117@itconkal.edu.mx)

**Correo electrónico del director de tesis Dr. Esaú Ruiz Sanchez:**

[esau.ruiz@itconkal.edu.mx](mailto:esau.ruiz@itconkal.edu.mx)