



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS



**FERTILIZANTES FOLIARES CON ACCIÓN BIOESTIMULANTE, EN
PRODUCCION Y CALIDAD DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum* L.)**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA
AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA
JUAN CARLOS PERIAÑEZ GARCIA**

**DIRECTOR DE TESIS
M.C. FABIELVAZQUEZ CRUZ**

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Diciembre de 202



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS



**FERTILIZANTES FOLIARES CON ACCIÓN BIOESTIMULANTE, EN
PRODUCCION Y CALIDAD DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum* L.)**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA
JUAN CARLOS PERIAÑEZ GARCIA**

**DIRECTOR DE TESIS
M.C. FABIELVAZQUEZ CRUZ**

**ASESORES
DR. SIGFRIDO DAVID MORALES FERNANDEZ
DR. LUIS ANTONIO DOMÍNGUEZ PERALES**

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Diciembre de 2021

La presente tesis titulada: **“Fertilizantes foliares con acción bioestimulante, en producción y calidad de chile serrano (*Capsicum annum* L.)”** realizada por: **Juan Carlos Periañez Garcia**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: M.C. Fabiel Vázquez Cruz



Asesor: Dr. Sigfrido David Morales Fernández



Asesor: Dr. Luis Antonio Domínguez Perales



San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Diciembre 2021

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **Agrobiotecnología y Recursos Naturales** y de la Línea de Investigación: **Biotecnología, Conservación y Protección Vegetal**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A mis papas: Sr. Cleotilde Periañez Rivera y Sra. Teodora García Vázquez, al haberme forjado como la persona que soy a hora con principios y valores; muchos de mis logros se los debo a ustedes y más, este logro o sueño. Por animarme cada día, me formaron con regalias y con algunas libertades, pero al final me siguieron motivandodía a día para alcanzar mis sueños y anhelos.

A mis hermanos: Jorge Periañez Garcia, Luis Manuel Periañez Garcia, José Alonso PeriañezGarcia y Liliana Periañez Garcia. Tuve la suerte de que la vida me regalase a los mejores compañeros de vida: mis hermanos. Por estar a mi lado tanto en lo bueno como en lo malo, siempre estás ahí para apoyarme y yo haré lo mismo por todos apoyándolos siempre.

A mi esposa: Esmeralda Ramírez Juárez por apoyarme en los momentos más difíciles que he enfrentado, el estar animándome cada día a cumplir un logro mas en mi vida y darme a una hija maravillosa.

A mis tías y tíos: Por las enseñanzas y consejos que me brindaron y el apoyo dado. Las motivaciones que me dieron.

A mi primo: Germán Aguilar Periañez por el apoyo que me brindaste en estos últimos añosy los ánimos que me dabas para cumplir mis metas.

AGRAECIMIENTOS

A mis padres: Por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años y los sacrificios que realizaron para que pudiera seguir estudiando, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme. Sin su apoyo en todos los ámbitos, no hubiera podido llegar a donde estoy.

A la dirección y personal docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias: Por la disponibilidad y por ser accesibles por las herramienta e información que me ayudaron en lo académico, a los maestros que contribuyeron con sus conocimientos para mi formación como profesional.

Al M.C. Fabiel Vázquez Cruz: Por la confianza que me dio, el tiempo y dedicación que mebrindo, así como su aportación de sus conocimientos como director de este trabajo de investigación, gracias.

Al Dr. Sigfrido David Morales Fernández: Por compartirme sus conocimientos y tiempo para la revisión y realización de este trabajo y también por ser mi tutor académico.

Al Dr. Luis Antonio Domínguez Perales: Por compartirme sus conocimientos y tiempo para la revisión y realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I.INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISION DE LITERATURA.....	4
4. 1. Generalidades del cultivo de chile serrano.....	4
4. 1. 1. Origen	4
4. 1. 2. Clasificación taxonómica del chile	4
4. 2. Descripción morfológica de la planta <i>Capsicum annuum</i> L.....	4
4. 3. Especies y tipos de <i>capsicum</i>	5
4. 4. Variedades de chile comunes en Mexico	5
4. 4. 1. Chile Serrano.....	5
4. 4.2. Piquín	5
4. 4. 3. Jalapeño	5
4. 4. 4. Mirasol	6
4. 4. 5. Pasilla	6
4. 4. 6. Mulato	6
4. 4.7. Habanero	6
4. 4. 8. Poblano.....	6
4. 4. 9. Chile de agua.....	6
4. 4. 10. Chile de árbol	6

4. 5. Requerimientos ambientales	6
4. 5. 1. Humedad	7
4. 5. 2. Suelo.....	7
4. 6. Plagas y enfermedades.....	8
4. 6. 1. Minador de la hoja.....	8
4. 6. 2. Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	8
4. 6. 3. Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>).....	8
4. 6. 4. Araña Roja (<i>Poliphagotarsonemus latus</i>)	8
4. 6. 5. Damping off secadera de plántulas	8
4. 6. 6. Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	9
4. 6. 7. Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	9
4. 7. Fertilización	9
4. 8. Producción mundial.....	10
4.7. Producción nacional	11
4. 8. Bioestimulantes	12
4. 9. Tipos de bioestimulantes	12
4.9.1. Bioestimulante a base de aminoácidos.....	12
4.9.2. Bioestimulante a base de algas pardas	12
4. 9. 3. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos	13
4. 10. Uso de bioestimulantes.....	13
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5. 1. Localización del sitio experimental.....	15
5. 2. Material vegetal.....	15
5. 3. Establecimiento del experimento	16
5. 4. Riego	16
5. 5. Monitoreo de plagas y enfermedades	16
5. 6. Tratamientos.....	17
5.7. Diseño experimental.....	18
5. 8. Variables evaluadas.....	18
5. 8. 1. Altura de planta	18
5. 8. 2. Peso fresco total de frutos por planta	18
5. 8. 3. Diámetro de tallo.....	18
5. 8. 4. Diámetro de fruto	18
5. 8. 5. Longitud de fruto.....	18

5. 8. 6. Porcentaje de materia seca de la planta	18
5. 9. Análisis estadístico.....	19
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1 Altura de planta	20
6.2 Peso fresco total de frutos por planta	20
6.3 Diámetro de tallo.....	21
6.4 Diámetro y longitud de fruto	22
6.5 Porcentaje de materia seca	23
VII. CONCLUSIONES	24
VIII. LITERATURA CITADA	25
IX. ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Requerimientos climáticos de temperatura y humedad relativa para el crecimiento de plantas de chile.....	7
Cuadro 2. Especificación de las unidades de N, P y K requeridas en requeridas en cada etapa de crecimiento de las plantas y fertilizantes técnicos requeridos para obtener estas unidades.	9
Cuadro 3. Composición nutritiva solución nutritiva para hortalizas (%).	16
Cuadro 4. Interacción de tratamientos a utilizar.....	17
Cuadro 5. Comparación de medias para la variable altura de planta en chile serrano.	20
Cuadro 6. Comparación de medias para la variable peso fresco total en chile serrano.....	21
Cuadro 7. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en chile serrano.....	22
Cuadro 8. Comparación de medias diámetro y longitud de fruto en chile serrano.	22
Cuadro 9. Comparación de medias para materia seca de plantas de chile serrano.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. El desarrollo del área y producción de chiles en el mundo en los últimos 11 años.	10
Figura 2. El desarrollo del área y producción de chiles en México en los últimos 15 años.	11
Figura 3. Imagen satelital de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.	15

FERTILIZANTES FOLIARES CON ACCIÓN BIOESTIMULANTE, EN PRODUCCION Y CALIDAD DE CHILE SERRANO (*Capsicum annum* L.)

RESUMEN

El chile serrano es una de las variedades de chiles frescos más comunes de encontrar en México, mide en promedio de tres a cinco centímetros y tiene aproximadamente un centímetro de diámetro, la estimulación de las plantas con soluciones naturales logra un mayor crecimiento y desarrollo, son capaces de incrementar el rendimiento y la calidad del fruto actuando fisiológicamente sobre las plantas logrando mejorar la absorción nutricional. La presente investigación tuvo como propósito, evaluar el efecto de la aplicación foliar de tres bioestimulantes comerciales en la variedad ‘Tampiqueño’, bajo un sistema de producción hidropónico. El presente estudio fue establecido bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, (Testigo, Stamirn 50, Maxi Grow Excel y selecto XL). Se evaluó altura de planta, peso fresco total de frutos por plantas, diámetro de tallo, diámetro de fruto, longitud de fruto y porcentaje de materia seca.

Los resultados no presentaron diferencias estadísticas significativas para la mayoría de las variables, excepto la materia seca en el testigo presentó los mejores resultados. Los resultados numéricamente comparados muestran que en peso promedio fresco de frutos por planta el mejor bioestimulante fue Stamirn 50 con 485 gramos por planta y el más bajo fue Maxi Grow con 402.6 gramos por planta. El diámetro y longitud de fruto no presentaron afectaciones con la aplicación de los bioestimulantes.

Palabras clave: rendimiento, aminoácidos, biorregulador, dosis.

FOLIAR FERTILIZERS WITH BIOSTIMULATING ACTION, IN PRODUCTION AND QUALITY OF CHILE SERRANO (*Capsicum annum* L.)

ABSTRACT

Serrano chili is one of the most common varieties of fresh chili peppers found in Mexico, measuring an average of three to five centimeters and approximately one centimeter in diameter. Stimulation of plants with natural solutions achieves greater growth and development, and is capable of increasing yield and fruit quality by acting physiologically on the plants to improve nutrient absorption. The purpose of this research was to evaluate the effect of foliar application of three commercial biostimulants on the variety 'Tampiqueño', under a hydroponic production system. The present study was established using a completely randomized block design with four treatments and five replications (Control, Stamirn 50, Maxi Grow Excel and Selecto XL). Plant height, total fresh weight of fruit per plant, stem diameter, fruit diameter, fruit length and dry matter percentage were evaluated.

The results showed no significant statistical differences for most of the variables, except for dry matter, where the control showed the best results. Numerically compared results show that in average fresh fruit weight per plant the best biostimulant was Stamirn 50 with 485 grams per plant and the lowest was Maxi Grow with 402.6 grams per plant. Fruit diameter and length were not affected by the application of the biostimulants.

Key words: yield, amino acids, bioregulator, dosage.

I.INTRODUCCIÓN

En México, el serrano es uno de los favoritos porque se consume principalmente fresco a través de la preparación de salsas, siendo el consumo per cápita el más alto del mundo con 7.1 kg por año (Rincón y Zavala, 2000).

Mientras en la actualidad, el uso de fertilizantes químicos en la agricultura ha decaído y con el tiempo se ha vuelto ineficiente y gran parte de los fertilizantes utilizados se liberan al medio ambiente, se elimina del suelo por la escorrentía y, paulatinamente, no se puede utilizar para los cultivos; por modificación química y física e incluso biológica (Sánchez *et al.*, 2001; Daverede *et al.*, 2004). Como resultado, los agricultores tienen que aplicar más fertilizantes químicos de los que necesitan las plantas, y el resto a poco a poco es liberado al medio ambiente, causando la contaminación del aire y tanto como el agua (Vance, 2001). Además, la producción de fertilizantes contribuye a las emisiones globales de CO₂ (Vance, 2001).

Una forma más adecuada para disminuir el uso de fertilizantes químicos sin perjudicar la nutrición de las plantas es mejorar la capacidad de absorción de nutrientes de las plantas mediante el uso de bioestimulantes en la fertilización de los cultivos (Halpern *et al.*, 2015; Torres *et al.*, 2016; Rodríguez-Hernández *et al.*, 2020). Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos agrícolas que son aplicados a los cultivos con el propósito de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo, algunos de los cuales son estimulantes biológicos, productos comerciales que contienen una mezcla de sustancias y microorganismos (du Jardin, 2015). Los bioestimulantes incluyen hongos micorrízicos y no micorrízicos, rizomas y micobacterias (Calvo *et al.*, 2011; Halpern *et al.*, 2015).

El uso de bioestimulantes se ha incrementado y su aplicación se ha convertido en una práctica muy común en la agricultura sostenible (Russo y Berlyn, 1992). Este tipo de productos se utilizan junto con medidas de fertilización complementaria y fitosanitarias para lograr mejorar la fertilidad de los cultivos, así como el color y el vigor de las plantas. El uso de estos va aumentando paulatinamente en la agricultura nacional, al punto que ya es habitual y casi imprescindible en muchas huertas, así como en algunos cultivos de hortalizas (Núñez *et al.*, 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de tres bioestimulantes en el cultivo de chile serrano cultivado en invernadero.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de bioestimulantes en el cultivo de chile serrano var. ‘Tampico’ (*Capsicum annum* L.)

2.2 Objetivos específicos

- Observar la respuesta de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento vegetativo de chile serrano.
- Comparar el efecto de los bioestimulantes sobre el rendimiento y calidad de fruto de chile serrano.

III. HIPÓTESIS

El uso de bioestimulantes mejora la calidad y producción del chile serrano cultivado bajo invernadero.

IV. REVISION DE LITERATURA

4. 1. Generalidades del cultivo de chile serrano

4. 1. 1. Origen

Todas las especies del género *Capsicum* son nativas de las Américas. La distribución de este tipo precolombino puede extenderse desde el extremo sur de los Estados Unidos hasta las regiones templadas cálidas del sur de América del Sur. En cuanto a su origen, una de las teorías más difundidas es que gran parte del género *Capsicum* se originó en la "zona núcleo" del centro-sur de Bolivia, seguida de una migración a los Andes y las tierras bajas amazónicas, acompañada de radiación.

4. 1. 2. Clasificación taxonómica del chile

Reino: Vegetal

Tipo: Fanerógama

División: Spermatophita

Clase: Dicotiledonea

Subclase: Simpetala

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum*

Especie: *annuum*

Por eso los botánicos europeos en el siglo XVIII la asignaron al género *Capsicum*, de la familia Solanaceae. Casi todos los chiles que se cultivan en México son *Capsicum annum*, que es anual pero generalmente perenne en áreas tropicales. Es uno de los grupos más grandes del mundo y tiene el rango geográfico más amplio posible. Es parte de la dieta principal y México cultiva muchos tipos diferentes de pimientos que cualquier otro país (FAO, 2008).

4. 2. Descripción morfológica de la planta *Capsicum annum* L.

La planta de *Capsicum annum* L. tiene una raíz principal pivotante y profundo de hasta 70 - 120 cm de largo, que es alimentado y reforzado por un gran número elevado de raíces adventicias. Los tallos son de crecimiento limitado, erectos, herbáceos, fuertemente ramificados, de color verde oscuro. Las hojas son brillantes, enteras, ovadas o lanceoladas,

con puntas puntiagudas y colas largas (Maroto, 1992). Las flores (hermafroditas) se forman en las puntas de las ramas, son blancas, a veces moradas. Los principales capsaicinoides son norcapsaicina, norcapsaicina, capsaicina, homocapsaicina, norhidrinocapsaicina, norhidrinocapsaicina, dihidrocapsaicina y homodihidrocapsaicina (Zewdie y Bosland, 2000). La capsaicina y la dihidrocapsaicina representan más del 90 % del sabor picante de la fruta (Betts, 1999; Manirakiza *et al.*, 2003).

4. 3. Especies y tipos de *capsicum*

Los taxónomos más modernos distinguen cinco especies cultivadas; *Capsicum annuum* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum chinense* Jackuin, *Capsicum pendulum* Willdenow, y *Capsicum pubescens* Ruiz y Pavón, se distribuyen en tres centros de origen, siendo México el principal centro de diversidad genética de *C. annuum* (FAO, 2008).

4. 4. Variedades de chile comunes en Mexico

En México, se cultivan principalmente las variedades de chiles mayor mente comunes como el serrano, de árbol, jalapeño, guajillo, pasilla, ancho, piquines, habanero y manzano (Laborde y Pozo, 1984; Hernández *et al.*, 1999).

4. 4. 1. Chile Serrano

También conocido como chile verde porque se come fresco en salsas y encurtidos, es el segundo chile más importante en México por su amplia adaptabilidad. Es común en todas las regiones productoras de chile del país y se pueden encontrar plantas de diversas morfologías (Nuez *et al.*, 1996). Actualmente, la variedad Tampico-74 ha cubierto el 50% de la superficie de siembra del país.

4. 4.2. Piquín

El Chili Piquin (*C. annuum* var. *Glabriusculum* Dierb.), es el más pequeño y tiene el sabor más picante. Durante el período de producción, reemplazó a otros chiles en el mercado. Es más común en las zonas de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas (Moreno, 1984).

4. 4. 3. Jalapeño

Es un chile ampliamente aceptado por su uso básico en salsas, se ubica en el mercado nacional e internacional. Cuando está maduro, se realiza un proceso de secado y ahumado para obtener chile chipotle.

4. 4. 4. Mirasol

Se llama guajillo. El fruto es un poco duro con un picor suave, el fruto mide de 10 a 15 cm de largo, piel áspera, color púrpura, sabor ligeramente amargo. Como a otras variedades se consume de igual forma deshidratado.

4. 4. 5. Pasilla

Se produce mayor mente en los estados de Jalisco, Guanajuato, Aguascalientes y Zacatecas. Tiene un color marrón oscuro, mide aproximadamente 15 a 30 cm de longitud. Cuando se come en fresco, a este se le llama chilaca.

4. 4. 6. Mulato

Tiene un parecido igual al chile ancho, excepto cuando está maduro, es de color marrón. Y con el pasilla, el ancho y el mirasol, se usan para realizar tintes naturales. El fruto puede llegar a medir de 10 a 15 cm de largo, tiene un olor y sabor ahumado y un sabor ligeramente picante.

4. 4.7. Habanero

Varia a cuanto su coloración de madurez, de unos 5 cm de largo, cuando madura tiene un sabor muy picante, este es una de las especies con más capsaicina.

4. 4. 8. Poblano

El fruto llega a tener un sabor suave, con una coloración rojizo a verde, de carne muy compacta y llegando a medir de 10 a 15 cm de largo.

4. 4. 9. Chile de agua

Similar al poblano, con un tamaño más pequeño, de un tono amarillo verdoso pálido mayor mente abundante en el estado de Oaxaca.

4. 4. 10. Chile de árbol

Chile bastante chico, largo y fino tienen un largo promedio de 7 cm y un ancho de 1 cm. Es verde cuando está fresco y se vuelve rojo cuando está maduro

4. 5. Requerimientos ambientales

Para un correcto crecimiento del cultivo de chile, las temperaturas de día son entre 20- 25°C y de 16-18°C por la noche (Maroto, 1997) y la humedad relativa óptima es 50-70% (Ware y McCollum, 1962; Arcos *et al.*, 1998).

Cuadro 1. Requerimientos climáticos de temperatura y humedad relativa para el crecimiento de plantas de chile.

Fase	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)		
	Mínima	Optima	Máxima	Mínima	Optima	Máxima
Crecimiento	14°	20°-25°	35°	40	70%	
Cuajado	18°-20°	25°	35°	50	75%	
Suelo	13°					
			35° si			
Cero			HR<70%			
vegetativo	10°		40° si			
			HR<70%			
	Poco	Alto				
Luminosidad	fotoperiodo	fotoperiodo				

Fuente: Juárez, 2014.

4. 5. 1. Humedad

Las hortalizas, especialmente los chiles, tienen altos requerimientos de agua y nutrientes. El agua es uno de los recursos más importantes y limitados para la producción agrícola. Para mejorar el uso de este recurso y pensar en protegerlo, es necesario utilizar un sistema de riego (goteo, riego por goteo y aspersión, etc.) para aumentar la eficiencia de proporcionar la humedad adecuada e incluso, en el momento adecuado de todo el ciclo de cultivo.

La cantidad total de agua en contacto con el suelo se divide de la siguiente manera: parte es absorbida por las plantas, parte se pierde por evaporación, parte por infiltración y parte fluye desde la superficie. Por esta razón, las estrategias para aumentar la eficiencia del agua en la producción deben apuntar a minimizar las pérdidas (Ortiz *et al.*, 1999). Para lograr y mejorar la eficiencia, creo que la producción requiere un buen drenaje.

4. 5. 2. Suelo

El chile serrano crece mejor en los siguientes suelos: franco, franco arenoso, suelo franco o franco con alto contenido de materia orgánica, con buena profundidad, buen drenaje, tolerante a algunas condiciones ácidas, Crece bien en pH 5.5 a 6.8, esta planta tolera concentraciones de sal de 2560 a 6406 ppm, que serían a 4 y 10 mm/cm, respectivamente (Valadez, 1992).

4. 6. Plagas y enfermedades

De manera impredecible, como sucede con otras especies domesticadas consumidas por humanos, los chiles tienen una gran cantidad de organismos parásitos. Entre las criaturas más comunes encontramos las siguientes:

4. 6. 1. Minador de la hoja

Los adultos son pequeñas moscas negras y amarillas de 2 a 3 mm de tamaño con el dorso oscuro. Los huevecillos eclosionan de 2 a 4 días después de la puesta y se asientan en la lámina de la hoja. La etapa larval dura de 7 a 10 días, mide de 1 a 2 mm y es de color amarillo o marrón. Las pupas tardan de 8 a 15 días en eclosionar y generalmente se encuentran en el suelo, pero también se pueden encontrar en las hojas. (Romero, 1999).

4. 6. 2. Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Los adultos son blancos, con un promedio de 0,433 mm de largo y 0,270 mm de ancho. Su ciclo de vida consta de un huevo, una ninfa y un adulto. Las hembras ponen huevos en el envés de las hojas en dirección longitudinal. El daño más grave causado por estos insectos está relacionado con la transmisión de enfermedades virales (Castaños, 1993).

4. 6. 3. Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Las polillas adultas son de color marrón grisáceo en las alas delanteras y de color blanco translúcido en las traseras. Ahora es una de las principales plagas de los chiles en invernaderos, dañando en las etapas de larva y hoja, e incluso ingresando a la fruta (Nuez *et al.*, 1996).

4. 6. 4. Araña Roja (*Poliphagotarsonemus latus*)

A medida que madura, puede cambiar de color dependiendo de su edad, comida y clima. Por lo general, son de color amarillo verdoso, volviéndose rojos con la edad, más oscuros que las hembras. Su ciclo completo consta de cinco etapas de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa e imago. El daño es causado por una mordedura porque cuando los tejidos se pegan, absorben líquido celular y los tejidos afectados se vuelven de color amarillento, pardusco con el tiempo (Lacasa, 2001).

Las principales enfermedades del chile serrano son las siguientes:

4. 6. 5. Damping off secadera de plántulas

Este es un problema grave para las plántulas preemergentes de menos de un mes. Las plántulas llegan a morir muy pronto, lo que resulta en una fuerte caída en el número. La

enfermedad puede ser causada por un complejo fúngico que incluye *Pythium Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos son de larga vida en el suelo y pueden sobrevivir en los restos de plantas enfermas o en las raíces de las malas hierbas. El damping off es más común en condiciones de alta humedad del suelo, suelo compactado, poca ventilación y ambientes húmedos, nublados y frescos (Sánchez, 2001).

4. 6. 6. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

La enfermedad llega a atacar a todos los tejidos de las plantas que no están cerca del suelo. Estas manchas aparecen de forma inusual de varios tamaños en las hojas. Al principio, la enfermedad es de color verde oscuro, con un borde claro, mucha humedad, la enfermedad es de color blanco grisáceo; Más tarde, la enfermedad se vuelve marrón y puede afectar toda la lámina de la hoja. Esto lleva a la pérdida de su rigidez y la cola se doble; Los tallos y las ramas pueden verse afectados de manera similar, y la fruta afectada tiene manchas de color marrón rojizo muy grandes, que a veces las cubre por completo.

4. 6. 7. Tizón temprano (*Alternaria solani*)

Esta es una de las enfermedades más importantes en el cultivo del chile verde ya que puede afectar a todos los órganos de la planta, desde la base del tallo hasta los pecíolos, hojas, flores y frutos. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas e incluyen pequeños parches de forma irregular, de color marrón oscuro, en los que se forman anillos concéntricos, gracias a la resistencia de la planta a la propagación. Las lesiones pueden tener hasta 1,5 cm o más de diámetro.

4. 7. Fertilización

Los nutrientes de las plantas se pueden suministrar por riego o en base a un programa de curva de crecimiento. Este programa incluye la aplicación de fracciones de nutrientes después de que las plantas sean aptas para el crecimiento vegetal, la cantidad de nutrientes se aumenta gradualmente hasta alcanzar el punto máximo de aplicación de nutrientes y luego se disminuye (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especificación de las unidades de N, P y K requeridas en requeridas en cada etapa de crecimiento de las plantas y fertilizantes técnicos requeridos para obtener estas unidades.

Etapa DDT*	Unidades			Productos comerciales (kg/ha)		
	N	P	K	Fosfonitrato (31%)	Acido fosforico (85%)	Nitrato de potasio (12-0- 44)
1-	12	12	11	20	14	25
11-	32	30	35	72	35	80
31-50	40	20	44	90	24	100
51-75	65	25	72	146	30	163
76-105	105	15	132	223	18	300
Total	254	102	294	550	121	668

*DDT: Días después del trasplante

4. 8. Producción mundial

En el mundo, el chile es una hortaliza mayor mente cultivada de las más importantes teniendo un gran rendimiento de 36.771,82 toneladas (FAOSTAT, 2020) y un aumento del 2,17 % con respecto al 2017. La superficie sembrada también aumentó un 1,4 % con respecto al 2017 en el mismo período. Este aumento es consistente con la tendencia de cosecha observada durante los últimos 11 años (Figura 1). De manera similar, el rendimiento global promedio aumentó de 15,5 t/ha en 2008 a 18,5 t/ha en 2018.

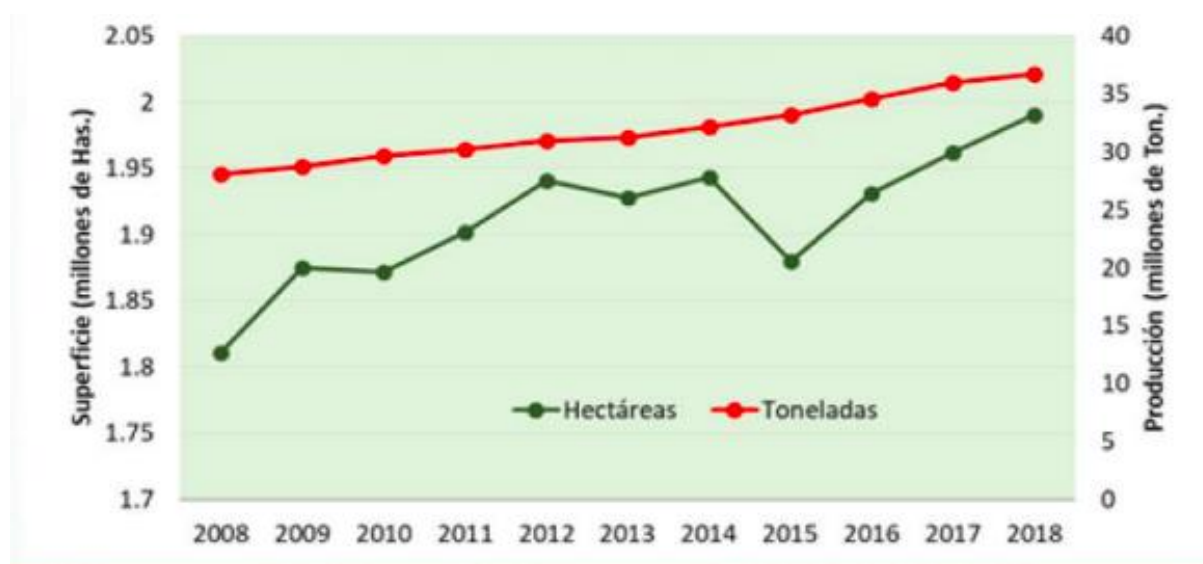


Figura 1. El desarrollo del área y producción de chiles en el mundo en los últimos 11 años.

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAOSTAT, 2020.

4.7. Producción nacional

Los chiles y los tomates son los cultivos de mayor importancia en México por la derrama económica. El chile aporta el 20,2% de la producción de hortalizas del país. En 2019, SIAP (2020) reporta que la producción nacional de chile ascendió a 3238,281 toneladas. En los últimos 15 años, la superficie de cultivo de chile ha fluctuado alrededor de 40.000 ha, manteniendo el promedio nacional en 147.000 ha por año; sin embargo, la producción aumentó en poco más de un millón de toneladas durante el mismo período (Figura 2). Una de las razones de este aumento es que el rendimiento promedio por hectárea aumentó de 13,86 t/ha en 2005 a 21,65 t/ha en 2019.



Figura 2. El desarrollo del área y producción de chiles en México en los últimos 15 años.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2020.

A nivel estatal, Sinaloa fue el mayor productor de chiles en México en 2019 con el 23% de la producción, seguido de Chihuahua (21%), Zacatecas (13.9%), San Luis Potosí (9.9%) y Sonora. (5,9%). Estos cinco estados concentran el 7,2% de la producción nacional total. Sin embargo, el estado que más chile sembró en 2019 fue Zacatecas, con el 23.7% de la superficie. El rendimiento promedio en el estado oscila entre 3,98 y 53,5 ton/ha. Sinaloa es también uno de los lugares con mayor superficie de cultivo de chile en el sector agropecuario protegido: en 2019 fue de 793 hectáreas, equivalente al 39,2% de la superficie total de Chile;

Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Sonora completan la lista de estados con mayores reservas agrícolas (INTAGRI, 2020).

4. 8. Bioestimulantes

En la agricultura, los bioestimulantes se definen como productos que tienen la capacidad de aumentar el crecimiento, la producción o el crecimiento de los cultivos. Otros autores definen a los bioestimulantes como fertilizantes líquidos que cumplen funciones fisiológicas cuando se aplican a las plantas, así como biomoléculas que potencian ciertos efectos metabólicos y fisiológicos de las plantas plantadas (Gallardo, 1998). Los bioestimulantes se han utilizado para mejorar la calidad de las hortalizas, desencadenar el crecimiento de diversos órganos como: (raíces, frutos, hojas, etc.) al igual reducir el estrés causado por daños (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros) (Lima, 2000).

4. 9. Tipos de bioestimulantes

Los bioestimulantes son moléculas muy amplias que pueden contener hormonas metabólicamente activas o extractos de plantas como aminoácidos y ácidos orgánicos. Se utilizan principalmente para el crecimiento y rendimiento de las plantas y para superar periodos de estrés (Jorquera y Yuri, 2006).

4.9.1. Bioestimulante a base de aminoácidos

Los aminoácidos son compuestos orgánicos formados por grupos amino $[8NH_2]$ y carboxilo $[8COOH]$. Veinte de estos compuestos son los componentes básicos de proteínas conocidas como alfa aminoácidos, a saber: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina triptófano, tirosina y valina. Tanto el grupo amina como el grupo carboxilo están unidos a los mismos 8 carbonos y tienen un grupo (R) modificado adjunto. Es dentro de estos grupos R que se distinguen 20 moléculas de alfa aminoácidos (Sanabria, 2011).

4.9.2. Bioestimulante a base de algas pardas

Algunos de los bioestimulantes naturales más utilizados en nuestra agricultura se derivan de las algas. Estos productos se basan en la extracción eficiente de factores hormonales y/o nutricionales de plantas acuáticas para uso de cultivos (Carrera y Canacuan, 2011). Grandes algas pardas: *Laminaria* y *Ascophyllum* son las especies más utilizadas en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas (Medjdoub, 2012). El efecto del extracto líquido de algas, y no como fertilizante (no tanto, ya que su contenido en minerales es muy

pequeño), es principalmente para estimular el sistema radicular y en general para estimular la salud de las plantas. Los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimulantes del crecimiento vegetal, del sistema inmunológico y de las defensas). Los elementos principales de las reacciones metabólicas que inducen los bioestimulantes vegetales son los azúcares específicos (oligosacáridos: moléculas formadas por 7 a 25 monómeros de azúcar) presentes en las paredes celulares de las plantas. (García, 2005).

4. 9. 3. Bioestimulante a base de ácidos fúlvicos

Un bioestimulante nutricional es un complejo especial de fertilización foliar constituido por aditivos húmicos líquidos (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), definidos como bioestimulantes que activan, sin alterar, los procesos metabólicos naturales de las plantas (Gallardo, 1998). Los ácidos fúlvicos son sustancias activas que pueden disolverse en ácidos fuertes. Forman una amplia gama de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, amarillos y coloidales, fácilmente dispersables en agua y no precipitados por ácidos, por el contrario, capaces de flocular en condiciones de pH y acidez hasta cierto punto. cationes en solución (FOSAC, 2007). Debido a su estructura simple y pequeña, son absorbidos muy rápidamente por las plantas y actúan como bioestimulantes (FOSAC, 2007).

4. 10. Uso de bioestimulantes

En los últimos años han aparecido en el mercado una serie de productos denominados "Bioestimulantes", que incluyen extractos de ácidos húmicos, algas y plantas durante su formación (Reyes, 1992).

El término bioestimulante se ha utilizado para distinguir sustancias que contienen microorganismos vivos que, cuando se aplican a semillas, plantas o suelo, se localizan en la biosfera o en el interior de las plantas y promueven su crecimiento, ya que aumentan la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Vessey, 2003).

Los bioestimulantes aplicados a las plantas parecen ser una herramienta útil para mitigar los efectos de la privación de agua. Una mezcla de dos o más fitorreguladores o fitorreguladores con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.). Esto se llama bioestimulante. (Viera y Castro, 2002).

Según Bietti y Orlando (2003), los bioestimulantes tienen la capacidad de aumentar el crecimiento, la producción y/o el crecimiento de las plantas, son productos no nutritivos que

pueden reducir el uso de fertilizantes, aumentar el rendimiento y la resistencia al estrés por temperatura. y déficit hídrico.

Russo y Berlin (1990) sugirieron que los bioestimulantes de origen orgánico mejoran el crecimiento de raíces y brotes. Otros autores también han demostrado que también aumentan la resistencia al estrés (tanto biótico como abiótico), previenen el daño que se puede causar a las plantas por la generación de radicales libres en las células, generados por los efectos del estrés ambiental (Zhang, 1997; Zhang y Schmidt, 1997). Otro posible beneficio sería reducir la necesidad de fertilizantes con alto contenido de nitrógeno aumentando la eficiencia de absorción de agua y nutrientes (Albregts *et al.*, 1988; Elliott y Prevatte, 1996; Laiche, 1991).

Se ha demostrado que los extractos de algas marinas contienen fitohormonas, que se cree que tienen efectos estimulantes del crecimiento de las plantas, principalmente debido a las auxinas y las citoquininas (Zhang y Schmidt, 1999; Lembi *et al.*, Waaland, 1988; Tay *et al.*, 1985). Se sabe que las citoquininas estimulan la división celular, la foliación y la expansión de las hojas (productos de la expansión celular y una mayor apertura de los estomas), promueven el macollamiento y aumentan la eficiencia fotosintética, lo que es adecuado en condiciones extremas (Zhang *et al.*, Ervin, 200).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5. 1. Localización del sitio experimental

La presente investigación se estableció en condiciones de invernadero en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias (BUAP), ubicada en la región nororiental del estado de Puebla, en la junta auxiliar de San Juan Acateno, en la zona perteneciente al municipio de Teziutlán, Puebla (Figura 3). Ubicado a 19°52' latitud Norte, 97°22' longitud Oeste, y a 1617 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 15 °C, con precipitaciones en verano con una lluvia media de 1609 mm (INEGI, 2014).

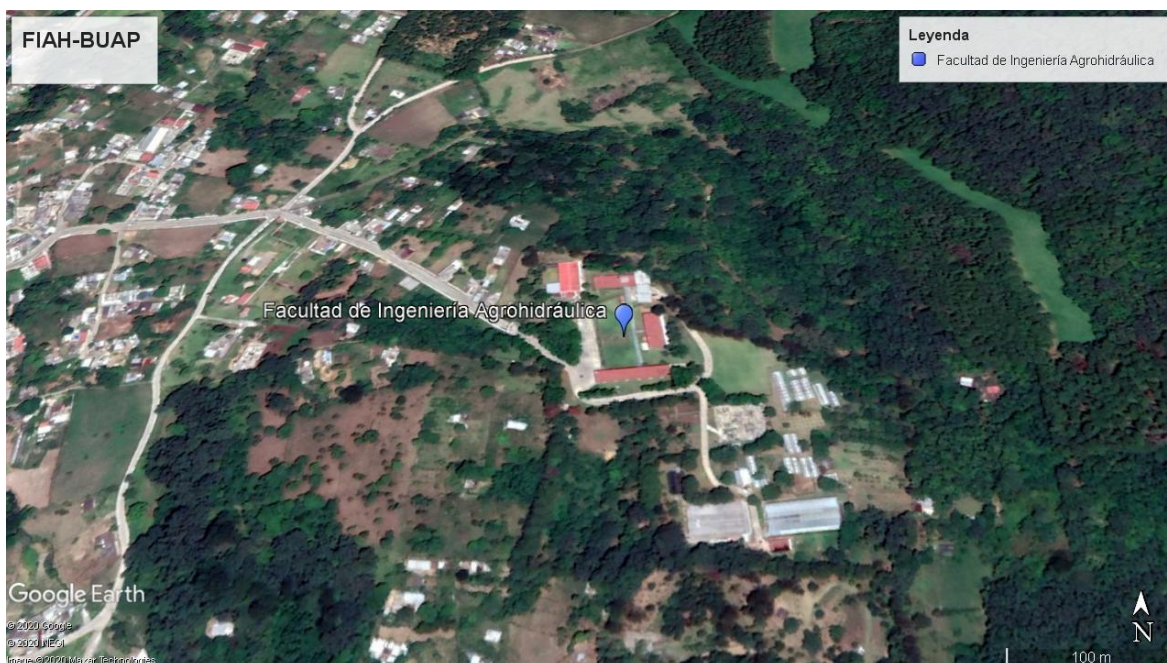


Figura 3. Imagen satelital de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.

5. 2. Material vegetal

La siembra de chile serrano var. ‘Tampiqueño’ se realizó en una charola utilizando peat moss y perlita relación 1:1 como (V/V) sustrato. El trasplante se llevó a cabo cuando las plántulas presentaron cuatro hojas verdaderas, el suministro de nutrimentos se realizó con la solución nutritiva para hortalizas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición nutritiva solución nutritiva para hortalizas (%).

Elemento	%
Nitrógeno total (N)	10.00
Fósforo asimilable (P_2O_5)	8.00
Potasio asimilable (K_2O)	18.00
Azufre (S)	2.50
Magnesio (Mg)	1.80
Calcio (Ca)	5.90
Hierro (Fe)	0.10
Boro (B)	0.002
Zinc (Zn)	0.010
Cobre (Cu)	0.0002
Manganeso (Mn)	0.002

5. 3. Establecimiento del experimento

Para el establecimiento del experimento se utilizaron bolsas de plástico negro con un diámetro de 30 cm y una altura de 40 cm, como sustrato se utilizó tezontle que previamente fue tratado para eliminar patógenos que pudieran afectar el desarrollo del cultivo. Las macetas se acomodaron en cuatro hileras, y cada hilera consto de diez macetas, considerando la parcela útil de cinco macetas, con una separación de 0.45 m entre plantas y 1 m entre hileras. Se puede visualizar en el Anexo (1 y 2).

5. 4. Riego

El riego se aplicó en función de la etapa fenológica y la condición de clima, colocando cuatro líneas de riego con mangueras de polietileno insertando goteros en cada maceta con un caudal de 4 lph.

5. 5. Monitoreo de plagas y enfermedades

Durante el experimento se monitoreó diariamente el estado sanitario de las plantas para el control, así como las aplicaciones preventivas, se aplicó cada 15 días insecticida sistémico para disminuir la cantidad de mosquita blanca durante el crecimiento de la planta, aplicando la dosificación especificada por el fabricante.

5. 6. Tratamientos

Los tratamientos establecidos en el experimento se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Interacción de tratamientos a utilizar.

Tratamientos	Repeticiones
1 Testigo (sin aplicación de bioestimulante)	5
2 Starmin 50	5
3 Maxi - Grow Excel	5
4 Selecto XL	5

Tratamiento 0. En este tratamiento no se aplicó ningún bioestimulante

Tratamiento 2. Se aplicó vía foliar Starmin 50. Es un Bioestimulante de complejo líquido con el 43% de Aminoácidos libres, fácilmente y rápidamente asimilables por la planta debido a su bajo peso molecular. La dosis utilizada fue de 3 mililitros por litro de agua. La composición se puede ver en el Anexo 3.

Tratamiento 3. Se aplicó vía foliar Maxi-Grow Excel es un bioestimulante complejo de origen orgánico que contiene oligoelementos en forma quelada. Todos estos componentes afectan el metabolismo de las plantas, contribuyendo al aumento de la producción. La dosis que se utilizó fue de 2 mililitros por litro de agua. La composición se puede ver en el Anexo 4.

Tratamiento 4. Se aplicó vía foliar Selecto XL, es una formulación que proviene de extractos concentrados de cascarillas agrícolas ECCA Carboxy® con un adecuado balance hormonal y nutricional. La dosis que se utilizó fue de 2 mililitros por litro de agua. La composición del tratamiento se encuentra en el Anexo 5.

Los tratamientos se aplicaron un mes después del trasplante y de ahí realizaron mensualmente, el número de aplicaciones totales fueron 5. Las aplicaciones fueron desde crecimiento vegetativo, la floración y cosecha del fruto.

5.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, cada uno con cinco repeticiones. La unidad experimental consistió de una planta por maceta.

5.8. Variables evaluadas

5.8.1. Altura de planta

Se tomaron cinco plantas y se midieron con un flexómetro, desde la superficie del sustrato hasta la parte más alta de la planta reportándose en centímetros, tomando las mediciones cada 15 días (DDT).

5.8.2. Peso fresco total de frutos por planta

El peso total se obtuvo con la sumatoria de cuatro cortes realizados en cada tratamiento, expresando los resultados en gramos. Corte y etiquetado de frutos para toma de variables Anexo 6.

5.8.3. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se realizó al momento del cuarto corte, expresando los resultados en milímetros.

5.8.4. Diámetro de fruto

En cada corte que se realizó midiendo con un vernier en la parte media a los frutos expresando los resultados en milímetros.

5.8.5. Longitud de fruto

En cada corte realizado a los frutos se les midió la longitud expresando los resultados en milímetros.

5.8.6. Porcentaje de materia seca de la planta

Mediante una balanza se pesó la parte aérea y raíz de la planta de chile serrano en peso fresco y luego mediante la estufa se dejó secar por 72 horas a 65 °C. Se utilizó, la siguiente ecuación para calcular el porcentaje de materia seca:

$$\% MS = \frac{PS}{PF} * 100$$

Donde: PS = Peso seco de la muestra (g)

PF = Peso fresco de la muestra (g)

MS = Materia seca.

5. 9. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados y consistieron en análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) mediante el programa estadístico SAS (SAS Institute, 1999).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Altura de planta

La altura de planta en el chile serrano no mostro diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$). Al respecto Encalada (2014), indica que el bioestimulante “Cytokin”, influyó significativamente en la altura de las plantas a los 30 días después del trasplante, sin embargo, no presentaron diferencias estadísticas a los 60 y 90 días después del trasplante. Aljaro *et al.*, (2009), mencionan que los conteos de hojas de las plantas de lechuga testigo no presentaron diferencia significativa con los tratamientos con bioestimulantes.

Es importante considerar que los aminoácidos son las unidades estructurales de las proteínas, y al ser aplicados vía foliar o radicular, pueden ser asimilados en forma directa, ahorrando así energía a la planta para sintetizarlos. Los aminoácidos se absorben rápidamente, se transportan inmediatamente, a todas las partes de la planta, especialmente a los órganos en desarrollo, ya que juegan un papel importante en la síntesis de fitohormonas (auxina, etileno), citoquininas y poliaminas), intervienen en la regulación hídrica de la planta. manejar bajo estrés y actuar como moléculas quelantes de cationes requeridas para el crecimiento de las plantas (Yun *et al.*, 2008).

Cuadro 5. Comparación de medias para la variable altura de planta en chile serrano.

Tratamientos	Altura (cm)
T1. Testigo	93.10 a*
T2. Starmin 50	77.40 a
T3. Maxi-Grow	83.00 a
T4. Selecto XL	83.00 a
C.V	20.90
DMSH	31.98

*Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.2 Peso fresco total de frutos por planta

El peso total de frutos por planta no fue estadísticamente diferente entre los tratamientos ($P \leq 0.05$). Zunun (2004) en un estudio donde aplicó bioestimulantes en chile serrano no

encontró diferencias significativas en el peso de fruto. El mejor tratamiento numéricamente fue la aplicación del bioestimulante Selecto XL esto se debe a que funge como biorregulador para el amarre y llenado de fruto. Según Valagro (2015) los bioestimulantes actúan sobre la fisiología de las plantas a través de canales distintos a los nutrientes. Muchos de estos productos bioestimulantes indican su contenido nutricional en la etiqueta.

Schmidt *et al.*, (2003), quienes demostraron que los efectos de un solo uso de un bioestimulante pueden disminuir con el tiempo. Además, sugieren que se obtienen mejores resultados con aplicaciones sucesivas, sugiriendo que la segunda aplicación puede dar mejores resultados que la primera, periódicamente antes y durante el período de estrés de la planta y período de crecimiento. (3 a 6 veces de aplicación por ciclo.).

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable peso fresco total en chile serrano.

Tratamientos	Peso fresco (grs)
T1. Testigo	481.5 a*
T2. Starmin 50	471.5 a
T3. Maxi-Grow	402.6 a
T4. Selecto XL	485.00 a
C.V	37.02
DMSH	4.54

*Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.3 Diámetro de tallo

Para la variable diámetro de tallo los resultados obtenidos del análisis de varianza ($P \leq 0.05$), ‘no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos’. Esto probablemente se debió a que, en las primeras etapas de desarrollo de las plantas, la iluminación total diaria fue reducida debido a la presencia de nubosidad y a menor cantidad de horas luz, además de que las temperaturas promedio osciló entre los 19 y 26 °C, resultados similares fueron reportados por Grijalva *et al.*, (2008), quienes no obtuvieron diferencias significativas en diámetro de tallo en chile

bell., bajo condiciones de invernadero con temperaturas entre 26 y 30 °C.

Cuadro 7. Comparación de medias para la variable diámetro de tallo en chile serrano.

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)
T1. Testigo	11.10 a*
T2. Starmin 50	10.84 a
T3. Maxi-Grow	9.89 a
T4. Selecto XL	10.46 a
C.V	16.06
DMSH	3.07

*Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.4 Diámetro y longitud de fruto

Los promedios de diámetro del fruto de chile en respuesta a la aplicación de los tratamientos, (Cuadro 8), no presentaron diferencias estadísticas. La aplicación de Starmin 50 produjo frutos de mayor longitud con 18.39 cm, Zunun (2004) obtuvo un promedio de 6.5 cm de diámetro en chile serrano con la mezcla de dos bioestimulantes.

Cuadro 8. Comparación de medias diámetro y longitud de fruto en chile serrano.

Tratamientos	Diámetro de fruto (mm)	Longitud de fruto (mm)
T1. Testigo	18.39 a*	66.74 a*
T2. Starmin 50	18.39 a	61.67 a
T3. Maxi-Grow	17.37 a	61.67 a
T4. Selecto XL	16.96 a	65.81 a
C.V	8.45	13.66
DMSH	2.72	15.83

*Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

El cambio en la variable longitud del fruto no mostró diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 8). Como resultado, los tratamientos no tuvieron efecto en la longitud del fruto, con una longitud máxima de 66,74 mm, resultado similar al descrito por

Ortiz (2001), quien no encontró una diferencia significativa incluida en las medidas de longitud al utilizar enzimas de algas. Fruta.

6.5 Porcentaje de materia seca

El contenido de materia seca presentó diferencias entre los tratamientos, la materia seca fue mayor en el testigo, además los productos Starmin y Maxi – Grow presentaron los valores más alto respecto a Selecto XL. Villavicencio (2020), al utilizar humus de lombriz líquido y testigo no encontró diferencias estadísticas en materia seca, el mejor promedio con

15.56 g aplicando FitoMas superó el testigo, Aljaro y Cáceres (2007), en lechuga, observaron resultados mixtos cuando encontraron que algunos bioestimulantes incrementaban el peso seco de las raíces de las plántulas y otros no, incluso por debajo del control sin fertilizar.

Hall (1977), indica que el crecimiento del fruto es el principal regulador de la distribución de materia seca en plantas de chile y que la tasa absoluta de crecimiento del fruto es inversamente proporcional al crecimiento de otros órganos.

Cuadro 9. Comparación de medias para materia seca de plantas de chile serrano.

Tratamientos	% MS
T1. Testigo	33.43 a
T2. Starmin 50	32.20 ab
T3. Maxi-Grow	29.23 ab
T4. Selecto XL	29.67 b
C.V	4.59
DMSH	3.75

*Medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

VII. CONCLUSIONES

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los bioestimulantes aplicados o el control no aplicado. Cabe señalar, sin embargo, que los valores más altos de todas las variables analíticas se obtuvieron utilizando Selecto XL y Stamin 50.

En general, cabe señalar que este estudio no es concluyente en cuanto al uso de bioestimulantes en el cultivo de chile serrano.

VIII. LITERATURA CITADA

- Albregts E., C. Howard and C. Chandler. 1988. Effect of bioestimulants on fruiting of strawberry. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101:370-372.
- Aljaro, A., M. Battaglia y M. Escobar. 2009. Efecto de bioestimulantes aminoacídicos en lechugas aplicados a plantines en invernaderos. In: Tercer seminario cultivo de lechugas en Chile. Centro regional de investigaciones La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile 28 de Julio de 2009. 85p.
- Aljaro, A. y C. Cáceres. 2007. Uso de bioestimulantes y fertilizantes comerciales en lechugas de plantín o speedlings. In: Segundo seminario internacional de lechugas en Chile. Centro regional de investigaciones La Platina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Santiago, Chile 13 Noviembre de 2007. 83p.
- Baños A.S., Cabrera. 1991. El pimiento. 1a. ed. MP, España.p:9.
- Bietti S. Y Orlando, J. 2003. Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos. Disponible en: <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/> (consultado octubre de 2021).
- Bortolotti *et al.*, 2002. Manual practico para el cultivo de chile.1a.ed.MP, España.123 p.
- Carrera D. E., & Canacuan A. Z. 2011. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de frijol arbustivo, cargabello y calima roja (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi- imbabura. Universidad técnica del Norte Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/782/2/03%20AGP%20118%20documento%20tesis.pdf> (consultado agosto 2021).
- Castaños M. Carlos Manuel. 1993. Horticultura. Manejo Simplificado. 56230, Mexico: Universidad Autonoma De Chapingo. 525 p.
- CPA (Chile Potencia Alimentaria). 2010. Nuevos enfoques para Chile Potencia Alimentaria y Forestal. ODEPA. Ministerio de Agricultura 10 p.
- Encalada, S. I. 2014. Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) A. Machala: Universidad Técnica de Machala. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1065/7/CD319_TESIS.pdf pp: 27-30 (consultado agosto 2021).
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization STAT). 2020. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en:

- <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-en-mexico> (consultado octubre 2021).
- FOSAC (Fertilizantes Orgánicos SAC) 2007. Importancia de los ácidos húmicos. Fertilizantes orgánicos S.A.C. Disponible en: <http://fosacperu.blogspot.com/2007/07/importancia-de-los-cidos-humicos-del-mo.htm> (consultado septiembre 2021).
- Gallardo R. 1998., Efecto de la aplicación de bioestimulantes en la floración del aguacate (*Persea Americana*) Mill. Dificultades para cuajar y conservar la fruta. Universidad Católica de Valparaíso Chile. Disponible en: <http://www.fichier-pdf.fr/2012/05/23/biost-avocatier/biost-avocatier.pdf> (consultado en noviembre de 2021).
- García R. G. 2005. Efectos de un multiextracto de algas y cianobacterias sobre la producción y calidad de tomate ecológico e integrado. Horticom. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/59/039/59039.html> (consultado septiembre 2021).
- Grijalva C. R. L., Macías D. R., Robles C. F. 2008. Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora. *Rev. Biotecnia* 10. (3) :9
- Guenkov.1987. Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto cubano del libro 2a. ed. Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro, Cuba. 285pp
- Hall A. J. 1977. Assimilate source-sink relationship in *Capsicum annum* L. I. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 4: 623:636
- Infoagro, 2003. El cultivo del pimiento. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimientos.asp> (consultado noviembre 2021).
- INTAGRI (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura)., 2020. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- Janick J.1985. Horticultura Científica e Industrial. ed. Acribia, Zaragoza, España. 564 pp.
- Jorquera Y., & Yuri, J. A. 2006. Bioestimulantes. Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. Disponible en: http://pomaceas.otalca.cl/html/Docs/pdf/2006_06_06.pdf (consultado agosto 2021).

- Lacasa P. A. y J. Contreras G. 2001. Las plagas en el cultivo de tomate. ed. mundi-prensa. México. pp. 387-463.
- Lima C. 2000. Conjunto tecnológico para la producción de berenjena. FUTURECO. pp:6.
- Medjdoub R. 2012. Las algas marinas y la agricultura. Terralia. Disponible en: <http://www.terralia.com/articulo.php?recordID=5806> (consultado septiembre 2021)
- Nuez F., R., G. Ortega y J. Costa 1996 el cultivo de pimientos., chiles y ajíes. Ediciones mundi-prensa. Madrid, España. pp. 94-105, 117-122.
- Núñez L., G. Gómez y M. Arteaga. 2008. Efectos de tres bioestimulantes sobre los rendimientos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Revista Electrónica Granma Ciencia 12(3). Disponible en: 25 <http://grciencia.idict.cu/index.php/granmacien/article/viewFile/202/605>. Consultado octubre 2021).
- Ortiz G.F. 2001. Extractos de Algas Marinas en la producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annum*) cv California Wonder. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Saltillo, Coahuila, México. 74 p.
- Ramírez M. M. 1989. Clasificación de Genotipos de Chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) Según la Resistencia y Susceptibilidad a Temperaturas Altas, Tesis Maestría, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 115 p.
- Reyes C.P. 1992. Diseños de experimentos aplicados: agronomía, biológica, química, industrial, ciencias sociales, ciencias de la salud. 3a. Ed. Trillas S.A de C.V. México, D.F. 348 p.
- Rincón S. y Zavala G. 2000. Recursos fitogenéticos de México para la agricultura, informe nacional. Snics y somefi a. c. Chapingo, México. 11-26 p
- Russo R.O. y Berlyn, G.P. 1990. El uso de bioestimulantes orgánicos para ayudar a la agricultura sostenible de bajo insumos. Revista de Agricultura Sostenible 1: 19-42.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2017. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGE-NE052017.aspx> (consultado agosto 2021).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2015. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/66152/MC_chilserra_septiembre_2015.pdf (consultado agosto 2021).

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2015. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/66152/MC_chilserra_septiembre_2015.pdf (consultado septiembre 2021).
- Sanabria H. 2011. Beneficio de aminoácidos ante situaciones de estrés del cultivo. Hortalizas. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/articulo/26092/beneficios-de-aminoacidos-ante-situaciones-de-estres-del-cultivo> (consultado agosto 2021).
- Sánchez C. M. 2001. Manejo de enfermedades del tomate in: curso del incapa “manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa”. Guadalajara. Jalisco México. pp 22-38.
- Schmidt. R.E., E.H. Ervin and X. Zhang. 2003.(On. Questions and answers aboutbiostimulants. Disponible en: <http://archive.lib.msu.edu/tic/gcman/article/2003jun91.pdf>.(Consultado en noviembre 2021).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Producción anual agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-chile-en-mexico> (consultado en agosto 2021).
- Valadez J. A. 1992. Producción de hortalizas, ed. limusa. México pp 67-168.
- Valagro. 2015. Proceso de investigación y desarrollo en constante crecimiento. Disponible en: <https://www.valagro.com/es/corporate/investigacion-y-desarrollo/> (consultado octubre 2021).
- Vessey J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255:571-586.
- Viera P.R.C Castro., 2002. Uso de bioestimulantes en la cultura de soja (Glycine max(L) Merrill). Cosmopolis: Stoller do Brasil. pp23.
- Yun, H.K., Seo, T.C., Lee, J.W. and Yang, E.Y. 2008. Effect of triazole growth regulator on the growth of plug seedling and yield of tomato. Acta horticulturae. 771:135-140
- Zaidan O. y A. Avidan.1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel. pp. 147-151

- Zhang y Schmidt, 1997, Zhang X., Schmidt R.E. El impacto de los reguladores de crecimiento en el estado de α -tocoferol en Poa “estresado por el agua”. International Turfgrass Society Research Journal, 8:1364-1371
- Zhang y Schmidt, 1999 Zhang X., Schmidt R.E. Respuesta antioxidante al producto que contiene hormonas en pasto azul de Kentucky sometido a sequía. Crop Science 39: 545-551
- Zhang X. and E. Ervin. 2004. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. Crop Science 44: 1737-174
- Zunun R. L., 2004. Comportamiento de tres tipos de chiles (*Capsicum annuum* L.) con dos Bioestimulantes, en cultivo sin suelo. Tesis de ingeniería “Antonio narro”. Universidad autónoma agraria, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 56 p.

IX. ANEXOS



Anexo 1. Establecimiento del cultivo en sustrato



Anexo 2. Acomodó de filas y espaciamiento entre macetas

DETERMINACIÓN	RESULTADO%
L-Aminoácidos	43.00%
Nitrógeno (N)	7.00%
Boro (B)	0.020%
Fierro (Fe)	0.20%
Zinc (Zn)	1.00%
Manganeso (Mn)	0.020%
Molibdeno (Mo)	0.005%
Acondicionadores y Diluyentes	48.745%
Total	100.00%

Anexo 3. Composición porcentual Starmin 50.

COMPOSICION PORCENTUAL:	g/L
Combinación de extractos orgánicos.....	112.5
Auxinas.....	0.09
Giberelinas	0.10
Citoquininas	1.5
Nitrógeno (N).....	6.6
Fósforo (P_2O_5).....	13.3
Potasio (K_2O).....	13.3
Calcio (Ca).....	2.0
Magnesio (Mg).....	4.0
Hierro (Fe).....	17.2
Zinc (Zn)	26.5
Manganeso (Mn).....	13.3
Cobre (Cu).....	13.3

Anexo 4. Composición porcentual Maxi-Grow Excel.

**CONTENIDO MINIMO
GARANTIZADO**

	% p/p
Citoquinina.....	2,000 ppm
Giberelina.....	30 ppm
Auxina	30 ppm
Carbono orgánico oxidable total	10.0%
N.....	0.5%
P ₂ O ₅	1.0%
K ₂ O	3.0%
Fe.....	0.5%
Zn.....	1.0%
Mg	0.3%
Mn	0.5%
Acidos Carboxy® (5%) expresados como carbono orgánico oxidable	4.5%

Anexo 5. Composición porcentual y partes por millón de Selecto XL.



Anexo 6. Corte y etiquetado para toma de variables.