

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Uso de bioestimulantes en la producción de tomate tipo pera en
clima cálido tropical**

Estudiantes

Jean Omar Gonzalez Resabala

Fabrizio Javier Pilco Álvarez

Asesores

Hugo Ramírez, Ph.D.

Carolina Avellaneda, Ph.D.

Honduras, junio 2021

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA
Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA
Vicepresidenta y Decana Académica

ROGEL CASTILLO
Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO
Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos	12
Ubicación del Estudio.....	12
Tratamientos.....	12
Bioestimulantes Usados.....	13
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1).....	13
Ácidos Fúlvicos.....	14
Caolinita	14
Ácido Salicílico.....	14
Establecimiento del Cultivo	14
Prácticas Hortícolas.....	15
Siembra	15
Mecanización	15
Riego	15
Trasplante y Establecimiento de Casa China	15

Fertilización y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades	16
Variables de Medición	16
Análisis de Producción	16
Análisis de Tejido Foliar	17
Componentes de Rendimiento	17
Frutos Comerciales por Planta	17
Frutos Comerciales por Hectárea	17
Rendimiento (t/ha)	18
Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)	18
Materia Seca	18
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	19
Resultados y Discusión	20
Efecto de los Bioestimulantes en el Número de Frutos Comerciales por Planta	20
Efecto de los Bioestimulantes en Rendimiento en Toneladas por Hectárea.....	23
Efecto de los Bioestimulantes en la Incidencia de <i>Phytophthora infestans</i> en Frutos de Tomate Tipo Pera	25
Efectos de Bioestimulantes en la Nutrición del Tomate.....	27
Efecto de los Bioestimulantes en Diferentes Variables Postcosecha	29
Conclusiones	31
Recomendaciones.....	32
Referencias.....	33
Anexos.....	36

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Tratamientos de los bioestimulantes aplicados foliarmente en el crecimiento y la producción de tomate tipo pera durante la época húmeda en la Unidad de Olericultura de Zamorano.....	13
Cuadro 2 Efecto de los bioestimulantes en el número de frutos comerciales de tomate tipo pera cosechados en diferentes días después de trasplante(DDT).....	21
Cuadro 3 Efecto de diferentes bioestimulantes en los rendimientos (toneladas por hectárea) de tomate tipo pera (saladette) DDT.....	23
Cuadro 4 Efecto de los bioestimulantes en la calidad nutricional de la planta a los 70 DDT.....	28
Cuadro 5 Efecto de los bioestimulantes en diferentes variables postcosecha de tomate pera en el Valle de Yeguaré, Zamorano. Honduras.	30

Índice de Figuras

Figura 1 Tendencia en el número de frutos comerciales durante las primeras cosechas de tomate pera (saladette) en Zamorano.....	22
Figura 2 Tendencia en el rendimiento en toneladas por ha en diferentes fechas de cosecha de tomate pera en Zamorano.....	24
Figura 3 Porcentaje de incidencia de Phytophthora infestans en los frutos de tomate tipo pera.	26

Índice de Anexos

Anexo A Análisis de suelo del lote 13 de Zona tres, de la Unidad de Olericultura Extensiva de Zamorano.	36
Anexo B Insumos utilizados en la producción del cultivo de tomate tipo pera (saladette).....	37
Anexo C Análisis foliar del cultivo de tomate tipo pera (saladette) a los 70 DDT.	38

Resumen

El cultivo de tomate es un producto hortícola de gran valor económico y fuente de trabajo. Debido a varios factores tales como: el uso excesivo de agroquímicos, estreses bióticos y abióticos se ha afectado la capacidad productiva de los campos agrícolas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes bioestimulantes en las variables de producción (número de frutos por planta), incidencia de *Phytophthora infestans*, rendimiento, calidad nutricional y calidad postcosecha. El cultivo se estableció en la unidad de Olericultura Extensiva de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, de septiembre de 2020 a febrero de 2021. Los tratamientos consistieron en la aplicación de ácidos fúlvicos (Cator® y Bio Folamin®), caolinita, ácido salicílico (aspirina Bayer®) y dos tratamientos integrados; resultando en total seis tratamientos incluyendo el testigo. Los tratamientos fueron aplicados mediante aspersion foliar a los 21, 36 y 51 días después trasplante. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Duncan $P \leq 0.05$) y estadística descriptiva para la variable de incidencia de *P. infestans*. El número de frutos, incidencia de *Phytophthora infestans*, rendimiento, análisis nutricional, mostraron efectos positivos al aplicar las sustancias húmicas (Bio Folamin®). Los tratamientos que contenían caolinita y ácido salicílico mostraron un aumento en el número de frutos, rendimiento y calidad nutricional. No se encontraron efectos significativos en las variables postcosecha con el uso de los bioestimulantes.

Palabras clave: Bioestimulantes, humus, *Phytophthora infestans*, rendimiento, tomate.

Abstract

Tomato is a horticultural product of great economic value and a source of work. Due to several factors such as: the excessive use of agrochemicals, biotic and abiotic stresses, the productive capacity of agricultural fields has been affected. The objective of this study was to evaluate the biostimulants effect on the production variables such as number of fruits per plant, yield, nutritional and postharvest quality. The crop was established in the Pan-American University Zamorano Extensive Olericulture unit, from September 2020 to February 2021. The treatments consisted of the application of fulvic acids (Cator® and Biofolamin®), kaolinite, salicylic acid (Bayer® aspirin) and two integrated treatments; resulting in a total of six treatments including the control. The treatments were applied by foliar spraying at 21, 36 and 51 days after transplantation. Analysis of variance and multiple comparisons of means (Duncan $P \leq 0.05$) and descriptive statistics for the incidence variable of *P. infestans* were performed. The number of fruits, *Phytophthora infestans* incidence, yield and nutritional analysis, showed positive effects when applying humic substances (Biofolamin®). The treatments containing kaolinite and salicylic acid showed an increase in the number of fruits, yields and nutritional quality. No significant effects were found in postharvest variables with the use of biostimulants.

Keywords: Biostimulants, humus, *Phytophthora infestans*, yield, tomato.

Introducción

El tomate es una de las hortalizas con mayor relevancia a nivel global, representando un fuerte rubro de gran importancia en el mercado internacional. Influye directamente en el desarrollo sostenible de sus productores e intermediarios, además, es parte fundamental de la alimentación y nutrición de sus consumidores. Se presenta de diferentes colores, tamaños y sabores debido a las diversas variedades de este cultivo. Es una de las hortalizas de mayor importancia debido a su valor económico y por poseer una gran cantidad de vitaminas, minerales y es comúnmente conocido por contener licopeno con efectos antioxidantes (Larín et al. 2018).

Los agricultores han optado por buscar alternativas más ecológicas para la producción de este cultivo, con el fin de aumentar el rendimiento y eficiencia con la disminución del uso excesivo de agroquímicos que afectan directamente la capacidad productiva de los campos agrícolas. Como consecuencia, esto genera problemas tales como de baja producción, fertilidad y aumento del consumo de agua para riego (Rivas-García et al. 2021). Estos problemas se han venido acentuando con el paso de los años y los agricultores han estado en la búsqueda de alternativas más sustentables para poder continuar con la producción sin generar impactos ambientales, que reduzca costos y pueda solucionar los problemas de producción. Los estreses abióticos son la principal causa de pérdidas de cultivos en el mundo y causan disminución en el rendimiento de más del 50% de la mayoría de los cultivos (Veobides Amador et al. 2018). La población en aumento y las exigencias del mercado requieren que se haga un uso más eficiente de los productos aplicados, generar una complementariedad entre la tecnología productiva, y otras alternativas de manejo como el uso de aplicaciones foliares de fertilizantes y bioestimulantes (Agudelo y Polanco Puerta 2019).

De las numerosas alternativas o posibles soluciones están sujetas al uso de bioestimulantes incluyendo las sustancias húmicas (ácidos fúlvicos principalmente). Estos son los principales candidatos para la solución de estas incógnitas, ya que plantean llevar al cultivo a su punto máximo de producción, minimizando el uso de fertilizantes y sin la necesidad de un uso excesivo de este mismo

producto, al fortalecer los mecanismos de defensa de las plantas y el posterior aumento de la resistencia a plagas y enfermedades, así generando un cultivo con resultados alentadores con rendimientos y la calidad deseados (Souza Campos et al. 2020).

Un bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, son capaces de mejorar su eficacia, en absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico, abiótico o mejorar alguna de sus características agronómicas, independientemente en el contenido de nutrientes, proporciona incrementos adicionales en los rendimientos de los cultivos, estimula y vigoriza desde la germinación hasta la fructificación, ofrecen un potencial para mejorar la producción y calidad de las cosechas (Rajabi Hamedani et al. 2020; Valverde-Lucio et al. 2020). El uso de estos productos significará una reducción en el uso de productos químicos, añadiendo una resistencia y eficiencia al cultivo. Los bioestimulantes son diversos y han sido clasificados en ocho categorías, las cuales son: sustancias húmicas y materiales orgánicos complejos (obtenidos de residuos agroindustriales, urbanos, extractos de lodo, compost y estiércoles), elementos químicos (Al, Co, Na, Se, Si), sales inorgánicas que incluyen fosfitos y extractos de algas (Rouphael y Colla 2020).

Existen numerosos estudios que a través de los años han comprobado la efectividad de los bioestimulantes, existe una clara necesidad de mejorar nuestra comprensión para mejorar la eficacia de estos y poder optimizar la producción (Brown y Saa 2015).

En este sentido, en este proyecto especial de graduación se han establecido los siguientes objetivos:

Evaluar el efecto de ácidos fúlvicos y otros bioestimulantes en algunas variables de producción y rendimientos de tomate tipo pera sembrado durante la época húmeda en clima cálido tropical.

Evaluar el efecto de ácidos fúlvicos y otros bioestimulantes en variables de nutrición y calidad postcosecha de tomate tipo pera sembrado durante la época húmeda en clima cálido tropical.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El ensayo fue realizado durante septiembre de 2020 y febrero de 2021 en la unidad de Olericultura Extensiva de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano (Zona 3). Este lugar está localizado geográficamente en 14°00' Latitud Norte y 85°56' Latitud Oeste, su elevación es 767 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm, la temperatura promedio fue de 22 °C. Con una precipitación acumulada de 635 mm durante el ciclo del cultivo.

Tratamientos

El estudio evaluó seis tratamientos y cuatro repeticiones respectivamente para un total de veinticuatro unidades experimentales (UE) (Cuadro 1). Los tratamientos consistieron en: ácidos fúlvicos enriquecidos con aminoácidos, ácidos fúlvicos repotenciados con NPK (nitrógeno, fosforo y potasio), caolinita y ácido salicílico, tratamiento integrado y control. Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron por aspersión vía foliar a los 21, 36 y 51 días post trasplante.

Cuadro 1

Tratamientos de los bioestimulantes aplicados foliarmente en tomate tipo pera durante la época húmeda en la Unidad de Olericultura de Zamorano.

Tratamiento	Descripción	Dosis
1	Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1) ^a	3 mL/L
2	Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2)	6 mL/L
3	SH1 + Caolinita ^b	SH1 (3mL / L) + Caolinita (1ra: 5, 2da: 10 y, 3era: 30 g/L)
4	SH1 + Caolinita + Ácido Salicílico	SH1 (3mL / L) + caolinita (1ra: 5, 2da: 10 y, 3era: 30 mL/L + ácido salicílico (1 pastilla ^c de aspirina Bayer [®] (500 mg de ácido acetilsalicílico)/ 20 L)
5	Ácidos fúlvicos repotenciados con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK) ^d (N 2.6%, P ₂ O ₅ 2.5%, K ₂ O 4% expresado en peso/peso)	3 mL/L
6	Testigo	Sin bioestimulantes

Nota. ^aBio Folamin[®] (España), ^bProtecsol[®] (Enlasa, Guatemala), ^cAspirina Bayer[®] (500 mg de ácido acetilsalicílico), ^dCator[®] (Atlantica Agrícola, España-Honduras).

Bioestimulantes Usados***Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1)***

En este caso correspondió con el insumo comercial registrado como Bio Folamin[®] (España). Bio Folamin[®] es un estimulante del crecimiento y fertilizante foliar con una composición muy bien equilibrada. Su alto contenido de nitrógeno hace que Bio Folamin[®] sea adecuado para emplearse en los primeros estadios de las plantas. Su contenido en microelementos permite mitigar los efectos de deficiencias latentes y mejorar la calidad de los caldos por su poder tamponador de pH de aguas ácidas o alcalinas, y por su acción secuestrante de iones calcio y magnesio de aguas duras. Por su contenido en activadores de crecimiento y aminoácidos, estimula la vegetación promoviendo el crecimiento de tallos y hojas, consiguiendo un óptimo desarrollo con mayores rendimientos de frutos.

Ácidos Fúlvicos

Como fuente de estos ácidos orgánicos o sustancias húmicas se utilizó el bioestimulante comercial Cator® (Atlántica Agrícola, España). El producto Cator es una materia orgánica líquida concentrada de origen vegetal, con gran cantidad de carbono orgánico, a base de ácidos fúlvicos enriquecidos con NPK (N 2.6%, P₂O₅ 2.5%, K₂O 4%, expresados en relación peso a peso) que le confieren efectos mejoradores sobre la fracción activa nutricional del suelo, así como aptitudes estimulantes sobre el cultivo en etapas de alta demanda energética.

Caolinita

Se empleó el producto comercial ProtecSol® (Enlasa, Guatemala) que los agricultores utilizan para la reducción del daño por estrés térmico y golpe del sol. ProtecSol contiene un 95% de Caolinita (Silicato de aluminio) que posee una cualidad reflectiva, así evitando posibles problemas. También reduce la temperatura de la hoja, dando la oportunidad de la apertura estomática durante un mayor periodo de tiempo, aumentando la fotosíntesis y promoviendo la formación de precursores de coloración en el fruto.

Ácido Salicílico

Como fuente de este ácido orgánico se empleó el producto conocido popularmente como Aspirina. Es utilizado para la inducción de la floración en el cultivo, además, suele ser importante para la inducción de la resistencia sistémica a patógenos. El ácido salicílico participa en la regulación de la respuesta de la planta a una serie de estreses ambientales como temperaturas extremas, salinidad y condición oxidativa de la producción (Contreras-Liza et al. 2017).

Establecimiento del Cultivo

El estudio fue realizado con tomate tipo pera (saladette), híbrido Bianco. (East West Seeds, Asia). La producción de plántulas se realizó en semilleros en bandejas de 200 alvéolos y bajo

invernadero tipo túnel. El trasplante se realizó el 8 septiembre del 2020, a los 25 días después de siembra (DDS) en camas altas de forma manual con el método de siembra en una hilera. El trasplante se realizó a una distancia entre planta de 0.6 m y 1.5 m entre cada cama (1 hilera por cama), quedando una densidad de población de 11 000 plantas por hectárea.

Prácticas Hortícolas

Siembra

El 15 de agosto se realizó la siembra del tomate tipo pera (saladette) en bandejas de 200 alveolos.

Mecanización

Se realizó un pase de rastra pesada, un pase de rastra liviana y luego un acamado, quedando camas altas a 1.5 m entre los centros.

Riego

Presurizado y localizado por goteo (cintas con emisores a cada 20 cm de 1 L/h).

Trasplante y Establecimiento de Casa China

Las plántulas de 25 días después de siembra (DDS) fueron trasplantadas en camas con acolchado plástico (plata-negro) con una hilera de riego, con una separación de 60 cm entre plantas y 1.50 metros entre camas, midiendo desde el centro de esta. Luego del trasplante todas las camas se cubrieron con mantas térmicas para el establecimiento de casa china que inicialmente protege el cultivo de los principales insectos plagas (principalmente mosca blanca). Además de servir de regulación de altas temperaturas, precipitaciones y radiación.

Fertilización y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades

El plan de fertilización fue calculado a partir del análisis del suelo (Anexo A). Dividido en aplicaciones mediante sistema de riego semanalmente: lunes (Nitrato de Potasio (13% N, 46% K₂O / 2 kg) + Urea (46% N/ 5 kg) + Orgánico (Melaza, Ácidos Húmicos y Fúlvicos) + Sulfato de Magnesio (16% MgO, 13% S / 1 kg) + Ácido), miércoles (Nitrato de Calcio (15,5% N, 26% CaO / 2 kg) + Nitrato de Amonio (33.5% N / 5 kg) + Orgánico (Melaza, Ácidos Húmicos y Fúlvicos) + Sulfato de Potasio (50% K₂O, 18% S / 1 kg) y viernes (Nitrato de Amonio (33.5% N/ 7 kg) + Orgánico (Melaza, Ácidos Húmicos y Fúlvicos)). La dosis se aplicó y monitoreo luego de la primera semana del trasplante. Los martes, jueves, sábado y domingo se aplicó solo agua y todos los días se chequeo la eficiencia de riego en cuanto a su uniformidad, caudal, distribución, pérdidas de agua y fertilizantes. Los agroquímicos empleados para el manejo integrado de plagas y enfermedades se enlistan en el Anexo B.

Variables de Medición

En horas de la mañana (6 a 10 am) fueron realizados cinco muestreos en cada una de las unidades experimentales (UE) a los 84, 91, 98, 105 y 112 DDT, para los respectivos análisis de producción, nutrición y calidad postcosecha.

Análisis de Producción

Previo al inicio del análisis de producción, a los 77 días DDT se realizó un conteo de flores, frutos, números de plantas por UE y número de plantas afectadas por *Phytophthora infestans*. Para cada muestreo (84, 91, 98, 105 y 112 DDT), se cosechaban los frutos separándolos en frutos comerciales, frutos enfermos por *Phytophthora infestans*, frutos con enfermedades fisiológicas y frutos con daños mecánicos. El número de plantas productivas, flores, frutos y plantas infectadas por *P. infestans* y otros problemas fisiológicos se realizó en cada UE de todos los tratamientos.

Análisis de Tejido Foliar

A los 70 DDT se realizó un muestreo foliar (Anexo C), tomando la quinta hoja (hoja joven madura) de cinco plantas por cada UE, para los respectivos análisis de los macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio) y microelementos (cobre, hierro, manganeso y zinc).

Componentes de Rendimiento

Frutos Comerciales por Planta

La cantidad de frutos comerciales por planta se obtuvo de la división de los frutos comerciales por unidad experimental (8m²) entre el número de plantas sobrevivientes por unidad experimental (UE), según como se describe en la ecuación 1.

$$\text{Frutos comerciales por planta} = \frac{\text{Frutos comerciales/UE}}{\text{Plantas sobrevivientes/UE}} \quad [1]$$

Frutos Totales por Hectárea

La cantidad de frutos totales por hectárea se calculó extrapolando el número de frutos por unidad experimental (8m²). Para contabilizar los frutos totales se tomaron en cuenta todos los frutos en estado pintón y maduro por planta.

Frutos Comerciales por Hectárea

La cantidad de frutos comerciales por hectárea se calculó extrapolando el número de frutos comerciales por unidad experimental (8m²). Para contabilizar los frutos de tomate comerciales, se consideraron únicamente los frutos pintones (etapa en transición a color rojo) y maduros, así mismo, se descartaron aquellos deformes y de tamaños pequeños.

Rendimiento (t/ha)

Esta variable se calculó tomando en cuenta los datos del peso de un fruto en kilogramos, la densidad, la cantidad de frutos comerciales y plantas sobrevivientes/UE, después, el resultado se convirtió a toneladas por hectárea, lo anterior se realizó utilizando la ecuación 2.

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{\text{t}}{\text{ha}} \right) = \frac{\left[\frac{(\text{peso de un fruto en kg} \times \text{frutos comerciales/UE} \times \text{densidad/ha})}{(\text{plantas sobrevivientes}) / \text{UE}} \right]}{1,000 \text{ kg}} \quad [2]$$

Variables Postcosecha

Las variables postcosecha se midieron únicamente en tomates comerciales. En la última toma de muestra se realizó la recolección de cinco frutos representativos de cada UE, para poder evaluar grados brix, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso fresco, peso seco. Utilizando un pie de rey (caliper) se tomaron en mm los diámetros ecuatorial y polar para poder calcular el área superficial de los frutos frescos de tomate.

Grados Brix (Sólidos Solubles Totales, SST)

El refractómetro digital HI 96801®, permitió medir los sólidos solubles totales de los frutos de tomate. Los frutos se cortaron a la mitad y la parte con mayor contenido de jugo se exprimó para realizar el análisis.

Materia Seca.

Se realizó la recolección de cinco frutos significativos de cada UE. Cada fruto se dividió en cuatro partes, se tomó el peso fresco y posteriormente llevándolo al horno a 75 °C por 42 horas aproximadamente. Finalmente se tomó el peso seco. En total fueron 120 muestras. Los datos de materia seca se obtuvieron empleando la ecuación 3 a continuación.

$$\%MS = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso seco})}{\text{peso inicial}} \quad [3]$$

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El estudio se estableció como un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones respectivamente dando origen a 24 unidades experimentales en total. El experimento constó en total de 20 plantas/unidad experimental y un área de 8 m². El análisis estadístico se realizó empleando el programa estadístico SAS versión 9.4 (Statistical Analysis System), analizando los datos correspondientes a la varianza por medio de un análisis ANDEVA y Duncan para la separación de medias, con una probabilidad de ≤ 0.05 . Para el análisis de incidencia de *P. infestans* en frutos se utilizó estadística descriptiva.

Resultados y Discusión

Efecto de los Bioestimulantes en el Número de Frutos Comerciales por Planta

El número de frutos comerciales de tomate fue afectado significativamente por los bioestimulantes estudiados en las cosechas a los 98 y 105 días después del trasplante (DDT) y en el número total de frutos de las cinco cosechas realizadas (Cuadro 2). Se puede observar que el número de frutos cosechados a los 98 y 105 DDT fue mayor cuando se aplicó el tratamiento de Sustancias Húmicas y Aminoácidos en la dosis de 3 mL L⁻¹ (SH1). También se observaron un mayor número de frutos con respecto al testigo (sin bioestimulantes) cuando se aplicó el tratamiento de Sustancias Húmicas y Aminoácidos en la dosis de 6 mL L⁻¹ (SH2) a los 105 DDT. Cabe recalcar que la diferencia entre los tratamientos SH1 y SH2 son sus dosificaciones (3 mL L⁻¹ y 6 mL L⁻¹ respectivamente).

No se observó ningún efecto significativo del tratamiento Ácidos fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fósforo y Potasio. En referencia con el efecto de los bioestimulantes aplicados en el número de frutos totales cosechados en las cinco cosechas realizadas, se encontraron efectos significativos mayores cuando se aplicó foliarmente el tratamiento SH1, mientras, además se observaron datos mayores con respecto al testigo cuando se aplicaron los tratamientos Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2), SH1 en combinación con caolinita (5%) y SH1 en combinación con caolinita (5%) y ácido salicílico.

Cuadro 2

Efecto de los bioestimulantes en el número de frutos comerciales por planta de tomate tipo pera cosechados en diferentes días después de trasplante(DDT).

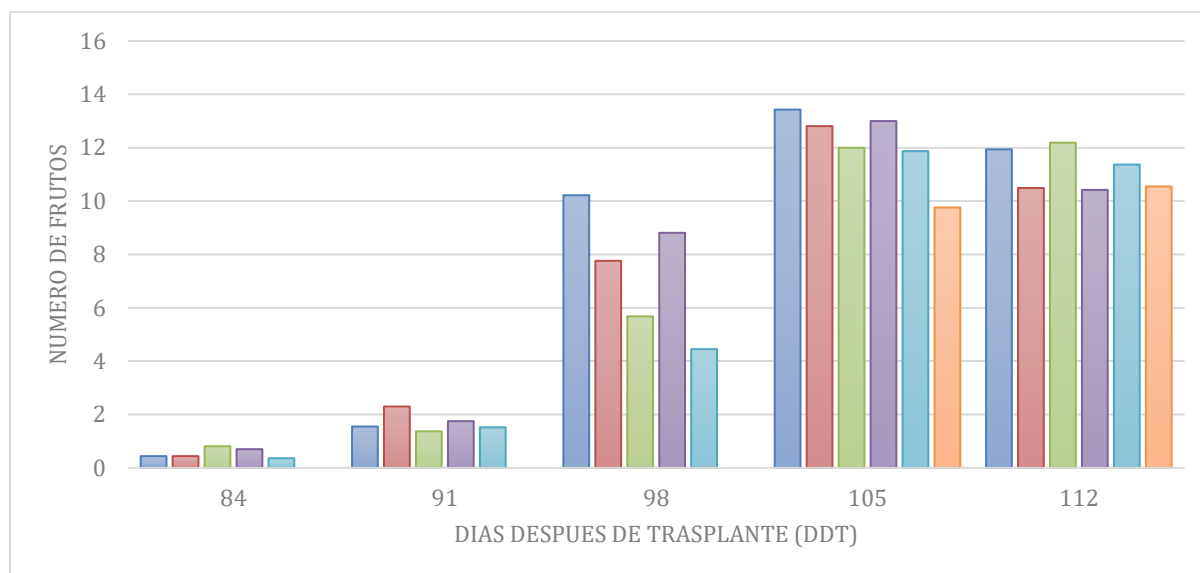
Tratamiento	Días después del trasplante (DDT)					Frutos Totales
	84	91	98	105	112	
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1)	0.44b	1.55cd	10.22a	13.43a	11.94	35.30a
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2)	0.44b	2.30b	7.76c	12.81ab	10.49	33.82ab
SH1 + Caolinita	0.81a	1.37d	5.68d	12.00b	12.19	32.76ab
SH1 + Caolinita + Ácido Salicílico	0.70a	1.75c	8.81b	13.00ab	10.42	34.26ab
Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK)	0.36b	1.52cd	4.45e	11.87b	11.37	29.76c
Testigo (sin bioestimulantes)	0.77a	3.06a	8.08bc	9.76c	10.55	31.97bc
Promedio	0.6	1.92	7.5	12.14	11.16	33
Significancia	**	**	**	**	ns	**
R ²	0.71	0.94	0.95	0.77	0.56	0.67
Coefficiente de variación (%)	25	10	7	7	9	5

Nota. ns: no significante. *: significativo. **: altamente significativo

La tendencia de los frutos cosechados durante la época principal en cinco eventos de cosecha se puede observar en la figura 1. Las dos primeras cosechas fueron inferiores, luego hay un aumento exponencial de más del 100 % hasta alcanzar el valor máximo de números de frutos comerciales a los 105 DDT y a partir de esta cosecha se observa la disminución de frutos comerciales.

Figura 1

Tendencia en el número de frutos comerciales por planta durante las primeras cosechas de tomate pera (saladette) en Zamorano.



Nota. SH1(azul). SH2(rojo). SH1+ Caolinita(verde). SH1+ Caolinita + Ácido Salicílico(morado). Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (celeste). Testigo (anaranjado).

Los resultados obtenidos, por la acción de los bioestimulantes concuerda con lo planteado por Villegas Espinoza et al. (2018); Rodriguez Reyes et al. (2013), donde se demuestra que con la aplicación de bioestimulantes (caso polisacáridos, quitosano y otros), es posible aumentar el número de frutos por planta en el cultivo de tomate. Según Veobides Amador et al. (2018), “la aplicación foliar de extractos de plantas en tomate promovió el desarrollo biológico de las plantas, así como la productividad agrícola en indicadores como la masa del fruto y el rendimiento durante dos años consecutivos. La caracterización fisicoquímica de dichos extractos ha mostrado la presencia de sustancias húmicas como ácidos húmicos y fúlvicos, fitohormonas, microorganismos benéficos, aminoácidos, y elementos esenciales que pudieran contribuir en su acción bioestimulante, no sólo centrada en la presencia de sustancias húmicas”.

Efecto de los Bioestimulantes en Rendimiento en Toneladas por Hectárea

En el cuadro 3 se observa que los bioestimulantes estudiados afectaron significativamente los rendimientos en las cosechas realizadas a los 98, 105 y 112 DDT y en el rendimiento total. Se puede observar que el rendimiento en toneladas por hectárea a los 98 DDT fue mayor cuando fueron aplicados los tratamientos de sustancias húmicas y aminoácidos en la dosis de 3 mL L⁻¹ (SH1) y de 6 mL L⁻¹ (SH2). Por otra parte, se puede observar que a los 105 DDT fue mayor el rendimiento cuando fue aplicado el tratamiento de sustancias húmicas y aminoácidos en la dosis de 3 mL L⁻¹. En referencia a la cosecha realizada a los 112 DDT se reportó que había un mayor rendimiento cuando fue aplicado el tratamiento SH1 + Caolinita (5%). En el rendimiento total se observó que el mejor tratamiento fue sustancias húmicas y aminoácidos en la dosis de 6 mL L⁻¹.

Cuadro 3

Efecto de diferentes bioestimulantes en los rendimientos (toneladas por hectárea) de tomate tipo pera (saladette) DDT.

Tratamiento	Días después del trasplante (DDT)					Rendimiento Total (Ton ha ⁻¹)
	84	91	98	105	112	
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1)	0.74	1.71b	11.45 ^a	16.84a	10.97bc	41.71ab
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2)	0.83	2.53a	10.90 ^a	16.17ab	13.32ab	43.75a
SH1 + Caolinita	0.93	1.51b	7.08b	14.21abc	15.44a	39.17abc
SH1 + Caolinita + Ácido Salicílico	1.12	2.00ab	7.81b	13.85bc	11.70bc	36.48bcd
Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK)	0.50	1.74b	6.60b	12.64dc	10.37c	31.85d
Testigo (sin bioestimulantes)	1.00	2.18ab	8.46 b	10.70d	11.55bc	33.89cd
Promedio	0.85	1.95	8.72	14.04	12.23	37.83
Significancia	ns	*	**	*	*	*
R ²	0.46	0.52	0.8	0.71	0.68	0.71
Coeficiente de variación (%)	54	22	14	13	13	10

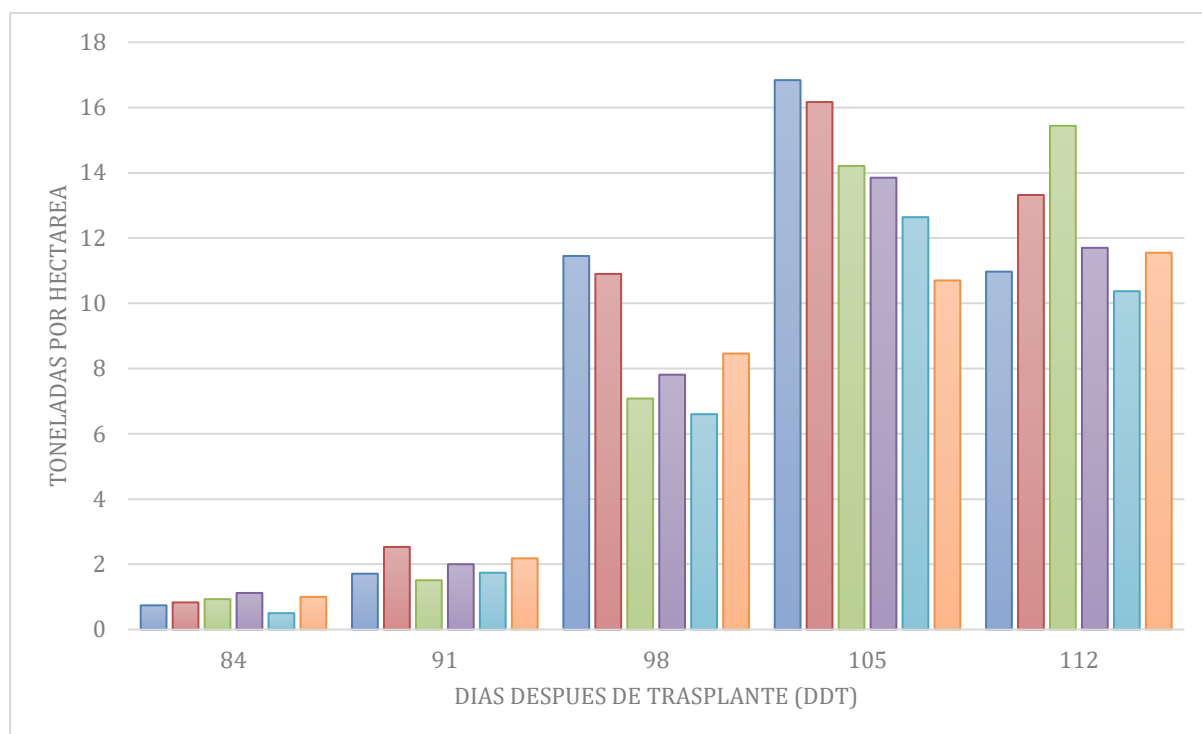
Nota. ns: no significante. *: significativo. **: altamente significativo

La tendencia en el rendimiento por hectárea durante la época principal en cinco eventos de cosecha se puede observar en la figura 2. Las dos primeras cosechas fueron inferiores, luego hay un aumento exponencial de más del 100 % hasta alcanzar el rendimiento máximo a los 105 DDT y a partir de esta cosecha se observa una disminución. Cabe recalcar que las primeras cosechas se las conocen

como aclareos o limpias, en los cuales se estimula a la planta a la producción de frutos, por lo cual no se obtienen resultados representativos en el rendimiento a los 84 y 91 DDT.

Figura 2

Tendencia en el rendimiento en toneladas por ha en diferentes fechas de cosecha de tomate pera en Zamorano.



Nota. SH1(azul). SH2(rojo). SH1+ Caolinita(verde). SH1+ Caolinita + Ácido Salicílico(morado). Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (celeste). Testigo (anaranjado).

Los resultados obtenidos en el rendimiento total por hectárea se confirmaron con los estudios de Abou Chehade et al. (2018); Veobides Amador et al. (2018), donde explican que el uso de sustancias húmicas influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas incrementando su rendimiento en cosechas de frutos de tomate. Al igual que reporta Ordóñez Salinas (2019), existe un aumento del peso final de frutos de tomate producido con el uso del bioestimulante Generate®(solución líquida basada en micronutrientes), el cual incremento del rendimiento del cultivo, los bioestimulantes también favorecieron al rendimiento final de todas las cosechas.

Los resultados obtenidos en este experimento difieren con el estudio de Agudelo y Polanco Puerta (2019), en el cual con el uso de los bioestimulante Bioagro Triple A (citoquininas , giberelinas, auxinas, vitaminas ,boro) y Tecno Verde® (aminoácidos libres), se planteó que si bien no existió una diferencia significativa entre los tratamientos y el testigo , los bioestimulantes si son importantes para la formación y llenado de frutos de tomate. Esto también se corrobora con el estudio de Contreras-Liza et al. (2017), realizado en cultivo de papa , en el cual no se encontraron diferencias significativas en el peso fresco del tubérculo con el uso de bioestimulantes (ácido acetil salicílico y biol). Con los resultados de este estudio realizado podemos inferir que el efecto de las sustancias húmicas y los otros bioestimulantes está influenciado en función del entorno y su impacto en los parámetros evaluados.

Si bien en este estudio se observó efecto significativo en la variable de rendimiento, estos promedios fueron inferiores a los estudios antes presentados; es importante señalar que durante el crecimiento y desarrollo del cultivo (septiembre 2020 a febrero 2021) se presentaron intensas lluvias, fuertes vientos y bajas temperaturas debido a la ocurrencia de dos eventos climáticos que impactaron negativamente el país (Huracanes ETA e IOTA).

Mientras en otros estudios no se han reportado efectos significativos de los bioestimulantes en esta variable , Morales Guevara et al. (2018), reportaron que los frutos de tomate presentan un mayor peso al estar expuestos a tratamientos de bioestimulantes (quitosano, micorrizas), también muestran una respuesta significativa en su estado hídrico por la estimulación del crecimiento y formación de raíces.

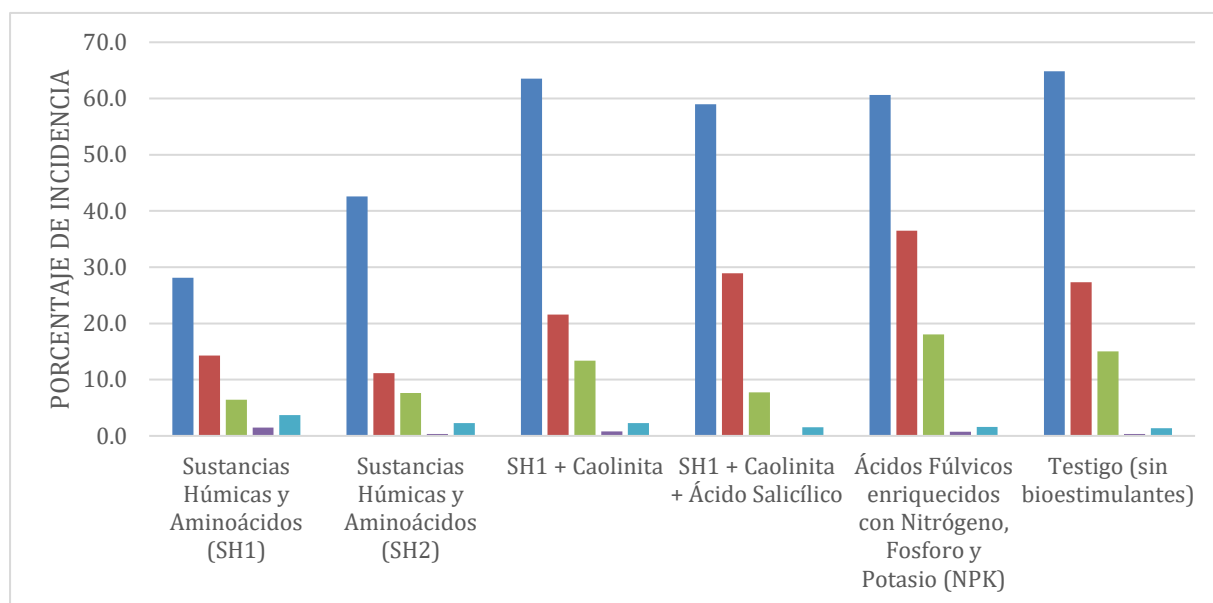
Efecto de los Bioestimulantes en la Incidencia de *Phytophthora infestans* en Frutos de Tomate Tipo Pera

La tendencia en el porcentaje de incidencia de *Phytophthora infestans* en los frutos conocida como la enfermedad del Tizón tardío fue monitoreado durante la época principal en cinco eventos de cosecha que se puede observar en la figura 6. El tratamiento sustancias húmicas (ácidos fúlvicos) y aminoácidos (SH1) en la dosis de 3 mL L⁻¹ fue el que menor número de frutos afectados reportó a lo

largo de las cinco cosechas con respecto al testigo. El tratamiento sustancias húmicas y aminoácidos (SH2) en la dosis de 6 mL L⁻¹ fue el segundo tratamiento que mostró menor incidencia a comparación del testigo. Se puede observar que los demás tratamientos presentaron valores similares entre ellos y con respecto al testigo.

Figura 3

Porcentaje de incidencia de Phytophthora infestans en los frutos de tomate tipo pera.



Nota. Días Después de Trasplante: DDT. DDT 84 (azul). DDT 91 (rojo). DDT 98 (verde). DDT 105 (morado). DDT 112(celeste).

Según Cardona Piedrahita et al. (2016), en sistemas de producción a campo abierto, siempre presentarán porcentajes de incidencia más altos que en otros sistemas de producción con protección. Esto se debe a la capacidad del oomiceto de poder esparcir sus zoosporas por medio del agua y el viento y así aumentar su radio de infección. Debido a los eventos climatológicos (Huracanes ETA e IOTA) que ocurrieron en las etapas vegetativas y de desarrollo, estos dieron las condiciones favorables para el desarrollo óptimo de la enfermedad.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Ngaufe y Kugedera (2019), demostrando que con el uso de extractos botánicos (ajo y ají) se logró reducir la incidencia de enfermedades fúngicas (*Alternaria solani*) en el cultivo de tomate. Aamir M et al. (2019), demostraron

que con el uso de bioestimulantes microbianos (*Trichoderma erinaceum*) en un cultivo de tomate inoculado con *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, se presentó la síntesis y acumulación del factor de transcripción WRKY, que es una proteína que se une al ADN, relacionada a los mecanismos de defensa de la planta. Islman et al. (2013), reportaron que el té de compost (alto contenido de ácidos fúlvicos) en aplicaciones foliar en los cultivos de papa y tomate es una excelente alternativa para el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*), donde se logra un control eficiente con mayor rentabilidad, sin embargo, los autores plantean que se debería de evaluar con una amplia gama de patógenos y en otros cultivos para poder realizar comparaciones con otros bioestimulantes que logren controlar enfermedades en plantas. Mulugeta et al. (2020), afirman que con el uso de bioestimulantes a base de extractos botánicos y otros, poseen un modo de acción fungistáticos o fungicidas que crean un entorno desfavorable para que el patógeno crezca o se reproduzca; mencionando que es posible controlar *Phytophthora infestans* y otras enfermedades fúngicas en los cultivos de papa y tomate reduciendo el uso de fungicidas convencionales.

Efectos de Bioestimulantes en la Nutrición del Tomate

En el cuadro 4 se puede observar el efecto de los bioestimulantes estudiados sobre el contenido de varios nutrientes en las hojas de tomate a los 70 días después del trasplante (DDT). De esta manera se observa que no se detectó ningún efecto de los bioestimulantes en el contenido de los nutrientes Nitrógeno (N), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn) y Zinc (Zn). Por otra parte, se encontraron efectos significativos en el contenido de los nutrientes Potasio (K) y el micronutriente Hierro (Fe). En el macroelemento Potasio se encontraron valores superiores cuando se usó los bioestimulantes Sustancias Húmicas y Aminoácidos a 6 mL L⁻¹ (SH2) aplicado solo y cuando se aplicó SH1 (3 mL L⁻¹) en combinación con caolinita al 5%. En referencia con los contenidos de Fe se detectaron valores superiores de este elemento cuando se aplicaron los tratamientos de SH1 en combinación con caolinita y ácido salicílico y los tratamientos de SH1 mas caolinita y SH1 solo. Esto se corrobora con Carletti et al. (2021), quienes mencionan que ciertos bioestimulantes, tales como los ácidos húmicos son capaces de promover una mejor absorción de

nutrientes, mejorar la interacción con otros individuos y minimizar el efecto negativo del estrés biótico.

Cuadro 4

Efecto de los bioestimulantes en la calidad nutricional de la planta a los 70 DDT.

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1)	4.9	0.3	3.05b	1.99	0.21	12	117abc	62	11
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2)	4.82	0.31	3.70a	1.95	0.16	12	104bcd	78	12
SH1 + Caolinita	4.88	0.31	3.71a	1.59	0.16	12	125ab	83	19
SH1 + Caolinita + Ácido Salicílico	4.8	0.32	3.26b	2.02	0.21	13	139a	88	13
Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK)	4.76	0.3	3.18 b	1.88	0.22	12	94 cd	79	12
Testigo (sin bioestimulantes)	4.65	0.32	2.97b	1.92	0.18	12	86d	76	15
Promedio	4.8	0.31	3.31	1.89	0.19	12.3	111	78	13
Significancia	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns
R ²	0.26	0.07	0.65	0.2	0.7	0.49	0.63	0.35	0.28
Coefficiente de variación (%)	7	14	9	25	29	8	16	18	41

Nota. ns: no significativo. *: significativo. **: altamente significativo. Los valores de N, P, K, Ca, Mg están expresados en % y los valores de

Cu, Fe, Mn, Zn están expresados en ppm.

Al igual que el caso que se presentó con Terry Alfonso et al. (2018), la aplicación de bioestimulantes (aminoácidos, oligosacáridos, bases nitrogenadas y polisacáridos) y biofertilizantes (extracto a base de hongos micorrízicos arbusculares y abonos orgánicos) representa una importante diferencia nutricional a plantas a las cuales no se les ha aplicado. Se muestra una absorción de nutrientes por parte de las plantas debido a la exposición de estos bioestimulantes, que permiten el desarrollo pleno de sus frutos.

En los estudios realizados por Djurović et al. (2016); Ćosić et al. (2018), en el cultivo de tomate demostraron que con la aplicación de caolinita al 5%, influye en la regulación de la temperatura de dosel mediante la reflexión de los rayos solares, promueve la tolerancia a sequías y salinidad. Si bien la caolinita no influyó directamente en los mecanismos de absorción de nutrientes, permitió una mejor regulación osmótica, lo que pudo promover la absorción de nutrientes.

En la investigación realizada por Tucuch Haas et al. (2015), se demostró en el cultivo de trigo que el ácido salicílico fomenta significativamente las variables de altura de planta , peso de fruto y elongación de raíces. Zhang y Li (2019), reportan que el ácido salicílico es una hormona clave en diferentes aspectos de inmunidad en las plantas; también menciona que esta hormona es encargada de la expresión de los genes de resistencia y tiene un papel importante en la formación de una microbiota saludable en las raíces. Según Shah Jahan et al. (2019), otra de las funciones del ácido salicílico es la regulación de la temperatura , el incremento de la tasa fotosintética y regula el sistema de defensa antioxidante mediante el alivio del estrés oxidativo. Se infiere que a mayor biomasa de raíces y mayor diversidad microbiana, las plantas son capaces de absorber nutrientes de manera óptima.

Efecto de los Bioestimulantes en Diferentes Variables Postcosecha

En el cuadro 5 se puede observar diferentes variables postcosechas estudiadas en la última cosecha a los 112 días después de trasplante (DDT). De esta manera se observa que no se detectó efecto significativo de los bioestimulantes estudiados en las variables de diámetro polar, diámetro ecuatorial, área superficial, materia seca y grados Brix con respecto al testigo. En referencia no se encontraron efectos positivos de la aplicación de los bioestimulantes aplicados.

Estos resultados concuerdan con el estudio de Ucan Tucuch (2019), donde el uso de bioestimulantes (lixiviados de vermicompost y extractos vegetales) no reporta significancia estadística en cuanto a diámetro polar del fruto de pepino. Los bioestimulantes no representan un suficiente aporte para que pueda existir un resultado confortante debido a las bajas dosis en estos se aplican.

Los resultados son similares a los de Ordóñez Salinas (2019), quienes trabajando con el cultivo de tomate encontraron que en el diámetro ecuatorial promedio de los frutos no se detectó resultados significativos con los tratamientos de bioestimulantes (micronutrientes). Por otra parte, Caruso et al. (2019), reportaron que no existe efectos con el uso de bioestimulantes a base de extractos vegetales

(aminoácidos, pectinas, carbohidratos, elementos minerales y vitaminas) en las variables de materia seca y grados Brix de frutos de tomate.

Cuadro 5

Efecto de los bioestimulantes en diferentes variables postcosecha de tomate tipo pera en el Valle de Yeguaré, Zamorano. Honduras.

Tratamiento	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	Área superficial	Materia Seca	Grados Brix
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH1)	71.03ab	52.51ab	6779.3ab	4.32b	4.01
Sustancias Húmicas y Aminoácidos (SH2)	69.48b	50.10b	6305.1b	4.96ab	3.85
SH1 + Caolinita	71.14ab	54.72ab	7262.5ab	5.47a	3.97
SH1 + Caolinita + Ácido Salicílico	67.64b	49.51b	6180.5b	5.30a	3.99
Ácidos Fúlvicos enriquecidos con Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK)	74.89a	56.97a	7670.5a	4.96ab	3.91
Testigo (sin bioestimulantes)	75.21a	57.33a	7779.9a	5.58a	4.21
Promedio	72	54	6996	5	4
Significancia	*	*	*	*	ns
R2	0.61	0.58	0.59	0.43	0.1
Coefficiente de variación (%)	8.18	13.22	20.12	19.92	10.65

Nota. ns: no significante. *: significativo. **: altamente significativo

Conclusiones

La aplicación foliar de bioestimulantes como sustancias húmicas y aminoácidos en dosis bajas (3 mL L⁻¹ principalmente) influyeron incrementando el número de frutos, los rendimientos y en la absorción de los elementos K⁺ y Fe⁺.

El uso integrado de las sustancias húmicas y aminoácidos con otros bioestimulantes como caolinita y ácido salicílico promueve un aumento en el número de frutos, rendimientos (t/ha) y la absorción de los elementos K⁺ y Fe⁺.

Las variables postcosecha (diámetro ecuatorial, diámetro polar, área superficial, materia seca y grados Brix) no fueron influenciadas significativamente por los bioestimulantes estudiados.

El porcentaje de infestación de *Phytophthora infestans* en los frutos de tomate durante todas las fechas de cosecha, presentó porcentajes menores de infestación cuando se aplicó el tratamiento de Sustancias húmicas y aminoácidos en dosis de 3 mL L⁻¹.

Recomendaciones

En próximos estudios se podría evaluar el efecto aplicando bioestimulantes en diferentes etapas del cultivo de tomate, realizar investigaciones aplicando bioestimulantes en semillas y en la etapa de plántulas; y realizar investigaciones integrando el ácido salicílico en tratamientos a diferentes dosis y combinado con ácidos fúlvicos.

Se recomienda establecer de nuevo el experimento debido a los eventos climatológicos que sucedieron afectando significativamente los resultados obtenidos durante la etapa de cultivo, se sugiere tomar en cuenta las condiciones climatológicas presente en ciclo de cultivo, optando así la siembra en época seca o en ambientes controlados. Se recomienda también, realizar análisis foliares y al fruto en las diferentes fechas de cosecha.

Referencias

- Aamir M, Kashyap SP, Zehra A, Dubey MK, Singh VK, Ansari WA, Upadhyay RS, Singh S. 2019. *Trichoderma erinaceum* Bio-Priming Modulates the WRKYs Defense Programming in Tomato Against the *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol) Challenged Condition. *Front Plant Sci*; [consultado el 6 de jun. de 2021]. 10:1–21. eng. doi:10.3389/fpls.2019.00911.
- Abou Chehade L, Al Chami Z, Pascali SA de, Cavoski I, Fanizzi FP. 2018. Biostimulants from food processing by-products: agronomic, quality and metabolic impacts on organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *J Sci Food Agric*; [consultado el 25 de may. de 2021]. 98(4):1426–1436. eng. doi:10.1002/jsfa.8610.
- Agudelo DA, Polanco Puerta MF. 2019. Evaluación del bioestimulante foliar (bioagro triple a) en la producción de tomate tipo chonto (*lycopersicum sculentum* mill) en dos ambientes de cultivo. *Agricolae. Habitat*; [consultado el 28 de may. de 2021]. 2(2). doi:10.22490/26653176.3423.
- Brown P, Saa S. 2015. Biostimulants in agriculture. *Front Plant Sci*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 6:671. eng. doi:10.3389/fpls.2015.00671.
- Cardona Piedrahita LF, Castaño Zapata J, Ceballos Aguirre N. 2016. Epidemiología del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) en quince introducciones de tomate silvestre. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 19(1):45–54. doi:10.31910/rudca.v19.n1.2016.109.
- Carletti P, Calderín García A, Silva CA, Merchant A. 2021. Editorial: Towards a Functional Characterization of Plant Biostimulants. *Front Plant Sci*; [consultado 24.05.21]. 12:677772. eng. doi:10.3389/fpls.2021.677772.
- Caruso G, Pascale S de, Cozzolino E, Cuciniello A, Cenvinzo V, Bonini P, Colla G, Roupheal Y. 2019. Yield and Nutritional Quality of Vesuvian Piennolo Tomato PDO as Affected by Farming System and Biostimulant Application. *Agronomy*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 9(9):505. doi:10.3390/agronomy9090505.
- Contreras-Liza SE, Huamán-Tasa D, Noriega-Cordova HW. 2017. Efecto del ácido acetil salicílico sobre el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *RALAP*; [consultado el 2 de mar. de 2021]. 21(2):15–24. doi:10.37066/ralap.v21i2.276.
- Ćosić M, Stričević R, Djurović N, Lipovac A, Bogdan I, Pavlović M. 2018. Effects of irrigation regime and application of kaolin on canopy temperatures of sweet pepper and tomato. *Scientia Horticulturae*; [consultado el 28 de may. de 2021]. 238:23–31. doi:10.1016/j.scienta.2018.04.035.
- Djurović N, Ćosić M, Stričević R, Savić S, Domazet M. 2016. Effect of irrigation regime and application of kaolin on yield, quality and water use efficiency of tomato. *Scientia Horticulturae*; [consultado el 28 de may. de 2021]. 201:271–278. doi:10.1016/j.scienta.2016.02.017.
- Islman R Md., Mondal C, Hossain I, Bahadur Meah M. 2013. Organic management: an alternative to control late blight of potato and tomato caused by *Phytophthora infestans*. *International Journal of Theoretical & Applied Sciences*. 5(2):32–42.
- Larín MA, Díaz LA, de Serrano RF. 2018. Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal; [consultado el 29 de mar. de 2021]. http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf.

- Morales Guevara D, Rodríguez Larramendi L, Dell'Amico Rodríguez J, Jerez Mompie E, Estrada Prado W. 2018. Efecto de dos bioestimulantes y hongos micorrízicos en plantas de tomate sembradas a altas temperaturas. *Cultivos tropicales*; [consultado el 25 de may. de 2021]. 39(3):41–48. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n3/ctr06318.pdf>.
- Mulugeta T, Muhinyuza J-B, Gouws-Meyer R, Matsaunyane L, Andreasson E, Alexandersson E. 2020. Botanicals and plant strengtheners for potato and tomato cultivation in Africa. *Journal of Integrative Agriculture*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 19(2):406–427. doi:10.1016/S2095-3119(19)62703-6.
- Ngaufe B, Kugedera AT. 2019. Assessing Effects of Using Different Concentrations of Garlic and Chilli Extracts to Control Blights in Tomatoes. *International Journal of Food & Nutrition*; [consultado el 16 de feb. de 2021]. 3(1):19–26. https://www.researchgate.net/publication/334416566_Assessing_Effects_of_Using_Different_Concentrations_of_Garlic_and_Chilli_Extracts_to_Control_Blights_in_Tomatoes.
- Ordóñez Salinas FS. 2019. “Evaluación de un bioestimulante comercial en el rendimiento y desarrollo del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Fortuna bajo condiciones de invernadero en la provincia del Azuay”; [consultado el 26 de may. de 2021]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33721/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>.
- Rajabi Hamedani S, Roupheal Y, Colla G, Colantoni A, Cardarelli M. 2020. Biostimulants as a Tool for Improving Environmental Sustainability of Greenhouse Vegetable Crops. *Sustainability*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 12(12):5101. doi:10.3390/su12125101.
- Rivas-García T, Gonzalez-Gomez LG, Boicet-Fabré T, Jiménez-Arteaga MC, Falcón-Rodríguez AB, Terrero-Soler JC. 2021. Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano. *Terra*; [consultado el 31 de mar. de 2021]. 39:1–9. doi:10.28940/terra.v39i0.796.
- Rodríguez Reyes RC, Figueredo Villaverde J, González Paneque OS. 2013. Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. “Amalia”. *Centro Agrícola*; [consultado el 22 de may. de 2021]. 40(2):79–84.
- Roupheal Y, Colla G. 2020. Editorial: Biostimulants in Agriculture. *Front Plant Sci*; [consultado el 1 de jun. de 2021]. 11:40. eng. doi:10.3389/fpls.2020.00040.
- Shah Jahan M, Wang Y, Shu S, Zhong M, Chen Z, Wu J, Sun J, Guo S. 2019. Exogenous salicylic acid increases the heat tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L) by enhancing photosynthesis efficiency and improving antioxidant defense system through scavenging of reactive oxygen species. *Scientia Horticulturae*; [consultado el 28 de may. de 2021]. 247:421–429. doi:10.1016/j.scienta.2018.12.047.
- Souza Campos T, Dos Santos Souza W, De Oliveiro Junior VD. 2020. Uso de bioestimulantes no incremento da produtividade de grãos; [consultado el 16 de feb. de 2021]. 11(1):9–15. https://www.researchgate.net/publication/339800748_USO_DE_BIOESTIMULANTES_NO_INCREMENTO_DA_PRODUTIVIDADE_DE_GRAOS.
- Terry Alfonso E, Ruiz Padrón J, Carillo Soso Y. 2018. Efecto de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad de frutos de tomate. *Mesoam. Agron*; [consultado el 26 de may. de 2021]. 29(2):389. doi:10.15517/ma.v29i2.28889.

- Tucuch Haas CJ, Alcántar González G, Larqué Saavedra A. 2015. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. *Terra*; [consultado el 28 de may. de 2021]. 33(1):63–68. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v33n1/2395-8030-tl-33-01-00063.pdf>.
- Ucan Tucuch O. 2019. Efecto de tres bioestimulantes sobre la producción de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero en Saltillo, Coahuila. [sin lugar]: Universidad Autónoma Agraria; [consultado el 26 de may. de 2021]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/46152/K%2066082%20Ucan%20Tucuch%2C%20Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Valverde-Lucio Y, Moreno-Quinto J, Quijije-Quiroz K, Castro-Landín A, Merchán-García W, Gabriel-Ortega L. 2020. Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). *J. Selva Andina Res. Soc*; [consultado el 16 de feb. de 2021]. 11(1):18–28. doi:10.36610/j.jsars.2020.110100018.
- Veobides Amador H, Guridi Izquierdo F, Vázquez Padrón V. 2018. Las Sustancias Humicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos tropicales*; [consultado el 22 de may. de 2021]. 39(4):102–109.
- Villegas Espinoza JA, Reyes Pérez JJ, Nieto Garibay A, Ruiz Espinoza FH, Cruz Falcón A, Murillo Amador B. 2018. Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum* (L.) cultivado en suelos ligeramente salinos. *Remexca*; [consultado el 10 de may. de 2021]. (20).
- Zhang Y, Li X. 2019. Salicylic acid: biosynthesis, perception, and contributions to plant immunity. *Curr Opin Plant Biol*; [consultado el 29 de may. de 2021]. 50:29–36. eng. doi:10.1016/j.pbi.2019.02.004.


Anexo B

Insumos utilizados en la producción del cultivo de tomate tipo pera (saladette).


Insumos (Pesticidas, Fertilizantes y otros)	
Bactericidas:	Kasumin, Mega Cobre.
Fungicidas:	Amistar, Buster, Cuprofix, Daconil, Infinito 68.75%, Luna Experience, Opus, Prevalor 84, Serenade, Silvacur 30 Ec, Tiromex, Trichozan.
Nematicidas:	Verango, Pazam, Tagelis.
Insecticidas:	Curyom, Decis 10 Ec Litro, DIPEL, EXALT 6 C. 500mL, Foramil, Muralla Delta, ProtecsoL, Regent, Danitol.
Herbicidas:	Paraquat (Envase 5 Lts), Round Up Max, Select, Sencor, Whip.
Fertilizantes:	hidrosolubles orgánicos: Humek.
Fertilizantes de uso Foliar:	20-20-20, Cator, Mega Boro 1LT SAMPOLK.
Adherente:	Mega pega SAMPOLK.

Anexo C

Análisis foliar del cultivo de tomate tipo pera (saladette) a los 70 DDT.

	LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			LSZ-F10708-1	
	INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL			Versión	V02
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025					
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Página	Informe N°	
ECASA/Fabrizio Pilco	2020-11-17	2020-11-29	1 de 2	2020-222	
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Procedencia de la muestra		
EAP, Zamorano	2020-17	Tomate	Zona 3, Lote 13, EAP		

Código Interno	Muestra	g/100 g (%)					mg/Kg				
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
20-T-2574	1 I	4.53	0.26	3.04	1.24	0.06	13	136	74	8	
20-T-2575	1 II	5.11	0.29	3.03	2.33	0.29	12	83	60	14	
20-T-2576	1 III	4.56	0.27	2.85	1.85	0.24	11	122	59	12	
20-T-2577	1 IV	5.39	0.37	3.28	2.55	0.24	12	126	56	10	
20-T-2578	2 I	4.54	0.29	3.25	1.75	0.07	11	93	64	7	
20-T-2579	2 II	4.34	0.32	3.75	2.44	0.20	14	103	100	10	
20-T-2580	2 III	5.21	0.29	3.64	1.72	0.18	12	92	77	16	
20-T-2581	2 IV	5.17	0.32	4.17	1.88	0.19	12	129	71	13	
20-T-2582	3 I	4.51	0.36	3.94	2.06	0.06	13	154	98	31	
20-T-2583	3 II	4.41	0.27	3.49	0.72	0.13	14	123	72	10	
20-T-2584	3 III	5.32	0.30	3.97	1.57	0.23	12	124	81	11	
20-T-2585	3 IV	5.27	0.29	3.44	2.01	0.20	10	99	80	23	
20-T-2586	4 I	5.02	0.30	3.31	2.55	0.09	14	114	69	7	
20-T-2587	4 II	4.76	0.30	3.34	1.88	0.26	13	130	76	17	
20-T-2588	4 III	4.78	0.38	2.98	1.65	0.26	14	162	114	14	
20-T-2589	4 IV	4.64	0.29	3.41	1.98	0.21	12	151	93	13	
20-T-2590	5 I	5.00	0.34	3.36	2.17	0.12	13	99	87	11	
20-T-2591	5 II	4.71	0.28	3.18	1.69	0.19	12	94	73	13	
20-T-2592	5 III	4.49	0.30	2.71	1.32	0.26	12	94	87	12	
20-T-2593	5 IV	4.83	0.29	3.45	2.33	0.30	11	90	67	10	
20-T-2594	6 I	4.80	0.31	3.24	1.85	0.11	13	93	72	18	
20-T-2595	6 II	4.40	0.38	2.91	2.13	0.31	13	83	86	15	

	LABORATORIO DE SUELOS ZAMORANO			LSZ-F10708-1	
	INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL			Versión	V02
Sistema de Gestión de Calidad ISO 17025					
Solicitante	Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Página	Informe N°	
ECASA/Fabrizio Pilco	2020-11-17	2020-11-29	2 de 2	2020-222	
Dirección del cliente	N° Lote de Análisis	Cultivo	Procedencia de la muestra		
EAP, Zamorano	2020-17	Tomate	Zona 3, Lote 13, EAP		

Código Interno	Muestra	g/100 g (%)					mg/Kg				
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
20-T-2596	6 III	4.81	0.27	3.03	2.15	0.23	11	83	65	16	
20-T-2597	6 IV	4.59	0.32	2.70	1.55	0.08	12	84	79	10	

Metodos: N: AOAC 2001.11.K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinados por Absorcion atomica. P: Digestion humeda con H2SO4 y H2O2, determinado por espectrofotometria (colorimetria).

El laboratorio no se hace responsable por el estado de la muestra al ingresar a nuestras instalaciones. Los resultados se relacionan solo con las muestras recibidas. El laboratorio se exonera de responsabilidad por reproducción parcial o total del informe, o el uso que pueda darsele. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis.