

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**BIESTIMULACION BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE
TOMATE**

POR

FERNANDO JOSE SOSA AVILEZ

INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



CATACMAS

OLANCHO

AGOSTO, 2025

**BIESTIMULACION BIOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE
TOMATE**

POR

FERNANDO JOSE SOSA AVILEZ

P.hD SANTIAGO MARADIAGA

Asesor principal

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

CATACMAS

OLANCHO

AGOSTO, 2025

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la fortaleza, salud y sabiduría para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi padre, **Héctor Fernando Sosa**, y a mi madre, **Yadira Avilés**, por su amor incondicional, sacrificio y por ser el motor que me impulsó a no rendirme.

A mi abuelo, también **Héctor Fernando Sosa**, por su ejemplo de trabajo, constancia y sabiduría, que han sido guía en cada decisión.

A mi querida **Mami Julia Herrera**, por su ternura, sus palabras de aliento y su apoyo incondicional en todo momento.

A mi novia, **Gabriela Colindres**, por su paciencia, amor y compañía a lo largo de este proceso.

Y a mi mejor amigo, **Ever Solórzano**, por su amistad sincera, por compartir conmigo cada logro, cada reto, y por estar siempre presente.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a **Dios**, por haberme guiado y fortalecido en cada paso de mi formación profesional.

A la **Universidad Nacional de Agricultura (UNAG)**, por abrirme las puertas del conocimiento, brindarme una formación integral y ser el espacio donde crecí como profesional y como ser humano. Gracias a todos los docentes y personal administrativo por su compromiso y vocación de servicio.

A la empresa **AGRINOISIS**, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi Práctica Profesional Supervisada en un entorno real de producción agrícola. Su confianza, acompañamiento y disposición fueron clave para aplicar y fortalecer los conocimientos adquiridos durante mi carrera.

Al **PhD. Santiago Maradiaga**, mi asesor principal, **M.Sc. Alex López**, mi asesor secundario 1 y **M.Sc. Jorge Medina**, mi asesor secundario 2, por su orientación, experiencia y consejos durante el desarrollo de este trabajo. Su acompañamiento fue fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

Al equipo técnico y colaboradores de la empresa, por compartir conmigo su experiencia en el campo, por el compañerismo y por ayudarme a resolver cada desafío con responsabilidad y profesionalismo.

Finalmente, agradezco a mi familia, amigos y todas aquellas personas que, directa o indirectamente, formaron parte de este proceso y contribuyeron a la culminación de esta importante etapa de mi vida.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	12
I. INTRODUCCION.....	13
II. OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
III. MARCO TEORICO	16
3.1 Generalidades del tomate.....	16
3.2 Bioestimulación biológica en el cultivo de tomate.....	16
3.2.1 Clasificación	17
3.2.1.1 Ácidos húmicos	17
3.2.1.2 Ácidos Fúlvicos	17
3.2.1.3 Aminoácidos	18
3.2.1.4 Extractos de algas marinas	18
3.2.1.5 Quitosano.....	18
3.2.1.6 Microorganismos Benéficos (MB)	19

3.3	Artículos de investigaciones sobre bioestimulación.....	19
3.4	Bioestimulantes a utilizar	20
IV.	MATERIALES Y METODOS	23
4.1	Descripción del lugar.....	23
4.2	Materiales y Equipo.....	23
4.3	Desarrollo y ejecución de actividades	24
4.3.1	Etapa I. Diagnóstico inicial	25
4.3.2	Etapa II: Manejo del cultivo	25
4.3.2.1	Aplicación de Bioestimulantes	28
4.3.3.	Variables Evaluadas.....	29
4.3.3	Conteo de Floración y racimos.....	29
4.2.2.3.1	Fórmulas para el cálculo del rendimiento.....	30
4.3.3.1	Estimar una relación beneficio costo en el uso de los bioestimulantes. ...	30
4.3.3.1.1	Formula relación beneficio costo	31
V.	RESULTADO Y DISCUSION	32
5.1	Conocer el beneficio de la bioestimulación biológica en el crecimiento, floración y fructificación del tomate en condiciones de campo en Danlí.....	32
5.1.1	Evaluación de floración (0)	32
5.1.2	Evaluación de Floración (7)	34
5.1.3	Evaluación del llenado de fruto 1	37
5.1.4	Evaluación del llenado fruto 2.....	39
5.2	Comparar el rendimiento y la calidad del tomate producido con y sin la aplicación de bioestimulantes biológicos.....	41
5.2.1	Tamaño de fruto.....	41
5.2.2	Peso promedio de frutos del tomate	42

5.2.3	Frutos por planta.....	44
5.2.3.1	Cálculo de rendimiento.....	46
5.2.4	Estimar una relación beneficio costo en el uso de los bioestimulantes. UNA	
	47	
	TABLA QUE LLEVE COSTO DE CADA SISTEMA E INGRESOS	47
VI.	CONCLUSIONES.....	48
VII.	RECOMENDACIONES	49
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	50
IX.	ANEXOS.....	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Forma de aplicación y función del bioestimulantes	24
Tabla 2 Tratamientos aplicados en el cultivo de tomate (Variedad Paraíso F1)	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 3 Muestreos realizados en el cultivo de tomate (Var. Paraíso F1).....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Promedio global de flores y racimos por tratamiento (Floración 0).....	33
Tabla 5 Resultados Prueba T Con Significancia - Floración 7	35
Tabla 6 Prueba de T en Cuaje 1	37
Tabla 7 Tabla comparativa de Prueba de T para flores y racimo del cuaje 2	39
Tabla 8 Comparación del tamaño promedio de frutos (mm) entre tratamiento Testigo y Besular.	41
Tabla 9 Resultados de la prueba de T para la comparación del peso promedio de frutos de tomate entre el tratamiento Besular y el testigo	43
Tabla 10 Promedio de frutos por planta y prueba de T comparando Testigo vs bioestimulante Besular	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del lugar de practica en campo.....	23
Figura 2 Comparación del número de flores y racimos por tratamiento en la etapa de Floración 7 del tomate (Var. Paraíso F1)	36
Figura 3 Comparación de frutos y racimos de Testigo vs. Besular en Cuaje 1	38
Figura 4 Comparación De Promedios: Testigo Vs TB (Frutos y Racimos)	40
Figura 5 Comparación entre el tratamiento Testigo y Besular para el tamaño promedio del fruto en mm.	42
Figura 6 Peso promedio de frutos de tomate (g) en Testigo y Besular.	44
Figura 7 Comparación del número promedio de frutos por planta entre tratamientos (Testigo vs Besular)	46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Surco 2 del ensayo	55
Anexo 2 Toma de datos en muestreo	55
Anexo 3 Medición de variable tamaño del tomate	56
Anexo 4 Surcos de ensayo.....	56
Anexo 5 Aplicación del bioestimulantes	56
Anexo 6 Bioestimulantes Besular	57
Anexo 7 Aplicación de bioestimulantes	57
Anexo 8 Cuajado de fruto.....	57
Anexo 9 Toma de datos de variables	58
Anexo 10 Llenado de frutos	58
Anexo 11 Etapa floración	58
Anexo 12 Etapa de plantación	59
Anexo 13 Resultados obtenidos	59
Anexo 14 Muestreo de flores y racimos.....	59

Sosa Avilez, FJ. Bioestimulación biológica y su relación con la producción de tomate. Práctica Profesional Supervisada. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. 61 p.

RESUMEN

El presente informe final de Práctica Profesional Supervisada se desarrolló en la empresa AGRINOYSIS, ubicada en Danlí, El Paraíso, con el objetivo de evaluar el impacto de la bioestimulación biológica en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Paraíso F1. El trabajo fue establecido en dos parcelas, la primera con el uso de bioestimulantes, la segunda con el manejo del cliente. Se compararon dos tratamientos: un manejo convencional con el producto comercial y un manejo con los bioestimulantes aplicados en etapas críticas de floración y cuajado. Los datos obtenidos se analizaron mediante pruebas estadísticas T, utilizando el programa InfoStat. La investigación contempló variables como número de flores, racimos, frutos por planta, peso y tamaño de fruto, además del análisis económico mediante la relación beneficio/costo. Los resultados demostraron que la bioestimulación incrementó significativamente la floración y cuajado, alcanzando un 143 % más flores y un 121 % más racimos en comparación con el testigo. Asimismo, registró un aumento de 10.59 mm en diámetro y 11.67 g en el peso promedio de los frutos, mejorando la calidad comercial del tomate. El rendimiento total fue superior con bioestimulantes, alcanzando una utilidad adicional de aproximadamente L 542,158 por manzana frente al tratamiento convencional. La relación beneficio/costo también reflejó una mayor rentabilidad, con un valor de 5.55 para el tratamiento con bioestimulantes frente a 4.63 del testigo, confirmando que la bioestimulación es una estrategia viable y económicamente rentable para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de tomate en la región.

Palabras clave: Bioestimulación, tomate, rendimiento, beneficio/costo, calidad

I. INTRODUCCION

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) representa una actividad agrícola de alta relevancia en Honduras, tanto para el abastecimiento del mercado nacional como para la generación de ingresos a través de su comercialización en mercados internacionales. En el municipio de Danlí, departamento de El Paraíso, el tomate se posiciona como uno de los principales rubros productivos (DICTA, 2015). Según reportes de (DICTA, 2015), en esta región se cultivan aproximadamente 189 hectáreas de tomate al año, evidenciando su importancia económica y social para los productores locales. A pesar de su relevancia, los productores enfrentan diversas problemáticas relacionadas con el rendimiento y la calidad del cultivo, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles orientadas a optimizar la producción.

Uno de los enfoques más innovadores es la bioestimulación biológica, una técnica que emplea microorganismos benéficos y compuestos naturales para fortalecer el crecimiento vegetal. Su aplicación en el cultivo de tomate ha demostrado mejorar la absorción de nutrientes, aumentar la resistencia a factores de estrés y optimizar la producción sin depender excesivamente de agroquímicos (Humagro, 2022).

De acuerdo con (Humagro, 2022), la bioestimulación con ácidos húmicos y otros bioestimulantes orgánicos mejora la absorción de nutrientes y refuerza las defensas del tomate contra plagas y enfermedades. Estudios de Humagro señalan que su uso puede incrementar la producción en un 19 % y el peso de cada fruto en un 24 %.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue conocer el impacto de la bioestimulación biológica en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) analizando su influencia en el rendimiento, calidad y resistencia del cultivo en Danlí, El Paraíso, Honduras.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Conocer el impacto de la bioestimulación biológica en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*) analizando su influencia en el rendimiento, calidad y resistencia del cultivo en Danlí, El Paraíso, Honduras.

2.2 Objetivos específicos

Conocer el beneficio de la bioestimulación biológica en el crecimiento, floración y llenado de fruto del tomate en condiciones de campo en Danlí.

Comparar el rendimiento y la calidad del tomate producido con y sin la aplicación de bioestimulantes biológicos.

Estimar una relación beneficio costo en el uso de los bioestimulantes.

III. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades del tomate

El tomate es una planta originaria de la planicie costera occidental de América del Sur. Fue introducido por primera vez en Europa a mediados del siglo XVI; a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su industrialización y la diferenciación de las variedades para mesa y para industria.

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) El tomate es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas a nivel mundial. Su importancia radica en su alto valor nutricional, ya que es una fuente rica en vitaminas A y C, minerales y antioxidantes. Se adapta a diferentes condiciones agroclimáticas, aunque su óptimo desarrollo se da en climas cálidos y con buena disponibilidad de agua (FAO, 2020).

3.2 Bioestimulación biológica en el cultivo de tomate

En agricultura, los bioestimulantes se definen como aquellos productos que son capaces de incrementar el desarrollo, producción y/o crecimiento de los vegetales. Se emplean para incrementar su calidad activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el estrés (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros) (Granados 2015).

Trabajan tanto fuera como dentro de la planta, aumentando la disponibilidad de nutrientes, mejorando la estructura y fertilidad de los suelos, como también incrementando la velocidad,

la eficiencia metabólica y fotosintética. Adicionalmente, mejoran la cantidad de antioxidantes (Granados 2015).

3.2.1 Clasificación

Vega (2022) menciona que debido a la repentina expectativa aún no existe una clasificación determinada a nivel mundial acerca de los bioestimulantes, a pesar de ello, algunos investigadores han realizado una clasificación general:

3.2.1.1 Ácidos húmicos

Están constituidos por residuos orgánicos de la rizosfera, son el resultado de la putrefacción de los restos vegetales, animales, organismos microscópicos y de la actividad metabólica de estos últimos, todos estos componentes están presentes en el suelo. Los ácidos húmicos son una agrupación de todos estos compuestos y han sido clasificados en ácidos húmicos y fúlvicos dependiendo de su valor molecular y la rapidez de solubilidad.

3.2.1.2 Ácidos Fúlvicos

El ácido fúlvico es la parte más activa del humus, es soluble en medio ácido, neutro y alcalino, a diferencia del ácido húmico que no es soluble en pH ácido. Esto ocasiona, por ejemplo, que el calcio se precipite en presencia de ácido húmico, mientras que se mantiene en solución, en presencia de ácido fúlvico. El ácido fúlvico es un producto que estimula el crecimiento de las plantas, aumentando su vigor, estimula la absorción y promueve la penetración y transporte activo de los nutrientes a nivel membrana fundamental de células foliares y

radiculares, actúa como promotor de crecimiento vegetal y agente quelatante (MydAgro soluciones 2000).

3.2.1.3 Aminoácidos

Son el resultado del desdoblamiento de una molécula a partir del agua o enzimas de proteínas que fueron parte de un producto agroindustrial de origen vegetal como también pudo haber sido animal. Habitualmente son mezclas, sin embargo, hay ocasiones que son elementos purificados. Existen otros compuestos nitrogenados que también pertenecen a los bioestimulantes, estos contienen betaínas, poliaminas y aminoácidos sin proteínas. (García, 2021)

3.2.1.4 Extractos de algas marinas

La utilización de algas marinas es una práctica que se ha llevado a cabo desde muchos años atrás, sin embargo, la influencia de esta materia orgánica sobre la estimulación de las plantas ha sido detectada recientemente. Por lo que las casas comerciales desarrollan productos a base de extractos de algas para su comercialización, también se han añadido otros elementos puros, provenientes de las algas pardas como laminarina, alginato y carragenina, ya que son compuestos que intervienen en la estimulación del desarrollo vegetal y poseen otros nutrientes y hormonas.

3.2.1.5 Quitosano

Es el resultado de la supresión de grupos acetyl de la quitina, que ha sido generado industrial o naturalmente. Estas sustancias que tienen diferentes tamaños han sido empleados en la industria alimentaria, cosmética, medicinal y hace poco en el sector agrícola. Estos tienen la

facilidad de agruparse a los compuestos celulares como membranas e incluso al ADN de las plantas, por lo que generan excelentes efectos fisiológicos y perfeccionan la inmunidad de las plantas a posibles ataques de patógenos o situaciones de estrés. (Tejena, 2022)

3.2.1.6 Microorganismos Benéficos (MB)

Los MB se encuentran en la rizosfera y han demostrado poseer varios efectos positivos en el crecimiento de las plantas, incluyendo: control de patógenos, incremento en la tolerancia de las sales; Incremento en la resistencia a los metales pesados, incremento en el crecimiento y la producción y el mejoramiento en la nutrición de las plantas (Baashan et al. 2005).

3.3 Artículos de investigaciones sobre bioestimulación

Uso de bioestimulantes en la producción de tomate tipo pera en clima cálido tropical

Este estudio evaluó el efecto de diferentes bioestimulantes en plantas de tomate sometidas a estrés hídrico. Los resultados indicaron que la aplicación de estas sustancias mejoró la eficiencia en la absorción y asimilación de nutrientes, aumentando la tolerancia al estrés y los rendimientos del cultivo Zamorano (2021).

Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés

ambiental Este artículo revisa el papel de las sustancias húmicas como bioestimulantes en plantas sometidas a estrés abiótico. Se destaca que estas sustancias pueden estimular el crecimiento vegetal, mejorar la absorción de nutrientes y aumentar los rendimientos, incluso en condiciones adversas (Amador *et al.* 2018).

Efecto del bioestimulantes Fitomás–e en el cultivo del tomate (*licopersicum esculentum mill*), híbrido ha- 3057 bajo condiciones de casa de cultivo protegido En esta

investigación se evaluó el impacto de diferentes dosis del bioestimulantes Fitomás-E en el crecimiento y rendimiento del tomate. Los resultados mostraron que la aplicación de Fitomás-E promovió el crecimiento de las plantas y aumentó la producción de frutos (Borrero *et al.* 2012).

Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*lycopersicon esculentum, mill*) Este estudio analizó la combinación de microorganismos benéficos y productos biológicos en la nutrición y rendimiento del tomate. Se encontró que esta estrategia puede reducir la dependencia de fertilizantes minerales y mejorar la salud del agroecosistema (Terry *et al.* 2005)

Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum mill*) Este estudio evaluó el efecto de aplicaciones foliares de humus líquido de vermicompost en el desarrollo del tomate variedad "Amalia". Los resultados indicaron incrementos significativos en los rendimientos biológicos y productivos, mejorando la calidad del fruto (Arteaga *et al.* 2006).

3.4 Bioestimulantes a utilizar

De acuerdo con (Silva, 2025) Raizal, Radigrow, Foliar Plus, Nutrifol K, Nutrifol Boro, Nutrifol Zn, Aminofol y Fullzym. Estos productos tienen como objetivo mejorar el desarrollo fisiológico de los cultivos, optimizar la absorción de nutrientes y aumentar la resistencia al estrés abiótico. Su aplicación permitirá evaluar el impacto agronómico en condiciones reales de campo. Además, se observará su efecto en parámetros como el vigor, crecimiento y productividad vegetal.

- BESULAR es un activador fisiológico desarrollado con la exclusiva Tecnología de digestión Orientada a la Precisión de Péptidos (*TOPP*), diseñado para mejorar la

floración de los cultivos. BESULAR combina péptidos de bajo peso molecular, aminoácidos esenciales y nutrientes que inducen respuestas moleculares y metabólicas específicas, favoreciendo la diferenciación e inducción floral.

- SEARENT es un fisio activador metabólico y enzimático que reduce el estrés de las plantas durante las fases de cuajado y desarrollo del fruto. Gracias a su formulación única, rica en compuestos bioactivos obtenidos de las algas *Enteromorpha* prolifera y *Laminaria* japónica y biomoléculas naturales (polisacáridos y antioxidantes naturales), actúa induciendo una correcta comunicación entre los señalizadores fitohormonales, energéticos, nutricionales y balance redox celular.
- SEAROCT es un fisio activador metabólico diseñado para optimizar la vitalidad de los cultivos en condiciones climáticas extremas y facilitar una rápida recuperación de las plantas tras episodios de estrés.
- SEAFACTEN es un avanzado fisio activador metabólico diseñado específicamente para optimizar los procesos fotosintéticos en condiciones climáticas extremas. Su fórmula única mejora la eficiencia en el uso de la luz, reduciendo los daños oxidativos, protegiendo el aparato fotosintético de las plantas.
- BESULATE es un activador fisiológico desarrollado con la exclusiva Tecnología de Digestión Orientada a la Precisión de Péptidos (TOPP), diseñado para mejorar el metabolismo del Nitrógeno y los procesos de división celular, aun bajo condiciones limitantes.
- FOSKEEN es un activador fisiológico desarrollado mediante la combinación de las Tecnologías de Digestión Orientada a la Precisión de Péptidos (TOPP) y *PrimSign*. Creado para mejorar la actividad del floema y los procesos de reparación oxidativa ante daños causados por factores bióticos y abióticos, impactando positivamente en la acumulación de reservas y la actividad fotosintética.
- FOSTANK es un bioactivador radicular innovador y no hormonal, potenciado por péptidos bioactivos de bajo peso molecular derivados de peces (LMW) con TOPP technology de alta eficiencia.
- POLY LINE es una avanzada tecnología basada en ingeniería genética diseñada a través de la construcción y síntesis de proteínas de bajo peso molecular. Estas

proteínas interactúan específicamente con receptores de señales ubicados en la superficie de las membranas celulares, activando la expresión de múltiples genes. Este proceso detona naturalmente el sistema de defensa naturales y promueve respuestas de crecimiento en las plantas.

- KITO Line es una solución natural innovadora impulsada por la tecnología avanzada PrimeSign*, que activa la memoria metabólica y genética de la planta optimizando el crecimiento, la actividad radicular y la activación de la actividad inmunológica de la planta.
- FRIGAT una solución natural innovadora, impulsada por la tecnología avanzada PrimeSign, responsable por detonar las respuestas metabólicas y genéticas que controlan el crecimiento, la actividad radicular y activación del sistema inmune de las plantas.
- BOOSTALL está diseñado para apoyar y acelerar los procesos de crecimiento y desarrollo de los cultivos, asegurando una bionutrición y un proceso metabólico óptimo durante todo el ciclo de la planta.
- RODGOLD es un poderoso bioactivador de suelo, diseñado para optimizar toda la actividad de la rizosfera. Formulado con ingredientes naturales, promueve la fertilidad del suelo y ayuda en el restablecimiento del equilibrio microbioma.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del lugar

El trabajo profesional supervisado (TPS) se realizó en el segundo periodo académico del año 2025 con la empresa AGRINOISIS, localizada en la Aldea San Marcos Abajo, km 6 carretera hacia El paraíso, Danlí, El Paraíso en la latitud 13.97466449963751, - 86.56589653663225, con la ubicación de la tomatera de Inversiones Sosa en donde fue el lugar de practica en campo ubicada a 743 msnm en frente de la tabacalera My Father Cigars, con la latitud 13°54'00.9"N 86°33'13.2"W. T, HR. PP. Danlí cuenta con una temperatura promedio de 25°C, con temperatura máxima promedio de 30.9 °C y mínima de 18.8°C. Además, cuenta con una humedad relativa promedio de 74% y una precipitación anual de 1, 200 mm de lluvia (Wanderlong, 2025).

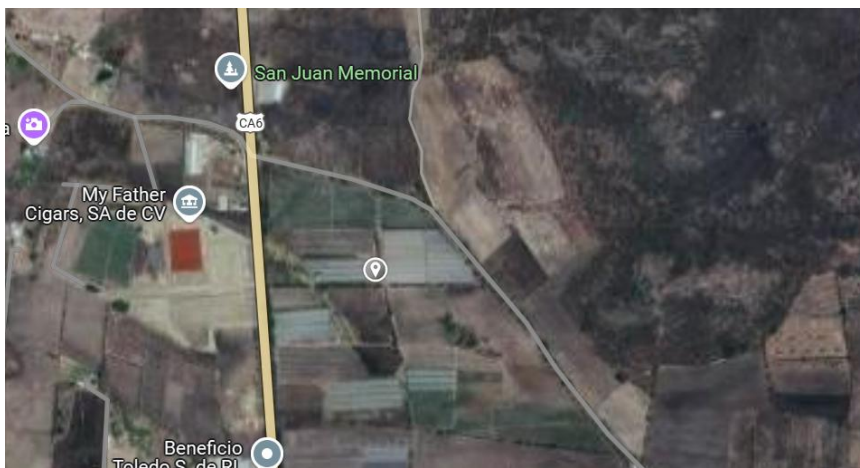


Figura 1. Ubicación del lugar de practica en campo

4.2 Materiales y Equipo

En el desarrollo de la práctica profesional supervisada se utilizaron los siguiente materiales y equipos: libreta de campo, lápiz, calculadora, computadora, botas de hule, burros, bioestimulantes y todo equipo necesario para el desarrollo de esta. Bioestimulantes (Bensular, **Raizal**, **Radigrow**, **Foliar Plus**, **Nutrifol K**, **Nutrifol Boro**, **Nutrifol Zn**, **Aminofol** y **Fullzym**.)

Tabla 1 Forma de aplicación y función del bioestimulantes

Nombre	Forma de aplicación	Función
Raizal	Tratamiento de semillas / al suelo	Estimula el desarrollo radicular en etapas tempranas.
Radigrow	Fertirriego / al suelo	Promueve el crecimiento de raíces y mejora la absorción de nutrientes.
Foliar Plus	Aplicación foliar	Mejora la actividad fotosintética y estimula el crecimiento vegetativo.
Nutrifol K	Aplicación foliar	Aporta potasio, favoreciendo el llenado de frutos y la resistencia al estrés.
Nutrifol Boro	Aplicación foliar	Corrige deficiencias de boro, clave para floración y formación de frutos.
Nutrifol Zn	Aplicación foliar	Aporta zinc, esencial para la síntesis de auxinas y el crecimiento vegetativo.
Aminofol	Aplicación foliar	Provee aminoácidos libres que ayudan a superar situaciones de estrés.
Fullzym	Aplicación foliar / al suelo	Estimula el metabolismo vegetal, mejora la estructura del suelo y la absorción.

4.3 Desarrollo y ejecución de actividades

4.3.1 Etapa I. Diagnóstico inicial

Durante el diagnóstico inicial se identificaron las condiciones agronómicas del sistema productivo de tomate donde se llevaría a cabo la aplicación de los bioestimulantes. La variedad establecida en la parcela fue Paraíso F1, reconocida por su adaptabilidad y buen comportamiento en campo abierto.

El sistema de producción cuenta con riego tecnificado por goteo, el cual garantiza una distribución eficiente del agua y los nutrientes. Previamente a la siembra, se realizó un análisis químico del agua de riego, con el fin de conocer su calidad y ajustar la fertirrigación según las necesidades del cultivo. La siembra se efectuó a campo abierto, aprovechando las condiciones agroclimáticas de la zona. Cabe destacar que, aunque el ensayo se desarrolló en campo abierto, la finca dispone de infraestructura agrícola avanzada, incluyendo micro túneles y macro túneles, lo que permite flexibilidad en el manejo de cultivos bajo distintas condiciones de protección

4.3.2 Etapa II: Manejo del cultivo

Germinación. El manejo agronómico del cultivo de tomate (variedad Paraíso F1) inició con la germinación de la semilla en vivero, utilizando bandejas con sustrato desinfectado para asegurar la sanidad inicial de las plántulas. Durante esta etapa se realizaron riegos ligeros y constantes, así como monitoreo fitosanitario para prevenir enfermedades comunes en viveros como el *damping-off*.

Preparación del suelo. La preparación del terreno, que incluyó labores de arado para mejorar la aireación del suelo, dos pases de romploneado para refinar su textura y se dieron dos pases de encamado para facilitar el drenaje y la correcta distribución del riego.

Preparación de sistema de riego. Asimismo, se instaló un sistema de riego por goteo, con distanciamiento de gota de 20 centímetros y con tubería de 2 pulgadas, que permitió garantizar una aplicación eficiente de agua y nutrientes durante todo el ciclo productivo.

Tuturado. En el tuturado se utilizó estaca de madera de 2 metros de largo, y se colocaron cada tres plantas, luego se utilizó cabuya para darle un mejor soporte a las plantas. Se colocaron 5 cabuyas de 15 centímetros entre cada cabuya.

Fertilización. En cuanto a la nutrición, la primera aplicación de fertilizante se realizó a los cinco días después del trasplante, utilizando un arrancador a base de fósforo para estimular el desarrollo radicular. Posteriormente, se continuó con un plan de fertilización balanceada mediante fertirriego y aplicaciones foliares, ajustadas a las fases fenológicas del cultivo. De manera complementaria, a los 25 días después del trasplante se llevó a cabo la primera aplicación foliar de bioestimulantes, destinados a estimular la floración, el crecimiento vegetativo y la resistencia a condiciones de estrés

Control de plagas y enfermedades. Durante el ciclo productivo se ejecutó un programa fitosanitario con seis aplicaciones, que incluyeron insecticidas para el control de plagas como mosca blanca y trips, fungicidas para prevenir enfermedades como tizón temprano y tardío, y herbicidas aplicados de forma dirigida para reducir la competencia de malezas en los bordes del cultivo. Todas estas aplicaciones se realizaron respetando los intervalos de seguridad y aplicando rotación de ingredientes activos para evitar resistencia.

Cosecha. La recolección de frutos se llevó a cabo de forma escalonada, seleccionando tomates en estado de madurez fisiológica comercial, priorizando aquellos con uniformidad en tamaño, color y firmeza. La cosecha se realizó manualmente. En la postcosecha se procedió a la clasificación de los frutos, separándolos según calibre, peso y calidad comercial. Posteriormente, se efectuó el empaque.

Establecimiento del ensayo. Se establecieron dos parcelas o tratamientos (tabla dos), una convencional y la otra con la aplicación de bioestimulantes, estas parcelas midieron 100 metros de largo, y se realizaron muestras cada 10 metros y 15 metros al lazar.

Muestreos

Se realizaron diferentes muestreos para evaluar el efecto de los tratamientos en cada variable de estudio:

- **Floración (día 0 y día 7):** se contabilizó el número de flores y racimos por planta antes de la aplicación del bioestimulante (día 0) y a los 7 días después de la aplicación (día 7), con el fin de comparar el impacto en la inducción floral.
- **Cuaje (Cuaje 1 y Cuaje 2):** se midió el número de frutos cuajados y racimos en dos etapas sucesivas, con el objetivo de analizar la efectividad del tratamiento en la transición de flor a fruto.
- **Frutos por planta:** se registró el número total de frutos desarrollados por planta al finalizar la etapa productiva, para calcular el rendimiento por unidad de superficie.
- **Tamaño de fruto:** se realizaron mediciones de diámetro promedio de frutos cosechados, tomando muestras representativas en cada tratamiento.
- **Peso promedio de frutos:** se determinaron los gramos por fruto mediante pesaje de muestras representativas, permitiendo evaluar la calidad comercial del tomate.
- **Rendimiento total:** con base en el número de frutos y su peso promedio, se calculó el rendimiento por planta y por manzana, complementado con el análisis económico de la relación beneficio/costo.

4.3.2.1 Aplicación de Bioestimulantes

Para evaluar el efecto de los bioestimulantes sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate (variedad Paraíso F1), se implementaron dos tratamientos:

Tabla 2 Tratamientos aplicados en el cultivo de tomate (Variedad Paraíso F1)

Tratamiento	Producto(s) aplicados	Dosis	Momento de aplicación	Nº de aplicaciones
Manejo del cliente (Convencional)	MaxiGrow (Cosmocel)	1 cc/L	Aplicación foliar durante el inicio y desarrollo de la floración, así como al inicio del crecimiento del fruto	2
Manejo Rainbow Bio	BESULAR (Tecnología TOPP) y SEARENT	BESULAR: 3.3 L/barril SEARENT: 4 g/L (etapa de crecimiento del fruto)	Aplicación foliar durante el inicio y desarrollo de la floración con BESULAR y al inicio del crecimiento del fruto con SEARENT	2

4.3.3. Variables Evaluadas.

Floración. Se realizó el conteo inicial de flores y racimos antes de la aplicación de bioestimulantes en el día cero, se realizó nuevamente un conteo a los siete días de la aplicación para obtener una mejor respuesta.

Llenado de fruto 1. Se realizó el conteo de frutos y racimos ya formados a los catorce días de la aplicación.

Llenado de fruto 2. Se realizó nuevamente el conteo a los 21 días luego de su aplicación para obtener una mejor respuesta.

Numero de Frutos por planta. Se realizó conteo total de frutos desarrollados por planta en cada tratamiento en la etapa final productiva.

Tamaño de fruto. Se realizaron medidas del diámetro promedio (mm) en frutos representativos, utilizando el pie de rey.

Peso promedio de fruto. Realizamos el pesaje de frutos representativos para determinar el peso promedio (g).

Rendimiento total. Calculamos de rendimiento por planta y extrapolación a manzana (ton/manzana).

Relación B/C. Estimamos los ingresos, costos y utilidad neta por tratamiento en nuestra investigación.

4.3.3 Conteo de Floración y racimos

Para conocer el efecto de la bioestimulación biológica en el cultivo de tomate, se implementó una parcela demostrativa en condiciones de campo en Danlí. Se aplicó el bioestimulante (Bensular) siguiendo las recomendaciones técnicas del portafolio. Se observaron variables como el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación del cultivo, comparándolas

con un testigo sin aplicación. Las observaciones fueron registradas de forma periódica, permitiendo una evaluación práctica del desempeño de cada bioinsumos en condiciones reales.

Para comparar el rendimiento y la calidad del tomate producido con y sin bioestimulación, se establecieron dos parcelas: una demostrativa con la aplicación de bioestimulantes biológicos seleccionados y otra sin aplicación (testigo). Al finalizar el ciclo del cultivo, se cuantifico el rendimiento total (peso y número de frutos por planta) y se evaluaron parámetros de calidad como tamaño. Los datos obtenidos permitieron observar el impacto agronómico de la bioestimulación en comparación con el manejo convencional sin bioinsumos.

4.2.2.3.1 Fórmulas para el cálculo del rendimiento

Fórmula para rendimiento por manzana (ton/ha):

$$Reendimiento\ por\ manzana = \frac{Rendimiento\ por\ planta \left(\frac{kg}{planta} \right) * N^{\circ} \frac{plantas}{manzana}}{1000}$$

4.3.3.1 Estimar una relación beneficio costo en el uso de los bioestimulantes.

Para estimar la relación beneficio-costos del uso de bioestimulantes, se recopilaron los costos directos asociados a cada tratamiento, incluyendo el precio de los productos, mano de obra y aplicaciones. Estos costos se compararon con los ingresos obtenidos según el rendimiento y la calidad del tomate comercializable. Se calculo la relación beneficio/costo (B/C) utilizando la fórmula:

4.3.3.1.1 Formula relación beneficio costo

$$Relacion\ beneficio\ costo = \frac{Ingreso\ Bruto\ (Lps)}{Costo\ Total\ (Lps)}$$

Una relación mayor a 1 indica rentabilidad positiva. Este análisis permite evaluar si el uso de bioestimulantes representa una inversión económicamente viable frente al manejo convencional sin bioestimulación.

V. RESULTADO Y DISCUSION

En esta sección se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del ensayo, así como su análisis y discusión con base en las variables evaluadas. Se consideran aspectos relacionados con la floración, cuajado, número de frutos, tamaño, peso y rendimiento del cultivo de tomate variedad Paraíso F1, comparando el tratamiento convencional con el manejo mediante bioestimulantes. Los resultados se interpretan a la luz de la literatura científica y de experiencias previas, con el propósito de determinar el efecto real de la bioestimulación biológica en las condiciones de campo en Danlí, El Paraíso. Asimismo, se incluyen los análisis estadísticos y económicos que permiten valorar la rentabilidad y la viabilidad del uso de bioestimulantes en la producción de tomate.

5.1 Conocer el beneficio de la bioestimulación biológica en el crecimiento, floración y fructificación del tomate en condiciones de campo en Danlí.

La evaluación de los beneficios de la bioestimulación biológica en el cultivo de tomate se centró en analizar tres fases clave del desarrollo del cultivo: el crecimiento, la floración y la fructificación, bajo condiciones de campo en Danlí. Para ello, se realizaron muestreos en diferentes momentos, tanto al inicio del ensayo como en los días posteriores a la aplicación del bioestimulante, lo que permitió observar los cambios progresivos en la respuesta del cultivo. Este análisis comparativo entre tratamientos con bioestimulante y testigo proporciona información relevante sobre el impacto de la tecnología en las etapas fenológicas más determinantes del rendimiento productivo.

5.1.1 Evaluación de floración (0)

En esta sección, la variable Floración (0) corresponde al muestreo realizado en el día de la aplicación del bioestimulante, es decir, al inicio del ensayo. Este momento se utilizó como punto de referencia para establecer las condiciones iniciales del cultivo en cuanto al número de flores y racimos por planta. La evaluación en este día permite comparar los cambios posteriores y analizar la respuesta del cultivo a los tratamientos aplicados.

En la evaluación inicial de floración (Floración 0), el promedio global de flores por planta fue de 4.65 en el tratamiento Testigo y de 3.83 en el tratamiento con Besular. La prueba de T para muestras independientes arrojó un valor de $t = -0.67$ y $p = 0.5301$, indicando que la diferencia no es estadísticamente significativa ($p > 0.05$). En cuanto al número de racimos, el promedio global fue de 1.24 para el tratamiento Testigo y 1.00 para el tratamiento con Besular.

Estos resultados, presentados en la Tabla 4, muestran que para esta variable no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, numéricamente el Testigo presentó valores ligeramente superiores tanto en flores como en racimos. Esto sugiere que, en la etapa inicial, la aplicación de bioestimulantes aún no ejerció un efecto visible sobre la inducción floral, lo cual es coherente con lo reportado en estudios previos donde el impacto de los bioestimulantes se manifiesta con mayor claridad en etapas intermedias o avanzadas del desarrollo reproductivo.

Tabla 3 Promedio global de flores y racimos por tratamiento (Floración 0)

Variable	Testigo	Besular	Prueba t	p-Valor	Significancia
Flores	4.65	3.83	-0.67	0.5301	ns
Racimos	1.24	1.00	-0.76	0.4785	ns

Los resultados muestran que, en la fase inicial de floración, el tratamiento con Besular presentó valores ligeramente menores en número de flores y racimos respecto al testigo. Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, lo que sugiere que la aplicación inicial del bioestimulante no generó un impacto marcado en esta etapa temprana del desarrollo reproductivo del cultivo.

Esto podría explicarse por el hecho de que algunos bioestimulantes, especialmente aquellos enfocados en procesos fisiológicos como inducción floral y llenado de frutos, requieren un tiempo mayor para manifestar cambios visibles en la planta. Estudios como los de Borrero *et al.* (2012) y Arteaga *et al.* (2006) señalan que, en algunos casos, el efecto sobre la floración es más evidente en etapas intermedias o tardías, coincidiendo con la acumulación de metabolitos y la activación de rutas enzimáticas específicas. En consecuencia, los datos de Floración 0 sirven como referencia para evaluar la evolución en mediciones posteriores, donde podría evidenciarse un efecto más marcado de la bioestimulación.

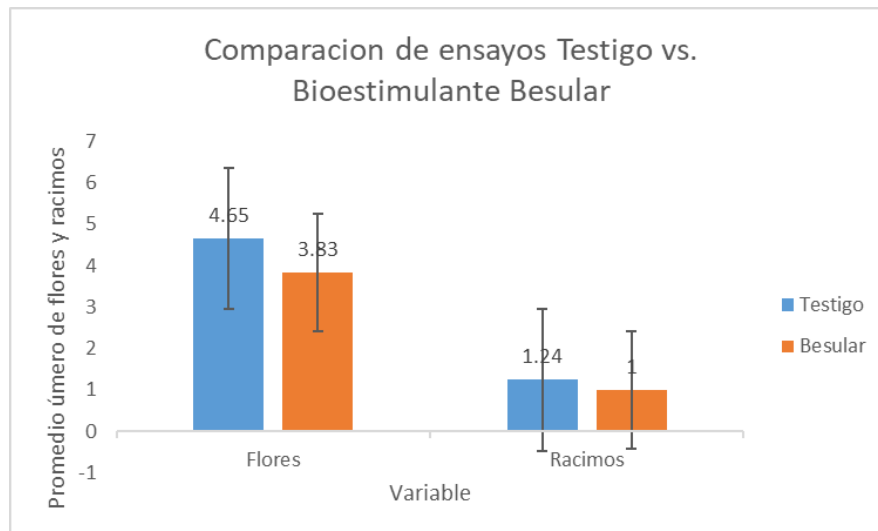


Figura 2 Comparación entre los ensayos, evaluación de floración y racimos

5.1.2 Evaluación de Floración (7)

En esta sección, la variable Floración (7) hace referencia al muestreo realizado siete días después de la aplicación del bioestimulante, con el objetivo de evaluar los cambios en la producción de flores y racimos en comparación con el día inicial (Floración 0). Este período de siete días permite observar los efectos tempranos del producto sobre la respuesta fisiológica del cultivo, especialmente en la inducción floral y la formación de racimos.

El análisis de la prueba de T para la etapa de Floración 7 evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento con Besular presentó un promedio de 28 flores por planta, mientras que el testigo alcanzó en promedio 11.5 flores por planta. En cuanto al número de racimos, Besular registró un promedio de 6.83 racimos por planta, frente a 3.09 racimos por planta en el testigo.

Tabla 4 Resultados Prueba T Con Significancia - Floración 7

Variable	Promedio Testigo	Promedio Besular	Prueba T	p-Valor	Significancia
Flores	11.50	28.00	5.792085	0.0000003255	***
Racimos	3.09	6.84	5.445744	0.0000012530	***

Nota: *** = diferencia altamente significativa ($p < 0.001$).

Las pruebas de T mostraron valores de $p < 0.001$ en ambas variables, lo que indica que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas, confirmando el efecto positivo de la aplicación de Besular en la inducción floral y el desarrollo de racimos.

La Figura siguiente con comparación de medias para flores y racimos en Floración 7 entre Testigo y Besular, incluyendo los valores p de la prueba de T, que confirman diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en ambas variables.

Los resultados obtenidos en la etapa de Floración 7 muestran que el tratamiento con Besular incrementó de manera significativa tanto el número de flores como el número de racimos por planta en comparación con el testigo. Este incremento puede atribuirse a la composición del bioestimulante, que incluye péptidos, aminoácidos y compuestos bioactivos que promueven procesos fisiológicos clave como la síntesis de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) y la optimización de la asimilación de nutrientes.

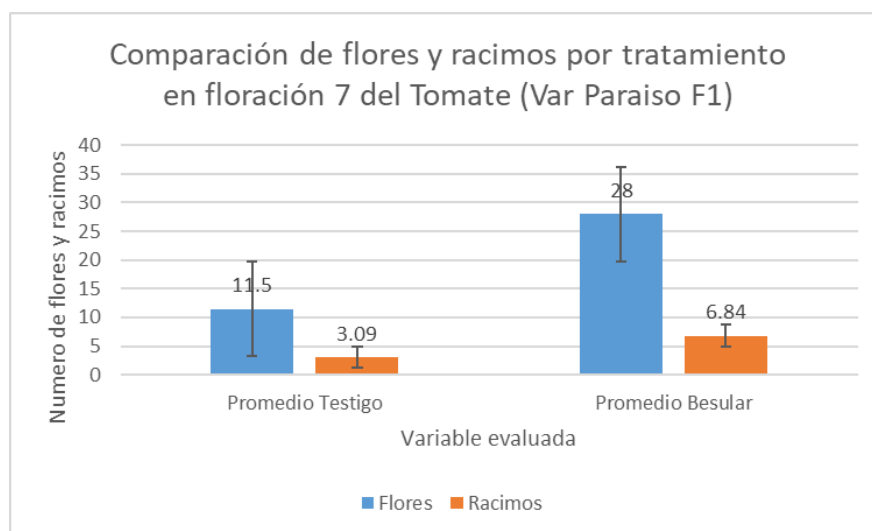


Figura 1 Comparación del número de flores y racimos por tratamiento en la etapa de Floración 7 del tomate (Var. Paraíso F1)

La diferencia de 143 % más flores y 121 % más racimos en el tratamiento con Besular indica un impacto positivo en la capacidad reproductiva de las plantas, lo que potencialmente se traducirá en un mayor número de frutos y un incremento en el rendimiento final. Se visualiza claramente que el tratamiento con Besular supera al testigo en ambas variables, con barras que muestran un margen estadísticamente significativo (***, $p < 0.001$), reforzando la conclusión de que el bioestimulante ejerce un efecto positivo en esta etapa fenológica

5.1.3 Evaluación del llenado de fruto 1

La evaluación en la etapa de Cuaje 1 mostró diferencias importantes entre el tratamiento con Besular y el testigo. El promedio de frutos por planta fue mayor en el tratamiento con Besular, alcanzando un promedio de 1.14 frutos/planta, mientras que el testigo registró un promedio de 0.64 frutos/planta. En cuanto al número de racimos, el tratamiento con Besular obtuvo un promedio de 10.14 racimos/planta, superando al testigo, que presentó un promedio de 7.57 racimos/planta.

Tabla 5 Prueba de T en Cuaje 1

Variable	Promedio Testigo	Promedio Besular	Prueba T	p-Valor	Significancia
Frutos	0.64	1.14	2.303	0.0354	*
Racimos	7.57	10.14	2.217	0.0415	*

Nota: * = diferencia significativa ($p < 0.05$).

La prueba de T indicó que estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) para ambas variables. Esto demuestra que la aplicación de Besular tuvo un efecto positivo sobre la formación de frutos y racimos en esta etapa del cultivo.

La Figura 3, se aprecia que el tratamiento con Besular mostró valores superiores al testigo en las dos variables evaluadas, evidenciando una tendencia clara de mejora productiva.

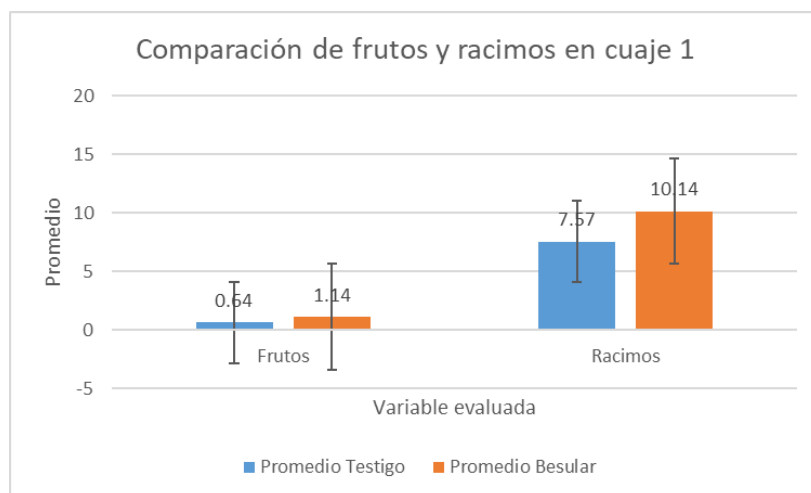


Figura 2 Comparación de frutos y racimos de Testigo vs. Besular en Cuaje 1

El incremento observado en el número de racimos y frutos en las plantas tratadas con Besular puede atribuirse a la acción de sus compuestos bioactivos, que estimulan la división y diferenciación celular, mejoran la absorción de nutrientes y promueven la actividad fotosintética. Estos factores inciden directamente en la transición de flor a fruto y en la capacidad reproductiva de la planta.

Los resultados concuerdan con lo reportado por Arteaga et al. (2006), quienes encontraron que el uso de bioestimulantes en tomate promovió incrementos significativos en el número de racimos y frutos, así como en el rendimiento final. Asimismo, investigaciones de Borrero et al. (2012) respaldan la eficacia de este tipo de productos para mejorar parámetros reproductivos bajo condiciones de campo.

5.1.4 Evaluación del llenado fruto 2

En la Tabla 7 se presentan los promedios obtenidos para las variables frutos y racimos, comparando el tratamiento testigo con el tratamiento TB. Se incluyen los valores de la prueba t, el p-valor y la indicación de significancia estadística para cada variable.

Tabla 6 Tabla comparativa de Prueba de T para flores y racimo del cuaje 2

Variable	Testigo	TB	Prueba T	p-valor	Significancia
Frutos	3.73	7.17	2.63	0.046	Sí
Racimos	8.5	8.36	-0.086	0.935	No

Los promedios de frutos y racimos corresponden a la comparación entre el tratamiento testigo y el tratamiento TB mediante prueba t. Se observó diferencia significativa en frutos ($p = 0.046$), mientras que en racimos no hubo diferencia estadística ($p = 0.935$).

En la variable *frutos*, el tratamiento TB presentó un promedio de 7.17, significativamente superior al testigo (3.73) según la prueba t ($p = 0.046$). Esto indica un efecto positivo del tratamiento en la producción de frutos por planta. En cuanto a *racimos*, el promedio del testigo (8.50) y TB (8.36) no mostraron diferencias estadísticas ($p = 0.935$), lo que señala que el tratamiento no influyó en la cantidad de racimos formados.

La Figura 4 se muestra la comparación gráfica de los promedios de frutos y racimos entre el tratamiento testigo y el tratamiento TB.

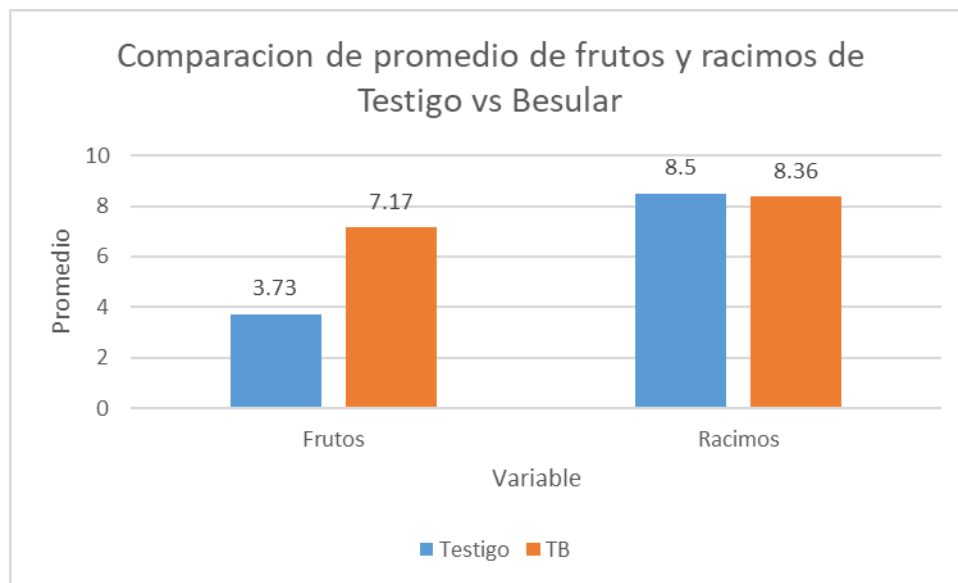


Figura 3 Comparación De Promedios: Testigo Vs TB (Frutos y Racimos)

En la variable frutos, el tratamiento TB (7.17) mostró un incremento significativo respecto al testigo (3.73) ($p = 0.046$). En racimos, no hubo diferencias estadísticas entre TB (8.36) y el testigo (8.50) ($p = 0.935$), indicando que el tratamiento mejoró la productividad por racimo, pero no la cantidad de racimos formados

El aumento significativo en frutos sugiere que el tratamiento TB favoreció el cuajado y desarrollo de estos, posiblemente debido a un mejor aporte nutricional y equilibrio fisiológico que optimizó el rendimiento por racimo. La ausencia de diferencias en el número de racimos indica que la respuesta del cultivo se orientó a mejorar la productividad por estructura reproductiva ya existente, sin modificar el patrón de floración. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas donde mejoras en el manejo nutricional y fisiológico influyen más en el llenado y tamaño de los frutos que en la generación de nuevas inflorescencias.

5.2 Comparar el rendimiento y la calidad del tomate producido con y sin la aplicación de bioestimulantes biológicos.

5.2.1 Tamaño de fruto

En esta variable encontramos diferencias significativas entre los tratamientos, ya que el bioestimulante Besular presentó un tamaño promedio de fruto de 77.42 mm, superando al testigo con 66.83 mm. La prueba t de Student arrojó un valor de $t = 5.69$ con un $p\text{-valor} = 1.26 \times 10^{-5}$, lo que confirma que las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Estos resultados demuestran que la aplicación de bioestimulantes tuvo un efecto positivo en el aumento del tamaño de los frutos, lo cual valida el objetivo de comparar la calidad del tomate producido con y sin la aplicación de bioestimulantes biológicos.

Tabla 7 Comparación del tamaño promedio de frutos (mm) entre tratamiento Testigo y Besular.

Tratamiento	Promedio (mm)	t-valor	p-valor	Significancia
Testigo	66.83	5.69	1.26×10^{-5}	Sí
Besular	77.42			

El tratamiento Besular presentó un tamaño promedio de fruto de 77.42 mm, superando al testigo, que obtuvo 66.83 mm. La prueba t de Student arrojó un valor $t = 5.69$ con un $p\text{-valor} = 1.26 \times 10^{-5}$, lo que indica que las diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la Figura 5 se observa que el tratamiento Besular presentó un tamaño promedio de fruto de 77.42 mm, superando al testigo (66.83 mm). La diferencia de 10.59 mm fue estadísticamente significativa ($t = 5.69$; $p = 1.26 \times 10^{-5}$), lo que respalda la efectividad de

Besular para incrementar el tamaño de los frutos en las tres cosechas evaluadas. Este aumento puede mejorar la calidad comercial del tomate, incrementando su valor en el mercado.

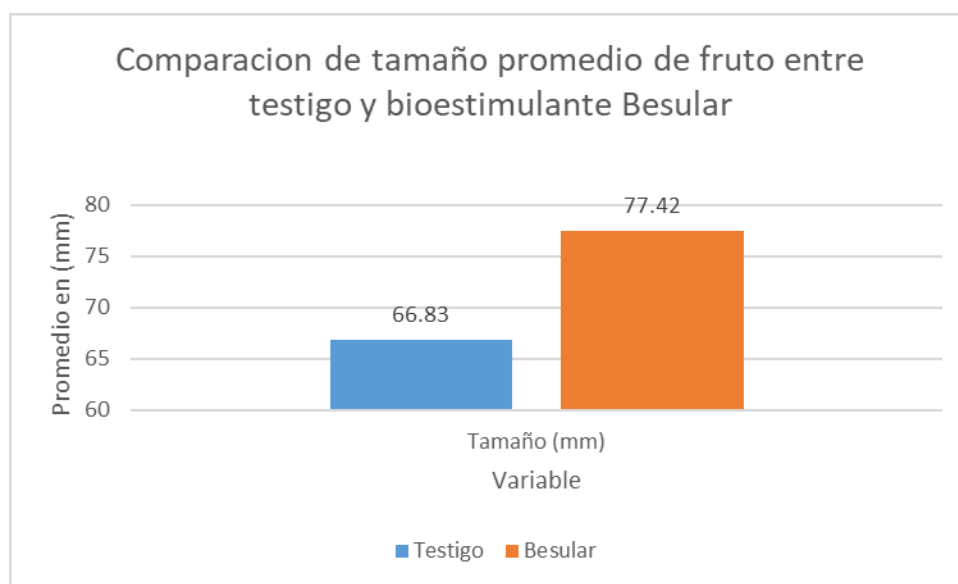


Figura 4 Comparación entre el tratamiento Testigo y Besular para el tamaño promedio del fruto en mm.

El incremento de aproximadamente 10.59 mm en el tamaño de los frutos con Besular sugiere un efecto positivo del tratamiento sobre el desarrollo del fruto de tomate. Esta diferencia, respaldada por la significancia estadística, podría deberse a un mejor balance nutricional y fisiológico inducido por el producto, lo que se traduce en frutos de mayor calibre. Estos resultados son relevantes para la comercialización, ya que los frutos de mayor tamaño suelen tener mejor aceptación y valor en el mercado.

5.2.2 Peso promedio de frutos del tomate

Para evaluar el efecto del tratamiento Besular sobre el peso de los frutos de tomate, se realizó una prueba de T para muestras independientes, comparando los valores promedios obtenidos

con el tratamiento y con el testigo. En la Tabla 9 se presentan los resultados, incluyendo la diferencia entre tratamientos, el valor de t, el p-valor y la significancia estadística.

Tabla 8 Resultados de la prueba de T para la comparación del peso promedio de frutos de tomate entre el tratamiento Besular y el testigo

Tratamiento	Peso promedio (g)	Diferencia (g)	Prueba T	p-valor	Significancia
Testigo	141.39	-	-	-	-
Besular	153.06	11.67	10.155		Significativo

El peso promedio de los frutos de tomate en el tratamiento con Besular fue de 153.06 g, mientras que en el testigo se obtuvo un valor de 141.39 g, lo que representa una diferencia positiva de 11.67 g a favor del tratamiento. La prueba de T para muestras independientes arrojó un valor de $t = 10.155$ y un $p\text{-valor} = 1.75E-14$, lo que indica que la diferencia observada es estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95 %. Esto confirma que la aplicación del producto Besular tuvo un efecto real sobre el incremento del peso promedio de los frutos, y no se debe al azar o variabilidad experimental.

En la siguiente Figura se presenta la comparación gráfica del peso promedio de los frutos obtenidos en ambos tratamientos. La Figura permite visualizar de manera clara la diferencia en gramos entre el tratamiento con Besular y el testigo, así como la magnitud de la mejora registrada.

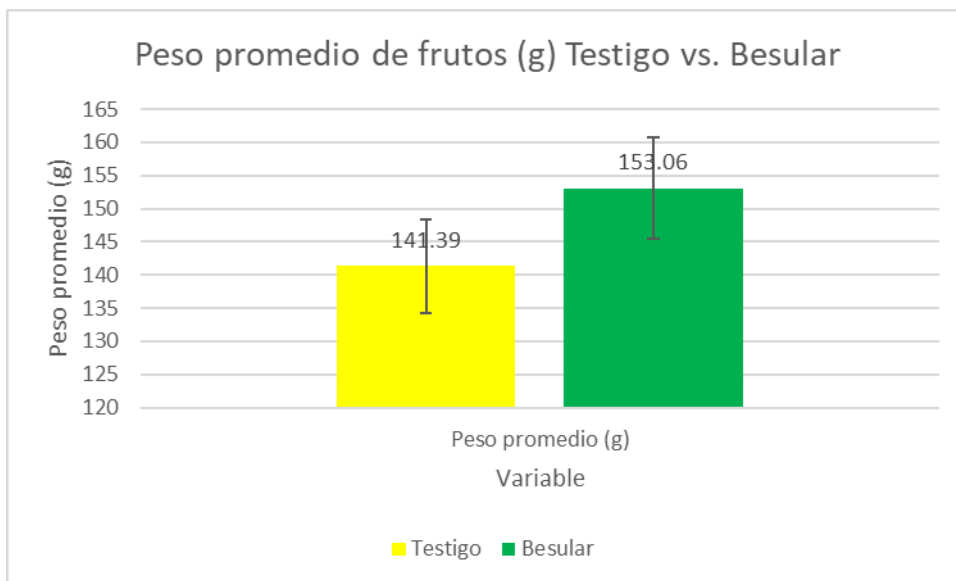


Figura 5 Peso promedio de frutos de tomate (g) en Testigo y Besular.

La aplicación de Besular favoreció un incremento notable en el peso de los frutos, lo cual podría estar relacionado con un mejor aprovechamiento de nutrientes y una estimulación fisiológica que mejora el llenado y desarrollo del fruto. La significancia estadística encontrada sugiere que el efecto no es producto del azar, sino consecuencia directa del tratamiento. Estos resultados coinciden con reportes previos en los que bioestimulantes similares incrementaron el peso y la calidad de frutos en cultivos de tomate bajo condiciones de campo.

5.2.3 Frutos por planta

En la Tabla 10 se presentan los promedios y desviaciones estándar del número de frutos por planta obtenidos en los tratamientos Testigo y Besular, junto con el resultado de la prueba de t para la comparación estadística de medias. Este análisis permite evaluar de manera objetiva la influencia del tratamiento Besular sobre la producción de frutos en tomate variedad Paraíso.

Tabla 9 Promedio de frutos por planta y prueba de T comparando Testigo vs bioestimulante Besular

Tratamiento	Promedio (# frutos/planta)	Desviación Estándar	t-valor	p-valor	Significancia (p<0.05)
Testigo	66.40	4.40	10.65	0.000	Significativo
Besular	75.57	4.29			

El tratamiento con Besular presentó un promedio de 76.15 frutos por planta, superando significativamente al testigo que obtuvo 65.61 frutos por planta. La desviación estándar fue similar entre tratamientos, lo que indica una variabilidad controlada dentro de cada grupo. La prueba t arrojó un valor de $t = 11.418$ con un $p\text{-valor} < 0.05$, lo que confirma que la diferencia entre ambos tratamientos es estadísticamente significativa.

La Figura 7 se observa que el tratamiento con Besular superó de manera significativa al testigo en el número promedio de frutos por planta. Las barras de error indican la variabilidad de los datos dentro de cada tratamiento, siendo relativamente baja en ambos casos, lo que refuerza la confiabilidad de los resultados. Este efecto positivo sugiere que el uso de Besular puede ser una práctica recomendada para incrementar la productividad en tomate variedad Paraíso bajo condiciones similares a las evaluadas.

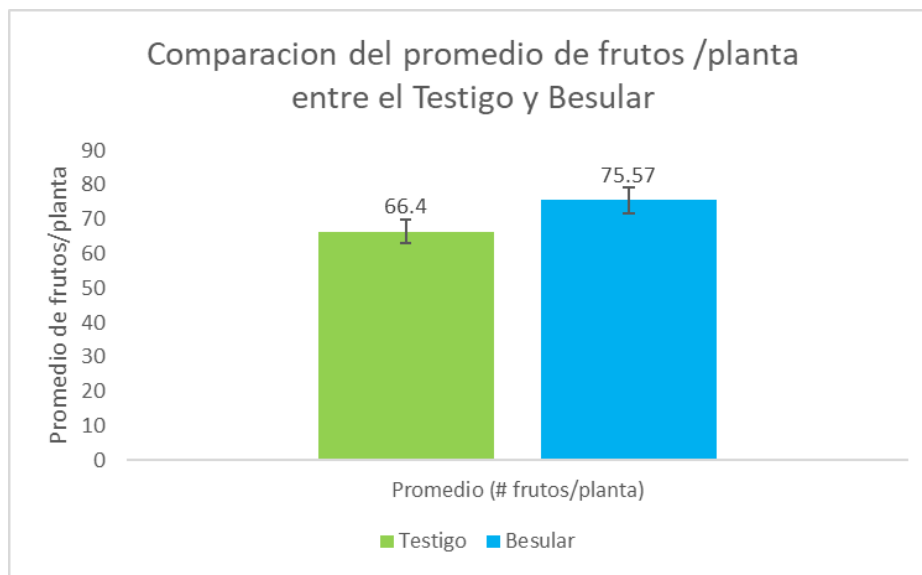


Figura 6 Comparación del número promedio de frutos por planta entre tratamientos (Testigo vs Besular)

El incremento observado en el tratamiento con Besular sugiere que este bioestimulante contribuyó positivamente a la producción de frutos en tomate variedad Paraíso. El aumento de casi 10.54 frutos por planta representa una mejora relativa importante, que podría estar asociada a una mayor actividad fotosintética, mejor absorción de nutrientes y mayor resistencia al estrés fisiológico. El tratamiento Besular presenta una barra claramente más alta, reflejando un incremento aproximado del 15.5% en comparación con el Testigo. Estos resultados concuerdan con investigaciones previas donde el uso de bioestimulantes mejoró parámetros productivos y calidad de fruto.

5.2.3.1 Cálculo de rendimiento

Rendimiento por manzana (ton/manzana):

Testigo

$$\text{Reendimiento por hectarea} = \frac{\text{Rendimiento por planta} \left(\frac{\text{kg}}{\text{planta}} \right) * \text{N}^{\circ} \frac{\text{plantas}}{\text{hectarea}}}{1000}$$

$$\text{Reendimiento por hectarea} = \frac{4.64 \left(\frac{\text{kg}}{\text{planta}} \right) * 6,831.5 \frac{\text{plantas}}{\text{hectarea}}}{1000}$$

$$\text{Rendimiento por hectarea} = 31.69 \text{ ton/hectarea}$$

Bioestimulantes Besular

$$\text{Reendimiento por manzana} = \frac{5.83 \left(\frac{\text{kg}}{\text{planta}} \right) * 6,831.5 \frac{\text{plantas}}{\text{hectarea}}}{1000}$$

$$\text{endimiento por manzana} = 39.82 \text{ ton/hectarea}$$

5.2.4 Estimar una relación beneficio costo en el uso de los bioestimulantes. UNA

TABLA QUE LLEVE COSTO DE CADA SISTEMA E INGRESOS

Tratamiento	Ingreso Bruto (Lps)	Costo Total (Lps)	Relación B/C
Testigo	2,400.012	518,178	4.63
Bioestimulante	2,956.908	532,916	5.55

Utilidad (Bio – Testigo) = L 542,158

Dado que ambas relaciones B/C son mayores a 1, el cultivo es rentable en los dos tratamientos. Sin embargo, el uso de bioestimulantes incrementa la B/C de 4.63 a 5.55 y genera L 542,158 más de utilidad por manzana respecto al testigo y un incremento del 20% en la relación beneficio/costo, confirmando que la bioestimulación es económicamente más conveniente bajo estos supuestos.

VI. CONCLUSIONES

Se conoció el impacto positivo y estadísticamente significativo en variables clave del cultivo de tomate variedad Paraíso F1 al aplicarse la bioestimulación biológica, y se pudo analizar la influencia que este tuvo en su calidad, rendimiento y resistencia, en Danlí, El Paraíso.

Se pudieron conocer los beneficios en la etapa de Floración 7, que el tratamiento con Besular superó en un 143 % el número de flores y en un 121 % el número de racimos con respecto al testigo, confirmando su eficacia en la inducción y desarrollo floral, también demostrando lo beneficioso de usarlo en la producción. .

Los frutos tratados con bioestimulantes presentaron un incremento promedio de 10.59 mm en diámetro y 11.67 g en peso frente al testigo, mejorando su calidad comercial y potencial valor en el mercado, siendo esto mayor en comparación a los que no fueron tratados con el bioestimulante biológico.

El análisis demuestra que, bajo las condiciones ambos tratamientos resultan rentables; sin embargo, el uso de bioestimulantes incrementa de manera significativa la utilidad y la relación beneficio/costo, generando aproximadamente L 542,158 adicionales por manzana respecto al testigo comercial, lo que confirma su mayor conveniencia económica.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar el uso de bioestimulantes biológicos como parte del manejo integrado del cultivo de tomate, priorizando productos como Besular en etapas de floración y cuajado para maximizar la producción y calidad del fruto.

Realizar un programa de aplicación planificado, considerando el momento fenológico de la planta y la compatibilidad con otros insumos, para optimizar la respuesta fisiológica del cultivo.

Complementar el uso de bioestimulantes con un manejo agronómico adecuado, incluyendo riego tecnificado, análisis de agua y suelo, control fitosanitario y nutrición balanceada, a fin de potenciar su eficacia.

Desarrollar evaluaciones a mayor escala y en diferentes épocas del año para validar la consistencia de los resultados obtenidos y ajustar las dosis o combinaciones de productos según las condiciones específicas.

Capacitar a productores y técnicos sobre la correcta preparación, dosificación y aplicación de bioestimulantes, así como sobre su integración con otras prácticas agrícolas sostenibles.

Se recomienda la implementación del tratamiento con bioestimulantes en el manejo productivo de tomate, especialmente en escenarios donde el precio de mercado es favorable, dado que asegura una mayor rentabilidad y eficiencia económica, sin dejar de lado la importancia de ajustar las dosis y costos a las condiciones específicas de cada productor.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aldina Seed. 2023. Ficha técnica de tomate sheila victory (F1) (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://andinaseed.com/andina23/index.php/prods-3/fichas-tecnicas?task=download.send&id=42&catid=3&m=0>
- Amador, HV; Guridi Izquierdo, F; Vázquez Padrón, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. Cultivos Tropicales, vol. 39, núm. 4, pp. 102-109, 2018
- Arteaga, M; Garces, N; Guridi, F; Pino, JA; Lopez, A; Menendez, JL; Cartaya, O. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum* mill). Cultivos Tropicales, vol. 27, núm. 3, 2006, pp. 95-101.
- Bashan, Y; de-Bashan E. 2005. Bacteria Plant Growth-Promoting. p. 103–115. Consultado 27 mar. 2025. Disponible en In Hillel, D. (ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, Oxford.
- Bayer Vegetales. s.f. Ficha técnica de tomate Tisey (DRD 8551) (en línea, sitio web). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/productos/tomate/details.html/tomato_drd_8551_mexico_seminis_all_grehighmoeprosma_all.html
- Bermero Mármol, EE. 2021. Identificación de las principales infecciones virales en los cultivos de chile, tomate y sandia en honduras (en línea). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Consultado 26 mar. 2025. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2946d3bb-14c2-4f80-baf7-2dfa7127f0e3/content?utm_source=chatgpt.com
- Reynaldo, B; Cabrera Medina, Y; Rojas Martínez, M; Omara; Baro, A; Rodríguez, E; Alegna. 2012. Efecto del bioestimulante fitomás-e en el cultivo del tomate (*licopersicum*

- esculentum mill), híbrido ha- 3057 bajo condiciones de casa de cultivo protegido. Ciencia en su PC, núm. 1, 2012, pp. 35-46
- CENIDA-UNA (Universidad Nacional Agraria). 2010. Cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum* ó *Solanum lycopersicum*) (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- CITAP-UPAEP (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla). 2017. Guía fotográfica de insectos-plaga y enfermedades del Jitomate en el CITAP-UPAEP (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en https://investigacion.upaep.mx/images/img/editorial_upaep/biblioteca_virtual/pdf/gfiej_email.pdf
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2015. Hortalizas y frutales en Honduras (en línea). Consultado 24 mar. 2025. Disponible en <https://dicta.gob.hn/files/Hortalizas-y-frutales-2015-006.pdf>
- DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2018. Situación del cultivo de tomate en Honduras. (en línea). Consultado 25 mar. 2025. Disponible en <https://www.uepg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/01/AC-TOMATE-V18.2.pdf>
- Gonzales Rezabala, JO; Pilco Alvares, FJ. 2021. Uso de bioestimulantes en la producción de tomate tipo pera en clima cálido tropical (en línea). Tesis de grado, Zamorano, Honduras. Consultado 27 mar. 2025. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d019237d-3c27-4fb4-a8a3-d67d74aa74cf/content>
- Granados, E. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena, Ocos, San Marcos. p. 60. In Ocos, San Marcos, Guatemala.
- Hanan, A.M; Mondragon, P.; Vibrans, H.; Tenorio, P. 2009. Ficha informativa de Solanaceae (en línea). Consultado 25 mar. 2025. Disponible en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon->

[esculentum/fichas/ficha.htm#:~:text=Categ%C3%ADas%20taxon%C3%B3micas%20superiores,:%20Asteridae;%20Orden:%20Solanales.](#)

Harris Moran Seed Company. 2015. Ficha técnica de tomate Pony Express F1 (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://faxdeo.com/fichas/4ad3620945f33c6178a381154a1bd3d4.pdf>

InfoAgronomo. 2023. Fenología del tomate (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://infoagronomo.net/fenologia-del-tomate/>

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2012. Guía de consulta Enfermedades de Tomate (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/GuiaConsultaEnfermedadesTomateWeb.pdf>

Koppert. s.f. Gestión integrada de plagas (GIP) en el cultivo del tomate (en línea, sitio web) Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://www.koppert.es/cultivos/hortalizas-bajo-cultivo-prottegido/tomate/>

Martínez, S. 2014. Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Suelo-y-Preparaci%C3%B3n-del-Terreno-v2007.pdf>

Monda, H.; Fountain, Ryan.; Lamar, Rich. 2022. El efecto bioestimulantes de los ácidos húmicos en plantas de tomate sometidas a estrés nutricional (en línea). Consultado 24 mar. 2025. Disponible en <https://humagro.com/wp-content/uploads/2022/10/Biostimulant-Effect-of-Humic-Acids-On-Tomato-Plants-Research-Report-HG-SPA.pdf>

MydAgro soluciones. 2000. Funciones y Beneficios de los Ácidos Fúlvicos (En línea). Consultado 9 jun. 2013. Disponible en: http://www.mydagro.com/uploads/3/7/1/2/3712142/acidos_fulvicos.pdf

- Premier Seed. 2025. Ficha técnica de tomate Faraón F1 (en línea). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://premierseeds.mx/tomates-indeterminados/>
- Rivera Avilés, AM. 2018. Efecto bioestimulantes de dos abonos orgánicos complementarios en el crecimiento de plantines de tomate (*Solanum lycopersicum* L. Familia: *Solanaceae*) durante la fase de vivero (en línea). Tesis Ing. Agro. El Salvador. Consultado 27 mar. 2025. Disponible en <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/14649a86-825d-47c0-929d-7a3e51da92fa/content>
- SAG (secretaria nacional de Agricultura). 2021. Informe sobre la producción hortícola en Honduras. Consultado 24 mar. 2025. Disponible en <https://www.uepg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/03/AC-HORTALIZAS-V21.3.pdf>
- SEAGRO. s.f. Ficha técnica de tomate Paraíso (en línea, sitio web). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://seagro.hn/product/tomate-paraiso/>
- Sembralia. 2020. Tomate en invernadero ¿Cuáles son los factores agronómicos clave de clima y suelo? Consejos para cultivo de tomates (en línea, sitio web). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://sebralia.com/blogs/blog/tomate-en-invernadero#:~:text=La%20temperatura%20%C3%B3ptima%20para%20el,plantarlo%20en%20las%20fechas%20justas.>
- Silva Batista, W. 2025. Posicionamiento portafolio (BIO). Consultado 5 May. 2025.
- SMEAP (Capacitación Agrícola Aplicada). 2024. Fenología Aplicada en el Cultivo de Tomate (en línea, sitio web). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://smeapmexico.org/fenologia-aplicada-en-el-cultivo-de-tomate/>
- Soto, A. 2021. Enfermedades, plagas y malformaciones comunes del tomate (en línea, sitio web). Consultado 26 mar. 2025. Disponible en <https://extensionesp.umd.edu/2021/07/19/enfermedades-plagas-y-malformaciones-comunes-del-tomate/>

- Tejena, P. 2022. Bioestimulantes para la brotación y el enraizamiento de esquejes en dos variedades de caña de azúcar. Tesis Ing. Agro. Universidad Agraria del Ecuador: Consultado 27 mar. 2025. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TEJENA%20INDIO%PABLO%20PABLO%20ABELARDO.pdf>
- Terry, E; Leyva, A; Diaz, MA. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*lycopersicon esculentum*, mill). Cultivos Tropicales, vol. 26, núm. 3, 2005, pp. 77-81
- Vega Pallo, KV. 2022. Evaluación de dos bioestimulantes en el desarrollo vegetativo de tomate riñón (*lycopersicon esculentum*) en la parroquia eloy alfaro, cantón latacunga. Tesis Ing. Agro. Ceballos-Ecuador. Consultado 27 mar. 2025. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9c385219-bed0-4630-bf42-7c09f4e95a4b/content>
- Wanderlog. 2025. Clima de Danlí (en línea, sitio web). Consultado 6 may. 2025. Disponible en <https://wanderlog.com/es/weather/78911/11/clima-de-danli-en-noviembre?>

IX. ANEXOS



Anexo 1 Surco 2 del ensayo



Anexo 2 Toma de datos en muestreo



Anexo 3 Medición de variable tamaño del tomate



Anexo 4 Surcos de ensayo



Anexo 5 Aplicación del bioestimulantes



Anexo 6 Bioestimulantes Besular



Anexo 7 Aplicación de bioestimulantes



Anexo 8 Cuajado de fruto



Anexo 9 Toma de datos de variables



Anexo 10 Llenado de frutos



Anexo 11 Etapa floración



Anexo 12 Etapa de plantación



Anexo 13 Resultados obtenidos



Anexo 14 Muestreo de flores y racimos