

## Resultados

### de la aplicación de un bioestimulante sobre el rendimiento de un cultivar de pimiento

#### *Results of the application of a biostimulant on the yield of a pepper cultivar*

Recibido: 23/01/26

Aceptado: 10/03/26

Publicado: 19/03/26

Jorge Vicente Cun Carrion<sup>1</sup>

E-mail: [jcun@utmachala.edu.ec](mailto:jcun@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7876-7653>

Alex German Gia Gadñay<sup>1</sup>

E-mail: [aggia@utmachala.edu.ec](mailto:aggia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9277-7196>

Rigoberto Miguel García Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. Machala. Ecuador

\*Autor para correspondencia

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cun Carrion, J. V. · Gia Gadñay, A. G. y García Batista, R. M. (2026). Resultados de la aplicación de un bioestimulante sobre el rendimiento de un cultivar de pimiento. *Revista Científica Agroecosistemas*, 14, e811. <http://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/811>

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes dosis de bioestimulante (ácido salicílico), sobre el rendimiento y la calidad del fruto del pimiento híbrido Marcato F1. El estudio se realizó en la finca “La Bocana”, ubicada en el cantón Arenillas, provincia de El Oro, Ecuador. La investigación se desarrolló mediante un diseño de bloques completos al azar con aplicaciones foliares del bioestimulante durante las etapas de crecimiento y fructificación del cultivo. Se analizaron variables productivas y de calidad del fruto, incluyendo masa, longitud, diámetro y clasificación comercial, empleando análisis estadísticos inferenciales para determinar la respuesta del cultivo. Los resultados evidenciaron que la respuesta del pimiento al ácido salicílico fue dependiente de la dosis aplicada y no presentó un comportamiento lineal, las dosis más altas favorecieron a mejoras consistentes en el rendimiento y en atributos asociados a la calidad comercial del fruto, mientras que una dosis intermedia generó una respuesta fisiológica menos favorable. El diámetro del fruto mostró una variación más estable en comparación con la masa y la longitud, lo que sugiere una menor sensibilidad de este parámetro a la aplicación del bioestimulante. El peso del fruto presentó una correlación positiva con la longitud, lo que indica que la masa se asoció de manera limitada con el crecimiento longitudinal del fruto. La calidad comercial tiene una predominancia de frutos comercializables y un bajo porcentaje de descarte. Los resultados demostraron que el bioestimulante utilizado puede ser considerado como una alternativa viable para mejorar los componentes del rendimiento del pimiento híbrido Marcato F1.

#### Palabras clave:

Ácido Salicílico, Bioestimulantes Vegetales, Cultivar, Componentes del rendimiento.

#### ABSTRACT

The effect of different doses of a biostimulant (salicylic acid) on the yield and fruit quality of the hybrid pepper cultivar Marcato F1 was evaluated. The study was conducted at “La Bocana” farm, located in Arenillas canton, El Oro province, Ecuador. The research was carried out using a randomized complete block design with foliar applications of the biostimulant during the crop growth and fruiting stages. Productive and fruit quality variables were analyzed, including fruit mass, length, diameter, and commercial classification, using inferential statistical analyses to determine crop response. The results showed that the response of pepper to salicylic acid was dose-dependent and did not follow a linear pattern. Higher doses promoted consistent improvements in yield and attributes associated with commercial fruit quality, whereas an intermediate dose generated a less favorable physiological response. Fruit diameter exhibited a more stable variation compared to mass and length, suggesting lower sensitivity of this parameter to biostimulant application. Fruit weight showed a positive correlation with length, indicating that mass was partially associated with longitudinal fruit growth. Commercial quality was characterized by a predominance of marketable fruits and a low percentage of discard. The results demonstrated that the biostimulant evaluated can be considered a viable alternative for improving yield components of the hybrid pepper cultivar Marcato F1.

#### Keywords:

Salicylic Acid, Plant Biostimulants, Cultivar, Yield Components.

## INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) constituye uno de los cultivos hortícolas de mayor relevancia económica y nutricional a nivel mundial, debido a su amplia adaptabilidad, alto valor comercial y significativo aporte de compuestos bioactivos como vitamina C, carotenoides y polifenoles antioxidantes. Durante los últimos años, su producción se ha incrementado de forma sostenida en regiones tropicales y subtropicales, inducida por la intensificación agrícola y la demanda creciente de hortalizas de alta calidad comercial (Acuña *et al.*, 2022; Monge & Loría, 2023). En Ecuador, el cultivo de pimiento ha incrementado su importancia en los sistemas productivos de pequeña y mediana escala, particularmente en zonas con limitaciones climáticas, donde el rendimiento depende en gran medida de prácticas agronómicas eficientes y sostenibles (Chiquitarco *et al.*, 2021; Ortega *et al.*, 2022).

Sin embargo, el rendimiento y la calidad del fruto continúan siendo altamente sensibles a factores ambientales adversos como estrés térmico, déficit hídrico y variabilidad edáfica, condiciones frecuentes en zonas semiáridas del sur del país. Estas limitaciones han motivado la búsqueda de alternativas agronómicas que permitan mejorar la eficiencia fisiológica del cultivo sin incrementar el uso intensivo de fertilizantes sintéticos o reguladores químicos convencionales, los cuales pueden generar impactos negativos sobre el suelo y el agroecosistema (Anastacio *et al.*, 2024). Por ello, los bioestimulantes vegetales son herramientas clave dentro de agricultura sostenible y agroecológica. Entre ellos, el ácido salicílico se destaca como un bioestimulante que regula múltiples procesos fisiológicos, incluyendo la señalización de defensa, la fotosíntesis, la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés abiótico (Hayat *et al.*, 2010; Calvo *et al.*, 2014). Estudios recientes indican que su aplicación exógena, a concentraciones adecuadas, puede mejorar significativamente el crecimiento vegetal y la productividad en diversos cultivos hortícolas, actuando como modulador del metabolismo y del balance hormonal de la planta (Javalera *et al.*, 2024; Torres *et al.*, 2024).

En el cultivo de pimiento, la aplicación foliar de ácido salicílico ha sido asociada con incrementos en variables productivas clave, tales como la masa, longitud y diámetro del fruto, así como con mejoras en la uniformidad y calidad comercial. Investigaciones realizadas durante la última década reportan que el ácido salicílico favorece la división y elongación celular, optimiza el transporte de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos y reduce el impacto del estrés oxidativo durante las fases críticas de floración y fructificación (Kaur *et al.*, 2024; Soler *et al.*, 2024; Sobczack *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2022). De esta manera, se ha evidenciado que su efecto es dosis-dependiente, pudiendo generar respuestas inhibitorias cuando se emplean concentraciones intermedias o inadecuadas, lo que resalta la importancia de definir rangos óptimos de aplicación (Rivas-San Vicente & Plasencia, 2011; Hayat *et al.*, 2010).

A pesar de estos avances, la mayoría de los estudios disponibles se han desarrollado en condiciones controladas

o utilizando cultivares genéricos, existiendo una limitada información científica sobre la respuesta de híbridos comerciales específicos bajo condiciones de campo en ambientes semiáridos. El híbrido Marcato F1, ampliamente utilizado por productores del sur del Ecuador por su vigor vegetativo y aceptación comercial, carece de evaluaciones sistemáticas que analicen su respuesta productiva y de calidad frente a la aplicación de ácido salicílico, lo que limita la transferencia tecnológica y la adopción de esta práctica a nivel productivo (Du Jardin, 2015; Bosland *et al.*, 2012).

La provincia de El Oro presenta condiciones edafoclimáticas caracterizadas por temperaturas elevadas, baja precipitación anual y suelos con variabilidad en su estructura y fertilidad, factores que inciden directamente en el desempeño fisiológico del cultivo de pimiento (Carrera-Villacrés *et al.*, 2016). Por tanto, la incorporación de bioestimulantes de bajo impacto ambiental, como el ácido salicílico, constituye una alternativa agronómica viable para fortalecer la resiliencia del cultivo, mejorar la eficiencia productiva y contribuir a la sostenibilidad del sistema agrícola (Anastacio *et al.*, 2024). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de las aplicaciones del bioestimulante (ácido salicílico), sobre el rendimiento y la calidad del fruto del pimiento híbrido Marcato F1.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó bajo condiciones de campo en la finca "La Bocana", ubicada en la parroquia Palmal, cantón Arenillas, provincia de El Oro, Ecuador. El área se ubica en las coordenadas geográficas 3°41'24" S y 80°6'36" W, a una altitud de 15 msnm. El sitio de estudio presentó un clima cálido seco, con una temperatura media anual aproximada de 27 °C, precipitación anual cercana a 500 mm y humedad relativa promedio del 85%, condiciones representativas de zonas semiáridas del sur ecuatoriano. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área corresponde a Monte Espinoso Tropical (Me-T), caracterizado por limitaciones hídricas y alta demanda evaporativa, factores que influyen directamente en la respuesta fisiológica del cultivo (Derguy *et al.*, 2019).

El cultivar de pimiento utilizado fue híbrido Marcato F1, fruto de paredes rectas, lisas y brillantes, de forma tipo cónico con 2-3 lóbulos, fruto de color verde oscuro a rojo brillante en la etapa final, planta vigorosa con crecimiento continuo y hojas con buena cobertura de follaje, peso: 220 gr, tamaño: 17-20 cm y HR (Alta Resistencia): Tm:0-2 / PVY:0,1 (Fig. 1), que se caracteriza por su alta aceptación comercial, vigor vegetativo y adaptación a condiciones edafoclimáticas del sur del Ecuador. Este híbrido ha sido reportado como tolerante a estrés térmico moderado y con buen desempeño productivo en sistemas de campo abierto, lo que lo convierte en un material adecuado para evaluar la respuesta a bioestimulantes hormonales (Du Jardin, 2015; Bosland, 2012). Fig. 1.



**Fig. 1.** Marcato F1 - Pimiento tipo cónico

**Fuente:** <https://www.imporalaska.com/uploads/cache/c/ce/ced/ced6/pic-1560888396-1560888405-ced6d2065287d8d-6dbbc07289f7da55a.jpg>

Se evaluaron variables productivas y de calidad del fruto durante la cosecha, las que se relacionan a continuación:

- 1. Peso de la masa del fruto (g):** se determinó mediante el pesaje individual de los frutos utilizando una balanza SF-400, registrándose el valor promedio por tratamiento.
- 2. Longitud del fruto (cm):** se midió desde la base hasta el pedúnculo utilizando regla.
- 3. Diámetro del fruto (cm):** se midió en la zona media del fruto con un pie de Rey o calibrador de Vernier.
- 4. Calidad comercial del fruto:** los frutos se clasificaron en primera, segunda y no comerciales, de acuerdo con criterios de forma, tamaño, uniformidad y ausencia de daños visibles.

El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Cada parcela tuvo un área de 16 m<sup>2</sup> (4m x 4m), 40 plantas por parcela, con una densidad de siembra de 25 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se evaluaron las plantas ubicadas en los dos surcos centrales y así evitar el efecto de borde; 16 plantas por parcela, 80 plantas por bloque y 320 plantas útiles para el ensayo, siguiendo criterios metodológicos utilizados en ensayos agronómicos de campo (Sobczak *et al.*, 2024; Monge & Loría, 2023). El diseño garantizó una distribución homogénea de los tratamientos, permitiendo evaluar de manera precisa el efecto de las diferentes dosis de ácido salicílico.

Para minimizar los efectos de la variabilidad natural del cultivo se replicó el estudio en cuatro. Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar de diferentes dosis de bioestimulante (ácido salicílico As), concentración de 200 g As/L, % p/v: 99.55 %, con una dosificación sugerida foliar de 100 mL/ha<sup>-1</sup> (Tabla 1).

Tabla 1. Detalle de los tratamientos aplicados en el ensayo

Identificación	Ácido salicílico (g/ha-1)	% de dosis
T0	0 (Testigo)	0
T1	5	25
T2	10	50
T3	15	75
T4	20	100

La selección del rango de dosis se basó en estudios previos que reportan respuestas fisiológicas positivas del ácido salicílico en cultivos hortícolas a concentraciones bajas y medias, así como efectos diferenciados cuando se incrementa la dosis aplicada (Torres *et al.*, 2024; Rivas-San Vicente & Plasencia, 2017; Hayat *et al.*, 2010).

### Manejo y conducción de estudio

Las aplicaciones de ácido salicílico se realizaron por vía foliar, con frecuencia semanal durante las etapas de crecimiento vegetativo y fructificación. Las aplicaciones se efectuaron en horas de la mañana, con el propósito de minimizar pérdidas por evaporación y asegurar mayor absorción del producto, siguiendo recomendaciones técnicas para la aplicación de bioestimulantes hormonales (Javalera *et al.*, 2024).

El manejo agronómico del cultivo fue homogéneo para todos los tratamientos e incluyó control manual de malezas, riego por gravedad conforme a las necesidades hídricas del cultivo. Estas prácticas se implementaron con el objetivo de reducir la interferencia de factores externos y asegurar que las diferencias observadas se atribuyeran principalmente al efecto de los tratamientos evaluados (Viera *et al.*, 2020).

Para el procesamiento de los datos obtenidos se realizó mediante estadística descriptiva y análisis inferencial. Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas utilizando las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene. Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar el efecto de las dosis de ácido salicílico sobre las variables evaluadas, cuando se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), se aplicaron pruebas de comparación múltiple de medias. Para la variable calidad comercial del fruto, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado con un nivel de confianza del 95%, para evaluar la asociación entre las dosis de ácido salicílico y las categorías de calidad. Letras diferentes sobre cada barra indican una diferencia estadísticamente significativa entre las dosis de ácido salicílico para cada variable evaluada. Se realizó la correlación entre tratamientos aplicados y variables evaluadas. Todos los análisis estadísticos se realizaron, siguiendo procedimientos metodológicos comúnmente empleados en estudios agronómicos experimentales (Soler *et al.*, 2024; Sobczak *et al.*, 2024).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

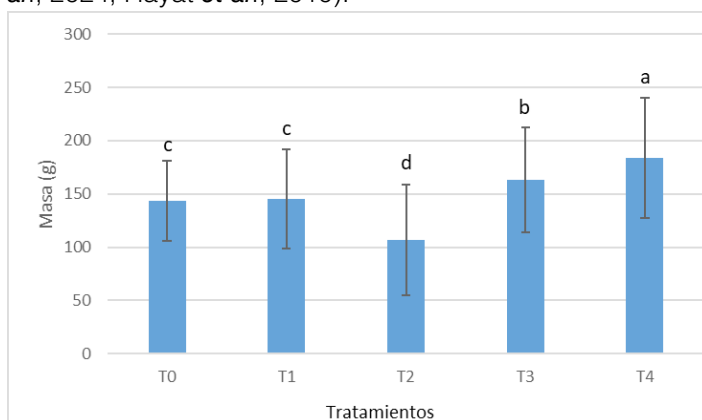
El análisis de los datos o variables estudiadas nos permitió obtener los siguientes resultados; lo que se muestran a continuación.

### Peso de la masa del fruto

El pimiento presentó diferencias estadísticamente significativas en relación de las dosis de ácido salicílico aplicadas ( $p < 0,05$ ). Los valores promedio mostraron una respuesta diferencial entre tratamientos, con un comportamiento no lineal claramente definido. El tratamiento testigo registró una masa media de 143,52 g, mientras que la dosis de 5 g ha<sup>-1</sup> presentó un valor similar (145,09 g), sin diferencias estadísticas entre ambos. No obstante, la dosis intermedia de 10 g ha<sup>-1</sup> evidenció una reducción de la masa del fruto (106,66 g), constituyéndose como el valor más bajo observado (Fig. 2).

Las dosis más elevadas de ácido salicílico generaron los mayores incrementos en la masa del fruto, sobresaliendo los tratamientos de 15 y 20 g ha<sup>-1</sup>, con valores promedio de 162,87 y 183,77 g, estos tratamientos mostraron diferencias significativas respecto al testigo y a las dosis bajas, lo que muestra un efecto estimulante del ácido salicílico sobre la acumulación de biomasa del fruto cuando se aplica dentro de rangos adecuados.

El incremento observado en la masa del fruto a dosis altas puede atribuirse a la acción del ácido salicílico como modulador fisiológico, favoreciendo la eficiencia fotosintética, la movilización de fotoasimilados y la expansión celular durante el desarrollo del fruto. Este comportamiento coincide con lo citado en Khan *et al.*, (2015) & Hayat *et al.*, (2010), que señalan que el ácido salicílico incrementa la capacidad metabólica de la planta y optimiza el transporte de carbohidratos hacia los órganos de reserva. Resultados similares han sido reportados en Sobczak *et al.*, (2019) & Khan *et al.*, (2015), que obtuvieron incrementos significativos en la masa del fruto bajo aplicaciones foliares de este regulador del crecimiento. La reducción de la masa observada en la dosis de 10 g ha<sup>-1</sup> sugiere la presencia de un efecto inhibitorio transitorio, que pudo estar dado por un desbalance hormonal o a la activación de mecanismos de respuesta al estrés que limitan temporalmente el crecimiento del fruto. Este tipo de respuesta ha sido descrito previamente en cultivos hortícolas, donde concentraciones intermedias de ácido salicílico inducen estrés fisiológico leve antes de manifestarse un efecto estimulante a dosis superiores (Soler *et al.*, 2024; Hayat *et al.*, 2010).



**Fig. 2.** Efecto de diferentes dosis de ácido salicílico sobre la masa del fruto del pimiento híbrido Marcato F1

Leyenda: Columnas con superíndices diferentes difieren para  $P < 0,05$

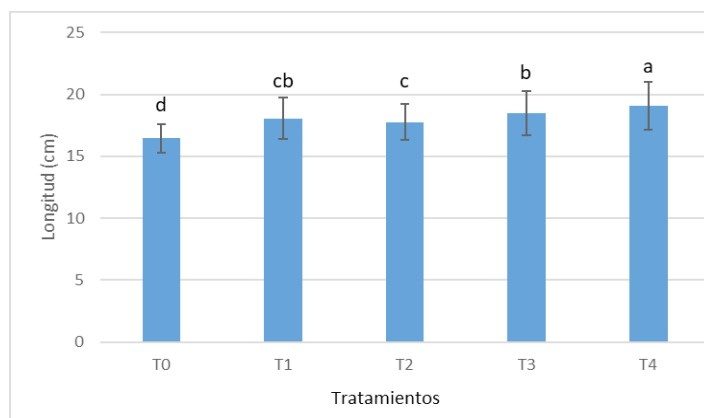
### Longitud del fruto

La longitud del fruto presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en función de las dosis de ácido salicílico aplicadas ( $p < 0,05$ ). Los valores promedio evidenciaron una tendencia general al incremento de la longitud del fruto conforme aumentó la dosis del bioestimulante, con una clara diferenciación entre tratamientos.

El tratamiento testigo (T0), registró la menor longitud promedio del fruto (16,46 cm), diferenciándose significativamente de los tratamientos con aplicación de ácido salicílico, la dosis de 5 g ha<sup>-1</sup> mostró un incremento moderado (18,06 cm), por otra parte, la dosis intermedia de 10 g ha<sup>-1</sup> presentó un valor ligeramente inferior (17,75 cm), aunque ambos tratamientos se ubicaron en un grupo intermedio, las mayores longitudes se observaron en los tratamientos de 15 y 20 g ha<sup>-1</sup>, con valores promedio de 18,48 y 19,09 cm, siendo este último el tratamiento que alcanzó la máxima longitud del fruto (Fig. 3).

El aumento de la longitud del fruto a dosis elevadas de ácido salicílico puede explicarse por su efecto sobre los procesos de elongación celular y expansión de tejidos durante el desarrollo del fruto. Diversos estudios han señalado que el ácido salicílico actúa como regulador del crecimiento, favoreciendo la actividad de enzimas relacionadas con la extensibilidad de la pared celular y optimizando la asimilación y redistribución de nutrientes hacia los órganos reproductivos (Kaur *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2022). En pimiento, incrementos similares en la longitud del fruto asociados a la aplicación de ácido salicílico han sido reportados por (Sobczak *et al.*, 2024; Soler *et al.*, 2024), quienes destacan su influencia positiva sobre atributos de calidad comercial.

La respuesta observada en la dosis de 10 g ha<sup>-1</sup>, que no superó a la dosis de 5 g ha<sup>-1</sup>, sugiere nuevamente un comportamiento no lineal del cultivo frente a la aplicación de ácido salicílico. Este patrón coincide con lo descrito por (Rivas-San Vicente & Plasencia, 2011; Hayat *et al.*, 2010), quienes indican que concentraciones intermedias de este regulador pueden inducir ajustes fisiológicos que limitan temporalmente el crecimiento antes de manifestarse efectos estimulantes a dosis superiores.



**Fig. 3.** Efecto de diferentes dosis de ácido salicílico sobre la longitud del fruto del pimiento híbrido Marcato F1

Leyenda: Columnas con superíndices diferentes difieren para  $P < 0,05$

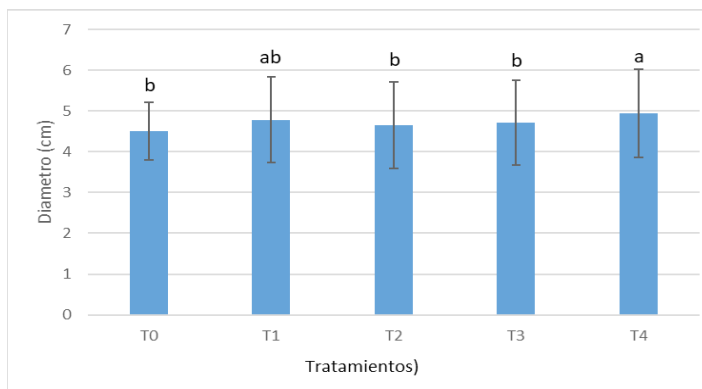
### Diámetro del fruto

El diámetro del fruto presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en función de las dosis de ácido salicílico aplicadas ( $p < 0,05$ ). La magnitud de la respuesta fue menor en comparación con la observada para la masa y la longitud del fruto, evidenciando una variación más conservadora de este parámetro morfológico (Fig. 4).

El T0 registró un diámetro promedio de 4,50 cm, mientras que la aplicación de 5 g ha<sup>-1</sup> produjo un ligero incremento (4,78 cm), ubicándose ambos tratamientos en grupos estadísticos próximos. La dosis intermedia de 10 g ha<sup>-1</sup> mostró un valor similar (4,65 cm), sin diferencias claras respecto a las dosis bajas. Por otra parte, el tratamiento de 15 g ha<sup>-1</sup> alcanzó un diámetro promedio de 4,70 cm, manteniendo un comportamiento intermedio. El mayor diámetro del fruto se registró en la dosis de 20 g ha<sup>-1</sup>, con un valor promedio de 4,95 cm, diferenciándose estadísticamente del testigo y de los tratamientos con dosis menores.

La respuesta limitada del diámetro del fruto frente a la aplicación de ácido salicílico coincide con lo reportado en la literatura, donde se indica que este parámetro depende en mayor medida de factores genéticos y del ambiente, y es menos sensible a reguladores del crecimiento en comparación con la masa y la longitud del fruto (Kaur *et al.*, 2024; Soler *et al.*, 2024). En este sentido, el ácido salicílico favorece la elongación y la acumulación de biomasa del fruto, más que el ensanchamiento del mismo.

El incremento observado a la dosis más alta sugiere que, bajo concentraciones elevadas el ácido salicílico puede contribuir de forma moderada al aumento del diámetro del fruto y a una optimización del transporte de lo asimilado. Sin embargo, la alta variabilidad entre tratamientos indica que este efecto es secundario y no constituye el principal mecanismo de mejora del rendimiento en el híbrido Marcato F1.



**Fig. 4.** Efecto de diferentes dosis de ácido salicílico sobre el diámetro del fruto del pimiento híbrido Marcato F1

Leyenda: Columnas con superíndices diferentes difieren para  $P < 0,05$

El análisis de correlación de Pearson evidenció asociaciones positivas estadísticamente significativas, pero de baja magnitud entre las variables del pimiento (Tabla 2).

El peso del fruto mostró una correlación positiva baja con la longitud del fruto  $r = 0,23$  lo que indica que los frutos más

largos tendieron a presentar una mayor masa, este resultado sugiere que la elongación del fruto contribuye parcialmente a la acumulación de biomasa, pero no constituye el único factor determinante del peso final del fruto. Por otra parte, la masa del fruto presentó una correlación positiva baja con el diámetro del fruto  $r = 0,19$  lo que evidencia que el ensanchamiento del fruto tuvo una influencia limitada sobre el incremento del peso. Este comportamiento refuerza la idea de que la expansión del fruto desempeña un papel secundario en la acumulación total de biomasa en comparación con otros procesos de crecimiento. Finalmente, la correlación entre longitud y diámetro del fruto fue también positiva y de baja magnitud  $r = 0,16$  lo que indica que ambos parámetros morfológicos no aumentaron de manera proporcional durante el desarrollo del fruto, sino que respondieron de forma parcialmente independiente.

**Tabla 2.** Correlación de Pearson, de peso, longitud y diámetro de fruto del pimiento híbrido Marcato F1

	Peso fruto	Longitud fruto	Diámetro fruto
Peso fruto	-		
Longitud fruto	$r = 0,23$ $n = 320$ $p = 0,0000$	-	
Diámetro fruto	$r = 0,19$ $n = 320$ $p = 0,0000$	$0,16$ $320$ $0,0003$	-

$r =$  Correlación,  $n =$  Tamaño muestra,  $p =$  Valor- $p$

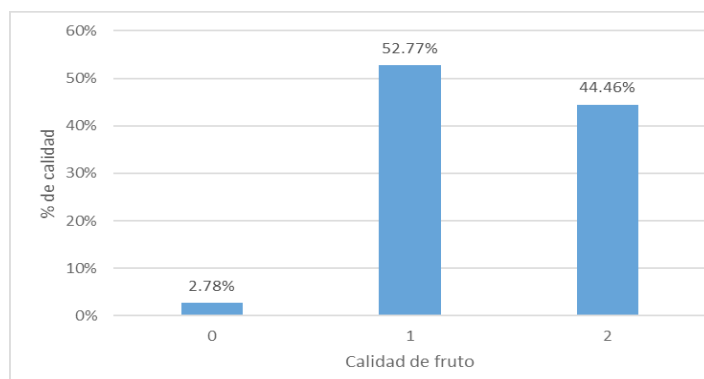
### Calidad comercial del fruto

La calidad comercial del fruto mostró una distribución diferenciada entre las categorías evaluadas, evidenciando una predominancia clara de frutos clasificados como de primera y segunda calidad. Del total de frutos evaluados, el 52,77 % correspondió a la categoría de primera calidad, seguido por un 44,46 % clasificado como segunda calidad, mientras que solo el 2,78 % fue considerado no comercial (Fig. 5).

La alta proporción de frutos de primera calidad indica que la aplicación del bioestimulante, favorecieron el desarrollo de frutos con características comerciales adecuadas en términos de tamaño, forma y uniformidad. Este comportamiento es consistente con los incrementos observados en masa y longitud del fruto, variables que influyen directamente en los criterios de clasificación comercial del pimiento, estudios previos han señalado que el ácido salicílico mejora la eficiencia fisiológica del cultivo, lo que se traduce en frutos con mejor apariencia y mayor valor comercial (Sobczak *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2022).

La baja proporción de frutos no comerciales sugiere que la aplicación del bioestimulante no generó efectos fitotóxicos ni alteraciones morfológicas severas, incluso en las dosis más altas evaluadas. Este resultado coincide con lo reportado en (Kaur *et al.*, 2024; Torres *et al.*, 2024), quienes indican que, cuando se aplica en rangos adecuados, el

ácido salicílico contribuye a mejorar la calidad del fruto sin incrementar el descarte productivo.



**Fig. 5.** Distribución porcentual de la calidad comercial del fruto del pimiento híbrido Marcato F1

## CONCLUSIONES

Los resultados de la aplicación de bioestimulante muestra como el T3 (15g ha<sup>-1</sup>) y T4 (20 g ha<sup>-1</sup>), se identificaron como las más eficientes para mejorar el rendimiento del cultivo, al incrementar de forma significativa la masa y la longitud del fruto, variables estrechamente relacionadas con la acumulación de biomasa y la calidad comercial. El diámetro del fruto presentó una respuesta más conservadora frente a la aplicación de ácido salicílico, lo que sugiere que esta variable está condicionada por factores genéticos y ambientales. El peso del fruto - longitud del fruto presentó una correlación positiva, lo que indica que la mayor masa se asoció de manera limitada con el crecimiento longitudinal del fruto. Recomendándose el uso de este bioestimulante en el cultivo de pimiento híbrido Marcato F1.

### Conflicto de Intereses:

Los autores de este artículo no presentan conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores:

Jorge Vicente Cun Carrión: Redacción del borrador original, Visualización, Software, Recursos, Metodología, Análisis formal.

Alex German Gia Gadñay; Rigoberto Miguel García Batista: Redacción (revisión y edición), Redacción del borrador original, Visualización, Validación, Supervisión, Software, Metodología, Investigación, Análisis formal, Curación de datos, Conceptualización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, R. O., Acuña, R. B., & Cobo, M. E. (2022). Producción hortícola y seguridad alimentaria en sistemas agrícolas intensivos de América Latina. *Sociedad y Economía*, 47, e10211382. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i47.11382>

Anastacio, A. G., González, F. J., & Zermeño, G. A. (2024). Effect of biostimulants on growth, physiology and biochemical quality of raspberry under water stress. *Terra Latinoamericana*, 42, e1772. <https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1772>

Bosland, P. W., Votava, E. J., & Votava, E. M. (2012). *Peppers: vegetable and spice capsicums* (22). Cabi. <https://doi.org/10.1079/9781845938253.0000>

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and soil*, 383(1), 3-41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

Carrera-Villacrés, David Vinicio, Guevara-García, Paulina Valeria, Tamayo-Bacacela, Lizbeth Carolina, Balarezo-Aguilar, Ana Lucía, Narváez-Rivera, César Alfonso, & Morocho-López, Diana Rosa. (2016). Filling series annual meteorological data by statistical methods in the coastal zone from Ecuador and Andes, and calculation of rainfall. *Idesia (Arica)*, 34(3), 81-90. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300010>

Chiquitarco, E. V., Raura, R. J., y Gavilánez, B. T. (2021). Experiencias productivas con pimiento (capsicum annum L) con abonos orgánicos en el subtropico del Ecuador. *Rev. Ciencia Latina*, 5(4), 1-11. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i4.622](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.622)

Derguy, María R.; Frangi, Jorge L.; Drozd, Andrea A.; Arhuri, Marcelo F.; Martinuzzi, Sebastián. 2019. Holdridge life zone map: Republic of Argentina. Gen. Tech. Rep. IITF-GTR-51. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry. 48 p. <https://doi.org/10.2737/IITF-GTR-51>

Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. *Environmental and experimental botany*, 68(1), 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>

Javalera-Rincón, M. D. L., González-Fuentes, J. A., Benavides-Mendoza, A., Robledo-Olivo, A., Lara-Reimers, E. A., & Morelos-Moreno, Á. (2024). Effect of Biostimulants on Strawberry (Fragaria ananasa cv. Albion) Production and Quality Under Water Stress. *Terra Latinoamericana*, 42. <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v42i.1937>

Kaur, T., Sharma, A., Sharma, Sonika, Sharma, N. y Sharma, Shivam. (2024). Efecto de los reguladores del crecimiento vegetal en el crecimiento y la producción de pimiento (Capsicum annum L.). *Revista Internacional de Medio Ambiente, Agricultura y Biotecnología*, 9(5), 231-240. <https://doi.org/10.22161/ijeab.95.27>

- Khan, M. I. R., Fatma, M., Per, T. S., Anjum, N. A., & Khan, N. A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in plant science*, 6, 462. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00462>
- Monge-Pérez, J. E., & Loría-Coto, M. (2023). Híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.): evaluación agronómica. *Revista de I+ D Tecnológico*, 19(2), 76-81. <https://doi.org/10.33412/idt.v19.2.3815>
- Ortega, J. G., Cajape, E. E., Velázquez, R. V., Campana, W. N., & Piguave, C. C. (2022). Selección de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) para puerto la boca, Ecuador: selección de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.). UNESUM-Ciencias. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 63-72. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.628>
- Rivas-San Vicente, M., & Plasencia, J. (2011). *Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development*. *Journal of experimental botany*, 62(10), 3321-3338. <https://doi.org/10.1093/jxb/err031>
- Sobczak, A., Pióro-Jabrucka, E., Gajc-Wolska, J., & Kowalczyk, K. (2024). Effect of salicylic acid and calcium on growth, yield, and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown hydroponically. *Agronomy*, 14(2), 329.
- Soler, J. C. T., Gómez, L. G. G., Jiménez-Arteaga, M. C., Martínez, I. P., & Argente-Martínez, L. (2024). Respuesta fisiológica y agronómica del pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. Labrador a la aplicación de bioestimulantes. *Trends in Agricultural and Environmental Sciences*, e240002-e240002. <https://doi.org/10.46420/TAES.e240002>
- Torres-Tomaselli, E. V., Solano, K. A. O., Iglesias, H. I. P., & Delgado, I. R. (2024). Respuesta del cultivo de pimiento a diferentes dosis de aplicación de nitrógeno, granja Santa Inés. *Polo del Conocimiento*, 9(3), 2515-2533. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i3.6804>
- Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., ... & Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080200128>
- Wang, J., Allan, A. C., Wang, W. Q., & Yin, X. R. (2022). The effects of salicylic acid on quality control of horticultural commodities. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 50(2-3), 99-117. <https://doi.org/10.1080/01140671.2022.2037672>