



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
INSTITUTO DE POSGRADO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE MAESTRÍA EN MODALIDAD  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**EFFECTO DE ELICITORES EN TOMATE (LYCOPERSICUM  
ESCULENTUM) EN SUELOS CALCAREOS COMO ALTERNATIVA  
SOSTENIBLE PARA PRODUCTORES**

**CAROLINA PAULETTE CAMPOS CUENCA**

*Bajo la tutoría del Profesor/a*  
**Ing. Fernando Jair Toro Avelino PH.D**

Trabajo de titulación como requisito parcial para la obtención del grado de **Máster en Agropecuaria, mención Desarrollo Rural Sostenible**, en el Programa de Posgraduación en Agropecuaria.

Salinas, Santa Elena

Enero de 2024

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**TUTOR:** Ing. Fernando Jair Toro Avelino PH.D

### **CERTIFICA:**

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “EFECTO DE ELICITORES EN TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM*) EN SUELOS CALCAREOS COMO ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA PRODUCTORES”, elaborado por la ING. CAROLINA PAULETTE CAMPOS CUENCA, egresada de la Maestría en Agropecuaria, mención Desarrollo Rural Sostenible, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magister en Agropecuaria, mención Desarrollo Rural Sostenible, me permito declarar que luego de haber dirigido científicamente y técnicamente en su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos y científicos, razón por el cual la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

Ing. Fernando Jair Toro Avelino  
TUTOR

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, CAROLINA PAULETTE CAMPOS CUENCA, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente artículo profesional de alto nivel, como requerimiento previo para la obtención del título de MAGISTER EN AGROPECUARIA, MENCIÓN DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.

---

Carolina Paulette Campos Cuenca  
C.I. 0704785237

## **DERECHOS DE AUTOR**

Yo CAROLINA PAULETTE CAMPOS CUENCA, autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de artículo profesional de alto nivel con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

---

Carolina Paulette Campos Cuenca  
C.I. 0704785237

## **TRIBUNAL DE GRADO**

Trabajo de Titulación presentado por **CAROLINA PAULETTE CAMPOS CUENCA** como requisito parcial para la obtención del grado de Máster en Agropecuaria, mención Desarrollo Rural Sostenible.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ (Día, mes, año)

---

Ing. Verónica Cristina Andrade Yucailla,  
Ph.D.  
**COORDINADORA DEL PROGRAMA**

---

Ing. Mercedes Santistevan Méndez,  
Ph.D.  
**DOCENTE ESPECIALISTA 1**

---

Ing. Néstro Alberto Orrala Borbor  
Ph.D.  
**DOCENTE ESPECIALISTA 2**

---

Ing. Fernando Jair Toro Avelino Ph.D.  
**DOCENTE TUTOR**

---

Abg. María Rivera González, Mgtr.  
**SECRETARIA GENERAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por cada oportunidad que me brinda día a día, a mi familia y amigos por su apoyo a lo largo de este proceso, sus palabras de aliento y comprensión fueron mi motivación constante.

Quiero expresar mi agradecimiento a Implementfarm por brindar las instalaciones necesarias para el desarrollo de este proyecto de manera exitosa.

Expreso mi gratitud a mi tutor el Ing. Jair Toro, por su orientación y dedicación en el desarrollo de la investigación.

Gracias a todos por ser parte de este importante proceso de formación y enseñanza académica.

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme el amor incondicional y a mi amada familia, quienes siempre han sido mi fuente de inspiración, de apoyo incondicional y por alentarme a perseguir mis sueños.

Dedico este trabajo a la memoria de mi abuelo Segundo Cuenca, cuyo espíritu y enseñanzas perduran.

A mis amigos cercanos quienes me ayudaron en mis desafíos académicos y Arturo por su constante estímulo y compañía en momentos de cansancio y desafíos durante este proceso de aprendizaje.

¡Este logro es para ustedes!

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>Problema científico .....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>4</b>
Objetivo General:.....	4
Objetivos Específicos: .....	4
<b>Hipótesis: .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Producción de tomate en Ecuador .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Producción de Tomate en Santa Elena.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Suelos agrícolas calcáreos de Santa Elena.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Alcalinidad frente a la producción agrícola.....</b>	<b>7</b>
1.4.1 La alcalinidad sobre la actividad biológica.....	7
1.4.2 Alcalinidad sobre la solubilidad de especies químicas del suelo.....	7
1.4.3 Alcalinidad sobre la estructura del suelo .....	8
<b>1.5 Elicitores como alternativa sostenible.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 Ácido Cítrico .....</b>	<b>9</b>
<b>1.7 Ácido ascórbico .....</b>	<b>10</b>
<b>1.8 Ácido benzoico .....</b>	<b>11</b>
<b>1.9 Alga <i>Kappaphycus alvarezii</i> .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Ubicación del área de estudio .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Tipo de investigación .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Materiales y equipos.....</b>	<b>14</b>
2.3.1 Material vegetal .....	14
2.3.2 Elicitores .....	14
2.3.3 Material de campo.....	14
<b>2.4 Diseño de investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Delineamiento experimental .....</b>	<b>16</b>
<b>2.6 Manejo del experimento.....</b>	<b>16</b>

2.6.1.1	Sustrato .....	16
2.6.1.2	Riego .....	16
2.6.1.3	Fertilización .....	16
2.6.1.4	Elicitores.....	17
2.6.1.4	Tutoreo.....	17
2.6.1.5	Croquis .....	17
<b>2.7</b>	<b>Variables a evaluar .....</b>	<b>18</b>
2.7.1	Variables Dependientes.....	18
2.7.1.1	Porcentaje de Germinación .....	18
2.7.1.2	Altura de planta. ....	18
2.7.1.3	Diámetro de la planta .....	18
2.7.1.4	Número de hojas.....	18
2.7.1.5	Altura de la sexta hoja.....	18
2.7.1.6	Número de flores.....	19
2.7.1.7	Número de frutos.....	19
2.7.1.8	Características del fruto.....	19
2.7.1.9	Peso fresco de la raíz.....	19
2.7.1.10	Peso fresco del tallo.....	20
2.7.1.11	Peso fresco de las hojas.....	20
2.7.1.12	Peso fresco de frutos .....	20
2.7.1.13	Peso seco de la raíz.....	20
2.7.1.14	Peso seco de tallo .....	20
2.7.1.15	Peso seco de hojas.....	20
2.7.1.16	Peso seco de frutos .....	21
<b>2.8</b>	<b>Análisis de los resultados .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Porcentaje de germinación .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2</b>	<b>Altura de planta .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Diámetro del tallo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4</b>	<b>Número de hojas .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5</b>	<b>Altura de la sexta hoja.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6</b>	<b>Número de flores.....</b>	<b>30</b>
<b>2.7</b>	<b>Número de frutos .....</b>	<b>32</b>
<b>2.8</b>	<b>Características del fruto.....</b>	<b>33</b>
<b>2.9</b>	<b>Peso fresco y seco de la raíz .....</b>	<b>35</b>
<b>2.10</b>	<b>Peso fresco y seco del tallo .....</b>	<b>37</b>
<b>2.11</b>	<b>Peso fresco y peso seco de las hojas.....</b>	<b>38</b>

<b>2.12</b>	<b>Peso fresco y peso seco del fruto.....</b>	<b>39</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Principales provincias productoras de Tomate riñón. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Descripción de los tratamientos, con DCA. ....	15
<b>Tabla 3.</b> Esquema del análisis de varianza .....	15
<b>Tabla 4.</b> Esquema del análisis de varianza .....	17
<b>Tabla 5.</b> Clasificación de los estados de madurez, con el base al color externo. ....	19
<b>Tabla 6.</b> Efecto de Elicitores en la germinación de plantas de tomate a los 3,6 y 9 días después de la siembra en suelos calcáreos -log (X.1000).....	24
<b>Tabla 7.</b> Efecto de Elicitores en la altura de las plantas a los 20,34,48,62 y 76 días de la siembra.....	26
<b>Tabla 8.</b> Efecto de Elicitores en el diámetro de los tallos a los 34,48,62 y 76 días de la siembra.....	28
<b>Tabla 9.</b> Efecto de Elicitores en el número de hojas a los 20,34,48 y 76 días de la siembra. ....	29
<b>Tabla 10.</b> Efecto de Elicitores en la altura de la sexta hoja de la planta a los 76 días de la siembra.....	30
<b>Tabla 11.</b> Efecto de Elicitores en el número de flores a los 20,34, 48, 62 y 76 días de la siembra.....	32
<b>Tabla 12.</b> Efectos de Elicitores en el número de frutos a los 76 días de la siembra. ....	33
<b>Tabla 13.</b> Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco de la raíz a los 76 días de la siembra. ....	36
<b>Tabla 14.</b> Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco del tallo a los 76 días de la siembra. ....	38
<b>Tabla 15.</b> Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco de las hojas a los 76 días de la siembra.....	39
<b>Tabla 16.</b> Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco del fruto a los 76 de la siembra. ....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> .a)Mapa de predicción del Ecuador del pH (pHAO) y (b) Mapa de incertidumbre. .6	6
<b>Figura 2.</b> (a) Mapa de Ecuador con el pH clasificado(pHAQ) y (b) Gráfica de distribución de clases a nivel nacional. ....6	6
<b>Figura 3.</b> Ubicación de las instalaciones IMPLEMENTFARM..... 13	13
<b>Figura 4.</b> Tomate en los seis estados de maduración evaluados..... 19	19
<b>Figura 5.</b> Efecto de ácido cítrico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra ..... 34	34
<b>Figura 6.</b> Efecto de ácido ascórbico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra ..... 34	34
<b>Figura 7.</b> Efecto de ácido benzoico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra. .... 34	34
<b>Figura 8.</b> Efecto de <i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra..... 35	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo 1.** Resultado de sistema Antiplagio Compilatio

**Anexo 2.** Tablas del análisis de la varianza de cada variable a evaluar

**Tabla 1A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 3 días después de la siembra.

**Tabla 2A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 6 días después de la siembra.

**Tabla 3A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 9 días después de la siembra.

**Tabla 4A.** Análisis de la varianza de la altura de la plana a los 20 días de la siembra.

**Tabla 5A.** Análisis de la varianza de la altura de la plana a los 34 días de la siembra.

**Tabla 6A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 48 días de la siembra.

**Tabla 7A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 62 días de la siembra.

**Tabla 8A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 76 días de la siembra.

**Tabla 9.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 34 días de la siembra.

**Tabla 10A.** Análisis de la varianza del diámetro de la planta a los 48 días de la siembra.

**Tabla 11A.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 62 días de la siembra.

**Tabla 12A.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 76 días de la siembra.

**Tabla 13A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 20 días de la siembra.

**Tabla 14A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 34 días de la siembra.

**Tabla 15A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 48 días de la siembra.

**Tabla 16A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 62 días de la siembra.

**Tabla 17A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 76 días de la siembra.

**Tabla 18A.** Análisis de la varianza de la altura de la sexta hoja a los 76 días de la siembra.

**Tabla 19A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 34 días de la siembra.

**Tabla 20A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 48 días de la siembra.

**Tabla 21A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 62 días de la siembra.

**Tabla 22A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 76 días de la siembra.

**Tabla 23A.** Análisis de la varianza del número de frutos a los 76 días de la siembra.

**Tabla 24A.** Análisis de la varianza del peso fresco de la raíz a los 76 días de la siembra.

**Tabla 25A.** Análisis de la varianza del peso seco de la raíz a los 76 días de la siembra.

**Tabla 26A.** Análisis de la varianza del peso fresco del tallo a los 76 días de la siembra.

**Tabla 27A.** Análisis de la varianza del peso seco del tallo a los 76 días de la siembra.

**Tabla 28A.** Análisis de la varianza del peso fresco de las hojas a los 76 días de la siembra.

**Tabla 29A.** Análisis de la varianza del peso seco de las hojas a los 76 días de la siembra.

**Tabla 30A.** Análisis de la varianza del peso fresco del fruto a los 76 días de la siembra.

**Tabla 31A.** Análisis de la varianza del peso seco del fruto a los 76 días de la siembra.

**Figura 1A.** Raíces de los tratamientos a los 76 días de la siembra.

**Figura 2A.** Tallo de los tratamientos a los 76 días de la siembra.

**Figura 3A.** Hojas de los tratamientos a los 76 días de la siembra.

**Figura 4A.** Altura de los tratamientos a los 76 días de la siembra.

**Figura 5A.** Diferencia en el número frutos entre control y ácido benzoico 0.5 g/L - 1 g/L.

## GLOSARIO

**Elicitor:** Los elicitores son compuestos que pueden inducir mecanismos de defensa cuando se adicionan en tejidos o en células de plantas, presentan diversa estructura y origen como oligosacáridos, glicoproteínas, péptidos, lípidos, entre otros, se ha demostrado que los elicitores de tipo oligosacárido tienen importantes funciones en las interacciones planta-patógeno (Falcón Rodríguez et al., 2015).

**Ácido cítrico:** El ácido cítrico es un ácido orgánico ampliamente encontrado en la naturaleza, ya que actúa como un compuesto intermedio en el ciclo de Krebs. Además, se encuentra en abundancia en numerosas frutas, mejora la absorción, disponibilidad del fósforo y aumenta el pH en el suelo (Hu et al., 2005).

**Ácido ascórbico:** El ácido ascórbico (AA) se encuentra en vacuolas, citosol, cloroplastos y espacio apoplástico, participa activamente en el mecanismo de defensa contra el estrés abiótico y biótico debido al rol de degradación del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vía el ciclo de glutatión ascorbato; participa en muchos procesos fisiológicos tales como: Homeostasis de sistemas redox como precursores en las vías sintéticas de la fotosíntesis, cofactores enzimáticos y moléculas metabólicas primarias y secundarias (Smirnoff, 1996).

**Ácido benzoico:** El ácido benzoico es un compuesto natural producido por las plantas, algunas de ellas acumulan este compuesto en el suelo, como aleloquímico, con el fin de interferir en el desarrollo y crecimiento de organismos competidores (Kaur et al., 2005).

**Alga *Kappaphycus alvarezii*:** Es una de las principales macroalgas rojas marinas producidas a nivel mundial debido al principio de caragenina, un ficocoloide con propiedades emulsionantes y estabilizantes (Yong et al., 2013).

**Suelos calcáreos:** se caracteriza por contener al menos un 15% de carbonato cálcico. Estos tipos de suelos se forman principalmente en regiones áridas del planeta (Taboada, 2009) En suelos de pH alto (más de 7.5 con presencia de carbonatos) o extremadamente alcalinos pueden ocurrir deficiencias severas de hierro, manganeso y zinc. También se pueden observar deficiencias de elementos menores en áreas donde se ha removido suelo superficial mediante equipo mecánico. Las deficiencias pueden manifestarse en forma de clorosis, crecimiento

deforme de las plantas o podredumbre de raíces y tallos (Alianza Bioversity–CIAT & MAG, 2022).

**Estrés abiótico:** Factores físicos y químicos capaces de producir estrés en las células y desencadenar una respuesta enzimática, tales como la radiación UV, sequía, salinidad, cambios bruscos de temperatura, daño mecánico o la presencia de metales pesados (Núñez et al., 2018).

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los elicitors ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico, alga *Kappaphycus alvarezii* en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate en suelo calcáreo como alternativa sostenible. Las plantas fueron sembradas directamente en macetas a campo abierto, empleando de sustrato 7 lb de suelos calcare de la zona más 5 g de sustrato comercial Stender 250 L. Los tratamientos consistieron en aplicaciones alternadas entre foliares y directas semanales de ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y *Kappaphycus alvarezii* a concentraciones 0.5 g/L y 1 g/L por cada elicitor. Las variables analizadas fueron porcentaje de germinación, altura de la planta y de la sexta hoja, diámetro del tallo, número de hojas, flores y frutos, peso fresco y seco de raíz hojas, tallos y frutos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 1 control y 8 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones por tratamientos, siendo la unidad experimental 3 plantas. La aplicación de elicitors potencian el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate en suelo calcáreo, principalmente el ácido benzoico a concentración 1 g/L obtuvo respuestas positivas al 73.33% de las variables evaluadas seguida por la la aplicación de *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L, ácido ascórbico 0.5 g/L y ácido cítrico 0.5 g/L.

**Palabras claves:** Elicitors, suelo calcáreo, tomate, sostenibilidad

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the elicitor's citric acid, ascorbic acid, benzoic acid, *Kappaphycus alvarezii* algae on the growth and development of tomato crops in calcareous soil as a sustainable alternative. The plants were sown directly in pots in the open field, using 7 lb of calcareous soil from the area as a substrate plus 5 g of Stender 250 L commercial substrate. The treatments consisted of alternating weekly foliar and direct applications of citric acid, ascorbic acid, benzoic acid and *Kappaphycus alvarezii* at concentrations of 0.5 g/L and 1 g/L for each elicitor. The variables analyzed were germination percentage, height of the plant and the sixth leaf, diameter of the stem, number of leaves, flowers and fruits, fresh and dry weight of roots, leaves, stems and fruits. The experimental design used was completely randomized, with 1 control and 8 treatments, each with 3 repetitions per treatment, with the experimental unit being 3 plants. The application of elicitors enhances the growth and development of tomato crops in calcareous soil, mainly benzoic acid at a concentration of 1 g/L obtained positive responses to 73.33% of the evaluated variables followed by the application of *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L, ascorbic acid 0.5 g/L and citric acid 0.5 g/L.

**Keywords:** Elicitors, calcareous soil, tomato, sustainability

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el sector agrícola presenta grandes desafíos frente al consumo de productos químicos para el manejo de los distintos cultivos para aumentar la productividad; factores como cambios ambientales, cultivos susceptibles, resistencia de plagas y enfermedades, desgaste de los suelos y contaminación ambiental; son problemas que nos hacen buscar alternativas sostenibles para el manejo de cultivos desde control biológico, variedades resistentes, uso de abonos orgánicos hasta el empleo de elicitores para controlar el estrés abiótico y biótico de las plantas (Machado, 2022).

Los suelos calcáreos prevalecen en lugares donde la precipitación anual está por debajo de 500 mm, aproximadamente cubren un tercio de la superficie terrestre (D. P. de León et al., 2023).

Entre las principales características del suelo calcáreo son un pH alto de 7 a 9 y un contenido significativo de carbonatos libres que limitan la absorción de algunos nutrientes minerales como el hierro, el zinc, manganeso y fósforo (Rodríguez Delgado et al., 2020).

El pH del suelo es afectado principalmente por factores climáticos, minerales presentes en el suelo y su textura. En el caso del Ecuador continental, se ha estimado el pH en función de la materia orgánica (previamente estimada), la elevación, el clima (representado por la temperatura, el déficit hídrico y el régimen de humedad del suelo), el material parental (litología y textura del suelo) y el porcentaje de sodio intercambiable (Taleisnik, 2019).

En la región costera, los suelos muestran una alta fertilidad en su planicie, pero su capacidad de producción agrícola disminuye cerca de las zonas de ladera, así como en áreas áridas o salinas. En esta región, se encuentran suelos altamente fértiles que se desarrollan sobre rocas antiguas metamórficas y sedimentarias, lo que permite una agricultura rentable con algunas limitaciones ligeras o incluso sin ellas. Estos suelos se caracterizan por tener un pH que va desde ligeramente ácido hasta prácticamente neutro o ligeramente alcalino, un contenido medio a alto de materia orgánica, valores muy altos de capacidad de intercambio catiónico y una saturación de bases significativa (Delgado et al., 2021).

Los suelos calcáreos de la provincia de Santa Elena predominan en las regiones costeras y en las proximidades de los puntos de desembocadura de los ríos. Estos suelos alcalinos son especialmente frecuentes en las áreas adyacentes a las playas y en los humedales costeros (Alianza Bioversity–CIAT & MAG, 2022).

Para contrarrestar, el estrés alcalino en los diferentes cultivos se han realizado estudios sobre la aplicación de elicitores que favorecen al desarrollo y productividad de las plantas; tal es caso de la aplicación del ácido cítrico en la solución nutritiva, baja el pH y aumento de la concentración de P en frutos de tomate (Labrada et al., 2014).

El ácido ascórbico (AA) es una opción prometedora para incrementar la biomasa en el cultivar de crisantemo Polaris, ofreciendo una alternativa dirigida para aumentar el rendimiento. El AA puede ser incorporado en el manejo del cultivo debido a sus bajos costos tanto ambientales como económicos (Mora-Herrera et al., 2011).

De acuerdo con Raskin (1992), el ácido benzoico aplicado en tomate (*Lycopersicon esculentum* M), actúa como precursor biosintético del ácido salicílico. Estos ensayos han demostrado que los frutos obtenidos presentan un contenido reducido de sólidos solubles (Ramírez, 2007), lo que sugiere que el ácido benzoico puede ser considerado un inductor o elicitador vegetal al promover la síntesis de fitoalexinas.

La alga *Kappaphycus alvarezii* es fuente principal de agar, alginatos y carragenina, este último con propiedades antioxidantes, involucrado en el crecimiento de las plantas y la inducción defensiva (Mani & Nagarathnam, 2018).

El uso beneficioso de elicitores y bioestimulantes en la agricultura y horticultura depende de la comprensión de sus efectos tanto en la defensa de las plantas como en el desarrollo de las plantas y las respuestas ambientales para disminuir el estrés biótico y abiótico, aumentando la producción de manera amigable con el ambiente y rentable para el agricultor (González et al., 2020).

Los elicitores juegan un papel importante sobre la alcalinidad de los suelos al mejorar la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana, aumentar el vigor de las plantas y

restaurar los ecosistemas dañados, también ayudan a reducir los efectos negativos de la alcalinidad y promover la salud y la estabilidad del suelo y el medio ambiente (García Enciso et al., 2018).

Según Guevara González et al. (2019), los agentes inductores juegan un papel importante en los suelos alcalinos al mejorar la disponibilidad de nutrientes, estimular las respuestas de defensa de las plantas y estimular el crecimiento de las raíces. Estas medidas ayudan a superar los desafíos asociados con las condiciones alcalinas, mejorando la salud y la productividad de las plantas en suelos alcalinos.

El problema de los suelos alcalinos para la producción agrícola es la limitada disponibilidad de nutrientes para las plantas. Esto se debe a que, en suelos alcalinos, con pH alto, ciertos nutrientes como hierro, manganeso, zinc y cobre tienden a volverse menos solubles y menos disponibles para las plantas. Estos nutrientes son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y su deficiencia puede afectar la productividad agrícola (Changoluisa Quishpe, 2020).

Para superar estos desafíos, se requiere un manejo integrado como las buenas prácticas del manejo de suelo, la aplicación de enmiendas para ajustar el pH, uso de fertilizantes orgánicos o minerales, prácticas de labranza de conservación para mejorar la estructura de suelo y el uso de elicitores (Caicedo-López et al., 2021).

El presente estudio pretende evaluar el efecto de los elicitores ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico, alga *Kappaphycus alvarezii*, aplicados en diferentes dosis en el cultivo de tomate en suelo calcáreo como alternativa sostenible.

### **Problema científico**

¿Cuál es el elicitador con efectos positivos sobre las características agronómicas del cultivo en suelos calcáreos y la dosis adecuada de aplicación en el tomate en la parroquia San Vicente provincia Santa Elena durante septiembre a diciembre 2023?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General:***

- Evaluar el efecto de los elicitores ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico, alga *Kappaphycus alvarezii* en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate en suelo calcáreo como alternativa sostenible.

### ***Objetivos Específicos:***

1. Determinar el efecto de los elicitores en el crecimiento y desarrollo, la producción y calidad de los frutos de tomates en suelo calcáreo.
2. Definir la dosis adecuada de aplicación de los elicitores para efectos positivos en las características agronómicas del cultivo de tomate en suelo calcáreo.

### **Hipótesis:**

Hi: Existe diferencia en las concentraciones de dosis de elicitores sobre las características agronómicas del cultivo de tomate en suelos calcáreo en la comuna San Vicente provincia Santa Elena durante septiembre a diciembre 2023.

Ho: No existe diferencia en las concentraciones de dosis de elicitores sobre los efectos producidos en las características agronómicas del cultivo de tomate en suelos calcáreos en la comuna San Vicente provincia Santa Elena durante septiembre a diciembre 2023.

Ha: Los elicitores a mayor concentración de dosis tienen efectos positivos sobre las características agronómicas del cultivo de tomate en suelos calcáreos en la comuna San Vicente provincia Santa Elena durante septiembre a diciembre 2023.

## Capítulo 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Producción de tomate en Ecuador

El tomate riñón es una hortaliza con alta demanda económica a nivel nacional, debido a forma parte de la dieta de la población ecuatoriana, aporta el 0.6% al valor agregado bruto agropecuario (INEC et al., 2022).

Ecuador tiene una superficie sembrada de 1886 hectáreas y una superficie cosechada de 1809 hectáreas; la producción de tomate riñón es de 52,229 toneladas y un rendimiento de 28.87 tn/ha. Entre las principales provincias productoras se encuentra Chimborazo con una superficie sembrada de 519 hectáreas y un rendimiento de 32.08 Tn/ha, Cotopaxi con 277 hectáreas sembradas y un rendimiento de 49.27 Tn/ha, Pichincha 186 hectáreas y 17,88 Tn/ha de rendimiento y otras provincias abarcan 545 hectáreas de superficie y un rendimiento de 15.50 Tn/ha (INEC et al., 2022).

**Tabla 1.** Principales provincias productoras de Tomate riñón.

Provincia	UPA	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Nacional	4831	1809	52229	28.87
Chimborazo	1486	519	16660	32.08
Cotopaxi	1168	277	13631	49.27
Imbabura	110	155	7480	48.37
Pichincha	344	16	3329	17.88
Tungurahua	490	128	2685	20.99
Otras	1233	545	8444	15.50

Fuente: (INEC et al., 2022)

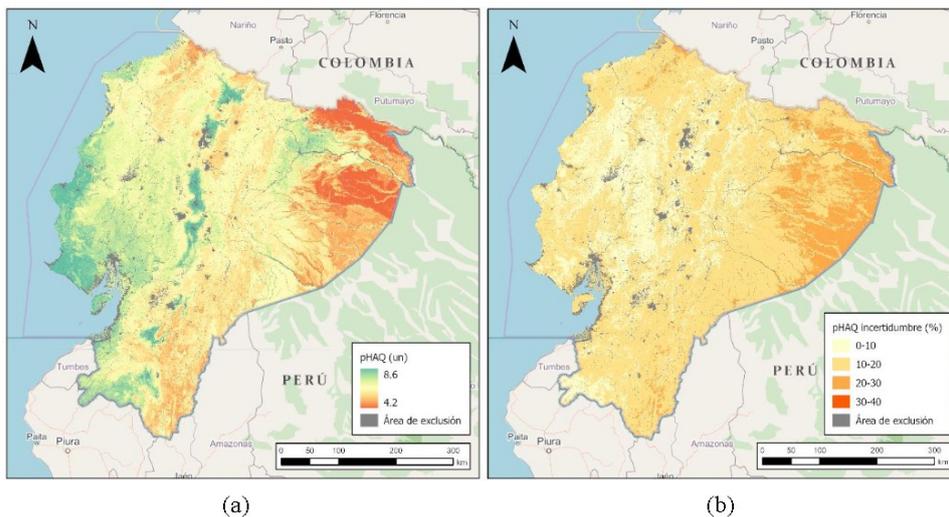
### 1.2 Producción de Tomate en Santa Elena

La producción anual de tomate riñón de la provincia de Santa Elena ocupa una superficie sembrada de 572 hectáreas, con un rendimiento de 16694 toneladas y una superficie cosechada de 569 hectáreas (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, 2022).

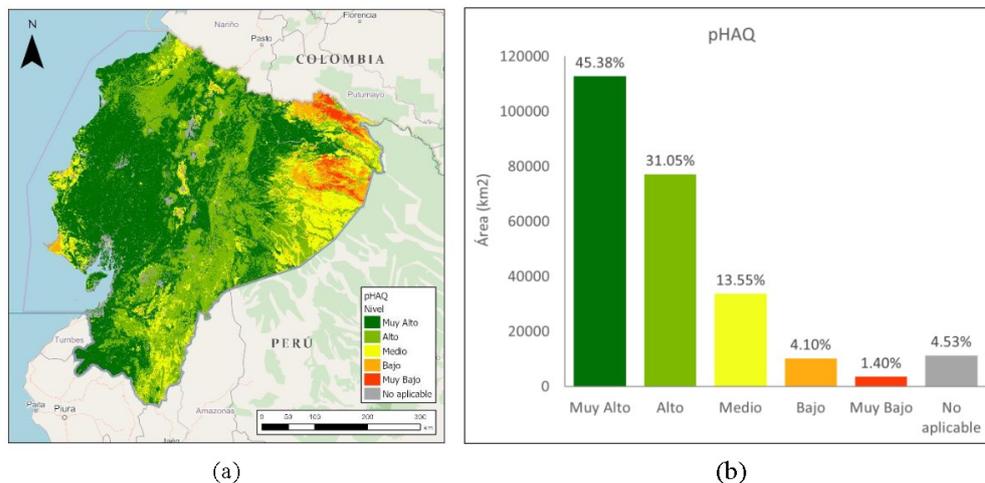
Los principales factores que impiden la producción de tomate en Santa Elena son: la sequía, la radiación solar, salinidad, erosión del suelo, alcalinidad lo cual ha aumentado el número de plagas de plagas y enfermedades causadas por hongos y bacterias (Reyes, 2017).

### 1.3 Suelos agrícolas calcáreos de Santa Elena

En ambientes secos como el oeste del país donde la meteorización y la lixiviación son menos intensas, el pH del suelo tiende a ser más neutro o alcalino, principalmente en áreas arbustivas y tierras forestales de cercanía a suelos Aridisoles. Adicionalmente se evidencia en la provincia de santa elena suelos de media fertilidad con pH de (5.0-5.5 y 7.3-7.8) y baja fertilidad con pH de (4.5-5.0 y 7.8-8.5) (Alianza Bioersivity–CIAT & MAG, 2022).



**Figura 1.** (a) Mapa de predicción del Ecuador del pH (pHAQ) y (b) Mapa de incertidumbre.



**Figura 2.** (a) Mapa de Ecuador con el pH clasificado (pHAQ) y (b) Gráfica de distribución de clases a nivel nacional.

## **1.4 Alcalinidad frente a la producción agrícola**

La disponibilidad de elementos y la actividad microbiana se ve influenciada por el pH, para lo cual se establece un pH delimitado para cada especie vegetal. En suelos de pH alto (más de 7.5 con presencia de carbonatos) o extremadamente alcalinos pueden ocurrir deficiencias severas de hierro, manganeso y zinc. También se pueden observar deficiencias de elementos menores en áreas donde se ha removido suelo superficial mediante equipo mecánico. Las deficiencias pueden manifestarse en forma de clorosis, crecimiento deforme de las plantas o podredumbre de raíces y tallos (Alianza Bioersity–CIAT & MAG, 2022).

De acuerdo con Bailey et al. (2022), quien determina que suelos con pH superiores a 8 restringen niveles de clorofila, el crecimiento, y las características productivas propias de las plantas.

### ***1.4.1 La alcalinidad sobre la actividad biológica***

Por otro lado, en suelos neutros o ligeramente básicos, hay una mayor cantidad de microorganismos y estos están más activos, especialmente en áreas donde abundan los carbonatos y la caliza activa. La mineralización o descomposición de la materia orgánica poco humificada es crucial, ya que permite que los elementos nutritivos que la componen queden rápidamente a disposición del cultivo. Pero algunos procesos microbianos también se ven afectados si el pH del suelo es demasiado alto; la nitrificación es prácticamente inexistente a pH superior a 9 (Soriano, 2018).

### ***1.4.2 Alcalinidad sobre la solubilidad de especies químicas del suelo***

El pH tiene muchos efectos sobre la nutrición mineral de una planta, algunos de los cuales mencionamos anteriormente. Otra relación implica el pH del suelo y el tipo y solubilidad de las sustancias químicas que contiene (Espinosa & Lima, 2019).

Los fosfatos se vuelven insolubles en medios altamente ácidos o alcalinos, lo que los hace inaccesibles para el cultivo, ya que precipitan formando compuestos como  $\text{FePO}_4$  o  $\text{AlPO}_4$  en ácidos y la sal  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  en ambientes básicos. Por otro lado, los compuestos de

Mn, Fe y Zn son más solubles en un entorno ácido, lo que los hace más fácilmente asimilables en comparación con ambientes alcalinos. Las clorosis férricas, que son deficiencias de hierro muy comunes en cítricos, tienden a ocurrir en suelos alcalinos (Lamz Piedra & González Cepero, 2013).

#### ***1.4.3 Alcalinidad sobre la estructura del suelo***

Las concentraciones elevadas de sodio presentes en el suelo no solo afectan negativamente a las plantas, sino que también provocan la degradación de la estructura del suelo, reduciendo su porosidad y capacidad para que el agua fluya a través de él (Noellemeyer et al., 2021).

La presencia de iones  $\text{Na}^+$  en suelos salinos provoca el desplazamiento del ión  $\text{Ca}^{2+}$  fuera del complejo de intercambio, lo que puede llevar a la dispersión de las arcillas debido a la baja capacidad de floculación del sodio. Esto ocasiona una descalcificación sin acidificación en el suelo (Morales & Gago, 2017).

### **1.5 Elicitores como alternativa sostenible**

Los elicitores son sustancias de origen orgánico e inorgánico que pueden inducir tanto efectos fisiológicos como acumulación de fitoalexinas y activar respuestas de defensa en plantas., además promueven diversos mecanismos de defensa tanto pasivos barreras físicas y químicas; como activos: resistencia sistémica adquirida, resistencia sistémica inducida y resistencia local adquirida (Villagómez-Aranda et al., 2022)

Los elicitores se aplican previo a la llegada del patógeno o factor de estrés, cuando hay un ataque se producen varias proteínas, acumulación de ácido salicílico y varias reacciones químicas como generación de especies reactivas de oxígeno (ROS), acumulación de proteínas, muerte celular en el sitio de infección, cambios estructurales en la pared celular, síntesis de ácido jasmónico y salicílico como mensajeros secundarios, síntesis de moléculas defensivas como taninos y fitoalexinas, adquieren resistencia (Godínez-Mendoza et al., 2023):

- Resistencia Sistémica Adquirida: Inducida por elicitores de origen biótico o abiótico en raíz o tejido foliar dependiente de fitohormonas y asociado a la acumulación de proteínas PR.
- Resistencia Sistémica Inducida: Inducida por cepas PGPR en la raíz depende de fitohormonas ET-JAS, no se asocia a la acumulación de PR.
- Resistencia local Adquirida: Inducida por la respuesta hipersensible de la planta y producción de fitoalexinas (Abdul Malik et al., 2020).

De acuerdo con Caicedo-López et al. (2021), el uso de elicitores es una alternativa considerada en la producción alimentaria para consolidar una agricultura sostenible que disminuya parcialmente los efectos negativos para el ambiente y la salud humana.

## 1.6 Ácido Cítrico

El ácido cítrico (AC) es uno de los ácidos orgánicos más significativos del mundo vegetal, se libera como anión citrato en respuesta al daño provocado por el aluminio (Al) o en situaciones de deficiencia de hierro (Fe) o fósforo (P), se considera relevante aumentar la dosis de ácidos orgánicos tanto en el suelo como en las plantas de manera endógena para producciones agrícolas (Campbell, 2010).

De acuerdo con Chatterjee et al. (2015) para liberar fósforo (P), aluminio(Al), hierro(Fe), la concentración óptima es de 40 mgL<sup>-1</sup> en el experimento realizado con tres suelos diferentes como alfisol, vertisol e inceptisol), sin embargo recalca que se necesitan realizar más investigaciones para identificar la concentración óptima de ácido cítrico para distintos tipos de suelos y comprender la interacción con microorganismos y compatibilidad con los cultivos.

Según Sun & Hong (2011), determina que la aplicación exógena de 50 mg/l de ácido cítrico puede ser beneficioso en la tolerancia del estrés salino (NaCl 200 mM) y alcalino (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 100 mM) en *Leymus chinensis*. ya que mejoró el crecimiento, concentración interan de ácido crítico e indujo a aumentar las actividades de las enzimas de defensa como un mecanismo de defensa.

Por su parte Ferreyra E. et al. (1998), reporta que el uso de ácido cítrico en suelos calcáreos, aumenta la conductividad eléctrica como consecuencia de la disolución de carbonatos alcalino-terreos parcial, incrementa el contenido de materia orgánica debido a la naturaleza del ácido, al ser un compuesto orgánico, y mejora la disponibilidad de micronutrientes.

En concordancia con Labrada et al. (2014), quien menciona que la aplicación exógena de ácido cítrico en la producción de tomate optimiza las características agronómicas en cuanto a longitud del tallo, preso fresco y seco de la planta, aumentando la producción y calidad del tomate, desarrollando un mayor potencial antioxidante y contenido de vitamina C debido a una mayor disponibilidad de fotosintatos en las plantas a concentraciones de  $10^{-6}$  y  $10^{-4}$ .

### **1.7 Ácido ascórbico**

El ácido ascórbico (AA) se encuentra en vacuolas, citosol, cloroplastos y espacio apoplástico, participa activamente en el mecanismo de defensa contra el estrés abiótico y biótico debido al rol de degradación del Peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) vía el ciclo de glutatión ascorbato; participa en muchos procesos fisiológicos tales como: fotosíntesis, cofactor enzimático, homeostasis del sistema redox, como precursor en las rutas de síntesis de moléculas del metabolismo primario y secundario (Smirnoff, 1996). Además es un compuesto potencial porque aumenta la biomasa en el cultivo de crisantemo, específicamente de la variedad Polaris, lo que representa una alternativa para mejorar la productividad ya que puede ser incorporado en el manejo integrado de cultivos, porque es un compuesto económico y seguro para el medio ambiente (Mora-Herrera et al., 2011).

Según Hou et al. (2015), el pH del medio de crecimiento tiene un impacto sobre el contenido de ácido ascórbico en las hojas de tomate disminuía con el aumento del pH mientras que un pH más bajo conduce a un mayor contenido de ácido ascórbico.

De acuerdo con Wang et al. (2022), los efluentes de la producción de ácido ascórbico para aplicaciones agrícolas tuvo efectos positivos sobre el crecimiento de las plantas, la fertilidad del suelo y la estructura de la comunidad bacteriana.

De común acuerdo León et al. (2014), determina que el uso de ácido ascórbico en una concentración de 600 ppm favorece las variables morfoagronómicas como altura de planta , número de hojas y número de foliolos en plantas sanas de papa *Solanum tuberosum* L, variedad vivaldi y en plantas contaminadas con *Candidatus Liberibacter solanacearum* gradualmente minimizaron los daños provocados por la bacteria. En contraste con Romero-Romero & López-Delgado (2009), quienes registran valores bajos en las características agronómicas en papa con o sin la enfermedad la punta morada de la papa (PMP); sin embargo en esta investigación se presume un incremento en la actividad de la enzima catalasa y capacidad fotosintética expresado en el desarrollo foliar.

## 1.8 Ácido benzoico

El ácido benzoico es un compuesto natural producido por las plantas, algunas de ellas acumulan este compuesto en el suelo, como aleloquímico, con el fin de interferir en el desarrollo y crecimiento de organismos competidores (Zamir et al., 2023).

Los compuestos derivados del ácido benzoico (AB) son componentes esenciales en numerosos metabolitos y productos naturales, desempeñando funciones vitales en las plantas, como reguladores del crecimiento, compuestos de defensa y atrayentes para polinizadores (Klempien et al., 2012).

De acuerdo con Elliott & Cheng (1987), el ácido benzoico desempeña un rol crucial en el metabolismo de las plantas regulando el crecimiento, aumentando la capacidad de absorción de minerales mediante la regulación química de la rizosfera.

Según Liu et al. (2017), la aplicación exógena de ácido benzoico 0.1 mmol/L-1, no persiste por periodos prolongados, aplicado como enmienda aumento significativamente la abundancia de bacterias y hongos *Fusarium*, *Bionectria* y *Trichoderma* mientras que se redujo el contenido de *Metarhizium*.

La aplicación de ácido benzoico ejercen un efecto positivo en las variables número de hojas y rendimiento en producción de tomate en suelo calcáreo en una concentración de  $10^{-4}$  M aplicados en una solución nutritiva Douglas empleada como agua de riego, así también se

encontró el aumento de la concentración de fósforo, manganeso y potasio en los suelos en comparación a las concentraciones iniciales del suelo (Ramírez, 2007).

### **1.9 Alga *Kappaphycus alvarezii***

*Kappaphycus alvarezii* es una de las principales macroalgas rojas marinas producidas a nivel mundial debido al principio de carragenina, un ficocoloide con propiedades emulsionantes y estabilizantes (Yong et al., 2013).

La acción estimulante de las algas en la agricultura se evidencia en el porcentaje de germinación de semillas, mejora el crecimiento y morfología de las raíces, rendimiento de cultivos y calidad nutricional del fruto. Además, determina que el uso de algas genera tolerancia a las plantas frente al estrés abiótico (Nabti et al., 2016).

La aplicación exógena de alga *Kappaphycus alvarezii* en diferentes cultivos agrícolas han demostrado efectos positivos en la asimilación y absorción de macro y micro nutrientes en campo, para lo cual Rathore et al. (2009), quien afirma que la aplicación foliar en soya con dosis de 650 L/ha a una concentración de 7,5% en fase vegetativa (plántulas) y reproductiva (floración), registró un aumento en el parámetro de absorción de fósforo y potasio por granos (kg/ha) y paja (kg/ha) bajo seco; a su vez aumentó el contenido de azufre y nitrógenos.

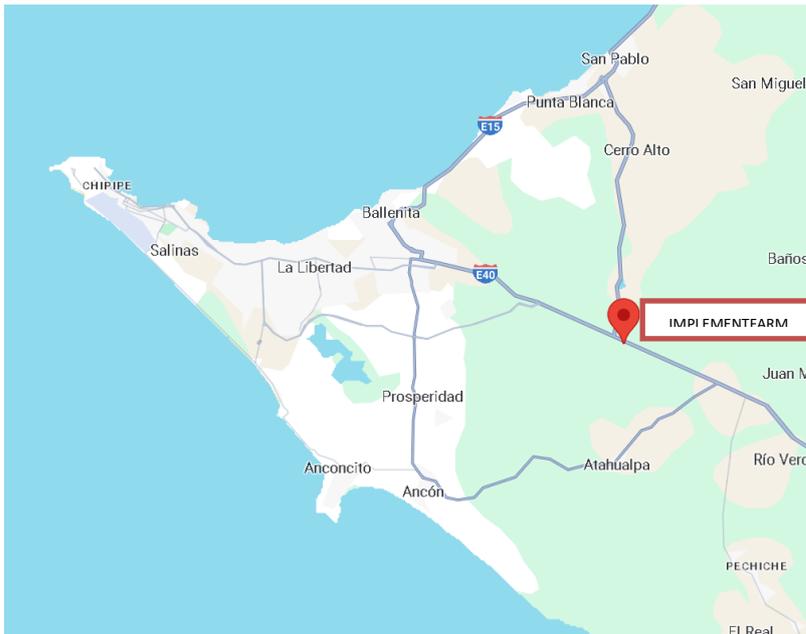
En conformidad con lo propuesto anteriormente Pramanick et al. (2017), indica que el uso foliar del alga *Kappaphycus alvarezii* en una concentración del 7.5% con una dosis de 600L/ha tiene un impacto positivo en el crecimiento, rendimiento y calidad de la papa, adicional presenta valores altos en contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

Finalmente Zodape et al. (2009), menciona que la aplicación del alga *Kappaphycus alvarezii* en *okra Abelmoschus esculentus* L, aplicado como pulverización foliar al 10%, aumenta significativamente la calidad, contenido de carbohidratos, proteínas, minerales y el rendimiento del grano. De acuerdo con Karthikeyan & Munisamy (2014), quien afirma un efecto positivo en el rendimiento, peso, calidad y contenido nutricional en banano variedades robusta, njali poovan, red banana y nendran con el uso de Aquasap que es un bioestimulante cuyo ingrediente activo es el alga *Kappaphycus alvarezii*.

## Capítulo 2. Materiales y métodos.

### 2.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de Implementfarm, ubicado en la Comuna San Vicente, parroquia Santa Elena, cantón Santa Elena, se encuentra en las coordenadas -3.4486, -79.9608, con una temperatura promedio anual 18°C a 28° y una precipitación anual promedio de 1 mm y una elevación de 26 msnm.



**Figura 3.** Ubicación de las instalaciones IMPLEMENTFARM

### 2.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada fue experimental aplicada; la investigación experimental implica la obtención de datos mediante la realización de experimentos y su posterior comparación con variables que se mantienen constantes, con el propósito de determinar las causas y/o efectos de los fenómenos bajo estudio, en nuestro caso será en macetas dentro de una parcela de terreno (campo abierto).

La investigación aplicada genera conocimiento con aplicación directa a los problemas específicos de la sociedad o sector productivo, emplea herramientas científicas prácticas para hallar respuestas específicas, en este caso promover la producción sostenible mediante el uso de elicitors, reducir costo e impacto ambiental.

## **2.3 Materiales y equipos**

### **2.3.1 *Material vegetal***

Se empleo semilla de tomate variedad Acerado 3059, determinado redondo, ciclo de cultivo de 105 a 110 días a inicio de cosecha, peso del fruto 220 gramos.

### **2.3.2 *Elicitores***

- Ácido Cítrico
- Ácido Ascórbico
- Ácido Benzoico
- Alga Marina (*Kappaphycus alvarezii*)

### **2.3.3 *Material de campo***

- Macetas
- Balanza gramera
- Pala
- Rastrillo
- Cinta métrica
- Piola
- Estacas
- Cuaderno de apuntes
- Lápiz
- Bomba de fumigación
- Flexómetro
- Conductímetro
- pHmetro
- Martillo
- Tijeras
- Cámara fotográfica
- Jeringa
- Papel aluminio

## 2.4 Diseño de investigación

El diseño estadístico utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), respectivamente; se evaluaron los elicitores de manera individual en dos concentraciones 0.5 mL/L y 1 mL/L.

Los tratamientos están constituidos por cuatro elicitores, ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y macroalga *Kappaphycus alvarezii*; cada uno con dos concentraciones diferentes.

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos, con DCA.

Tratamientos	Elicitores	Dosis (mL/L)
T1	Control -Testigo	0
T2	Ácido cítrico	0.5
T3	Ácido cítrico	1
T4	Ácido ascórbico	0.5
T5	Ácido ascórbico	1
T6	Ácido benzoico	0.5
T7	Ácido benzoico	1
T8	Macroalga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	0.5
T9	Macroalga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	1

El análisis de las medias poblacionales se analizó mediante Tukey al 5% de significancia estadística.

**Tabla 3.** Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	26
Tratamientos	8
Error experimental	18

## **2.5 Delineamiento experimental**

El diseño experimental que se utilizó fue un diseño completamente al azar, 1 control y 8 tratamientos con 3 repeticiones; cada repetición contará de 3 macetas, para un total de 9 macetas por tratamiento y un total de 81 macetas en estudio.

## **2.6 Manejo del experimento**

### **2.6.1.1 Sustrato**

El sustrato empleado en cada maceta consistió en una mezcla de 7 lb de tierra alcalina con un pH 8.0 a 8.5, extraída del sitio de ensayo, el cual predomina en algunas fincas la zona en el cantón Santa Elena y 5 gr de sustrato comercial Stender 250 L cuya composición es 60% turba rubia molida, 30% turba negra, 10% perlita, NPK 14-16-18 y 12.5 g de micro elementos, tenso activos (estándar de agua), con pH 5,5 a 6,0 optimizado y de estructura fina 0 a 8 mm.

Para obtener y mantener el pH lo más aproximado a  $8.5 \pm 0.2$ , se adicionó carbonato de calcio en presentación Carbosuín M200 como enmienda con una concentración de carbonato de calcio de  $98 \pm 2$  y Calcio 55%, un pH de 9.22 y CIC 0.5 meq/100 g, agregando cada vez que sea necesario a una concentración de 0.5 gr/L.

Las macetas empleadas son labradas pequeñas Terracota, cuyas dimensiones son 25.5 cm ancho, 25.5 cm profundidad y 21 cm de alto.

### **2.6.1.2 Riego**

El sistema de riego que se utilizó fue por goteo y proporcionando 225 ml en 35 minutos por planta, se consideró las condiciones climáticas para la variación del riego y las etapas fenológicas del cultivo.

### **2.6.1.3 Fertilización**

Se ejecutó un plan de fertilización a base de Macro y microelemento, el cual consistió en la aplicación de 10 gr por planta de YaraMila Complex en la fase vegetativa cada 14 días aplicado por drench y al voleo, con una variación en la demanda mayor del cultivo con la aplicación de 3 gr YaraMila Complex, 1gr *Ascophyllum nodosum* y 20 gr de azúcar por planta.

#### 2.6.1.4 Elicitores

Los elicitores se aplicaron a partir de la siembra de manera directa en el suelo, en intervalos de 7 días hasta la cosecha.

#### 2.6.1.4 Tutoreo

Se realizó el tutoreo de tomate, bajo el sistema de formación vertical 90°, recomendado por (García Mera, 2022), el cual consta de un tutor individual para cada planta, ayudado por anillos formados por amarras plásticas, este sistema es recomendado para obtener mayor número de frutos; apoyado en caña bambú y alambre.

#### 2.6.1.5 Croquis

La ubicación de cada tratamiento fue en base al tipo de diseño elegido, en esta investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y estuvo distribuido como se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 4.** Esquema del análisis de varianza

T3R1	  	T6R2	  	T2R3	  
T5R1	  	T7R2	  	T9R3	  
T6R1	  	T4R2	  	T1R3	  
T9R1	  	T8R2	  	T6R3	  
T4R1	  	T5R2	  	T3R3	  
T2R1	  	T3R2	  	T5R3	  
T1R1	  	T9R2	  	T7R3	  
T8R1	  	T2R2	  	T4R3	  
T4R1	  	T1R2	  	T8R3	  

## **2.7 Variables a evaluar**

### ***2.7.1 Variables Dependientes***

#### ***2.7.1.1 Porcentaje de Germinación***

La evaluación el porcentaje de germinación se realizó cada tres días a partir de la siembra, se consideró como semilla germinada aquella con una radícula de longitud mayor o igual a 2 mm, tomado de la metodología planteada por (Caroca et al., 2016), cuyo porcentaje de germinación (PG) se definió con la siguiente fórmula

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

#### ***2.7.1.2 Altura de planta.***

La variable altura de planta se evaluó a partir de los 20 días posteriores a la siembra hasta los 76 días que culminó el ensayo, con una frecuencia de 14 días, con apoyo de un flexómetro; la altura está determinada por la longitud del tallo, el cual se midió desde la base de la planta hasta el último entrenudo cuyo brote es mayor a 2 mm.

#### ***2.7.1.3 Diámetro de la planta***

El diámetro de la planta se midió cada 14 días, a partir del día 34 que se sembró hasta los 76 días, con ayuda de un vernier se midió el diámetro en la base de la planta.

#### ***2.7.1.4 Número de hojas***

La variable número de hojas se registró cada 14 días, a partir de 20 días posteriores a la siembra hasta los 76 días que es cuando concluye la investigación.

#### ***2.7.1.5 Altura de la sexta hoja***

La evaluación de la variable altura de la sexta hoja se la tomó al finalizar el ensayo, 76 días posteriores a la siembra, y consistió en medir la altura de la hoja con ayuda de un flexómetro.

### 2.7.1.6 Número de flores

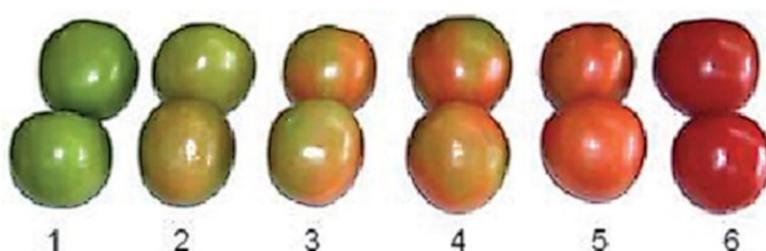
La variable número de flores se determinó a los 34,48, 62 y 76 días consiguientes a la siembra en la etapa de floración, cuantificando el número de flores por planta.

### 2.7.1.7 Número de frutos

La variable número de frutos se evaluó a los 76 días después de la siembra en la etapa de fructificación, contabilizando el número de frutos por plant.

### 2.7.1.8 Características del fruto

Al finalizar el ensayo, se midió la coloración del fruto teniendo en cuenta las recomendaciones citadas por (Heuvelink, 2005), descritas en la figura 4 y su descripción de la clasificación de los estados de madurez señalados en la tabla 5.



**Figura 4.** Tomate en los seis estados de maduración evaluados

**Tabla 5.** Clasificación de los estados de madurez, con el base al color externo.

Estados de madurez	Descripción
1	Toda la superficie del fruto es verde, no hay color rojo visible.
2	Hay un ligero cambio de color de verde canela-amarillo, rosado o rojo.
3	Más del 10%, pero menos del 30% de la superficie muestra un cambio definitivo a canela-amarillo, rosado, rojo o una combinación de estos colores.
4	Más del 30%, pero menos del 60% de la superficie muestra un cambio definitivo a rosado o rojo.
5	Más del 60%, pero menos del 90% de la superficie del fruto muestra un color rojo.
6	Más del 90% de la superficie del fruto muestra un color rojo.

Fuente: (Heuvelink,2005)

### 2.7.1.9 Peso fresco de la raíz

A los 76 días finalizado el ensayo, se realiza el pesaje de la raíz de cada uno de los tratamientos con ayuda de una gramera.

#### ***2.7.1.10 Peso fresco del tallo***

Culminado el ensayo a los 76 días, se procedió a registrar los respectivos pesos frescos de los tallos por cada tratamiento, con una balanza gramara.

#### ***2.7.1.11 Peso fresco de las hojas***

A los 76 días de la siembra y de finalizado el ensayo, se registró los pesos frescos de las hojas mediante una balanza gramera.

#### ***2.7.1.12 Peso fresco de frutos***

La evaluación del peso fresco del fruto consistió en pesar en una gramera cada fruto correspondiente a la planta, variable evaluada a los setenta y seis días de la siembra.

#### ***2.7.1.13 Peso seco de la raíz***

La evaluación del peso seco de la raíz consistió en colocar las raíces a una estufa durante 5 días a 80 °C hasta obtener un peso constante y posteriormente ser pesadas en una balanza gramera.

#### ***2.7.1.14 Peso seco de tallo***

Para la variable peso seco del tallo, se fragmentó el tallo, luego a ello se colocó en bolsas pequeñas para llevar a la estufa durante 48 horas a 80 °C y/o hasta obtener el peso constante, una vez seco con ayuda de una balanza gramera se pesaron.

#### ***2.7.1.15 Peso seco de hojas***

Para la variable peso seco de hojas se colocó las hojas dentro de una bolsa pequeña de papel y se ubicó en una estufa durante 48 horas a 80°C, hasta obtener un peso constante, posteriormente se pesaron con una balanza gramera.

### ***2.7.1.16 Peso seco de frutos***

Se cosecharon los frutos y se cortaron en cuatro partes colocándose en bandejas de aluminio que posteriormente se colocaron en una estufa durante 5 días a 80 °C, una vez secos se procedió a pesar con la ayuda de una balanza gramera.

## **2.8 Análisis de los resultados**

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza con el test tukey, por el programa estadístico INFOSTAT Cuando los efectos fueron significativos, se realizó un ANOVA y test de Tukey para comparación de medias con un nivel de significancia  $p < 0,05$ .

## Capítulo 3. Resultados y discusión

Los resultados del efecto de elicitores en tomate (*lycopersicum esculentum*) en suelos calcáreos como alternativa sostenible para productores, se examinan a continuación, en base a la descripción de las variables cualitativas y cuantitativas y la información obtenida en campo.

### 2.1 Porcentaje de germinación

Los datos de la Tabla 6, fueron transformados mediante la fórmula  $-\log(X.100)$ , una vez realizado el análisis de la varianza, indicó que las semillas de *Lycopersicum esculentum*, cultivadas en suelos calcáreos con pH alrededor de 8 a 8.5, tuvo un incremento de la germinación del 55.56% al 83.33%, a los 3 días en todos los tratamientos respecto al testigo, obteniendo un 40% mayor germinación referente al control.

El análisis de las medias poblacionales mediante la prueba de Tukey con el 5% de probabilidad, refleja diferencia estadística entre los tratamientos ácido cítrico y ácido benzoico de 0.5 g/L y 1 g/L, ácido ascórbico 1 g/l y *Kappaphycus alvarezzi* 1ml/L respecto al control a los 6 días de la siembra.

A los 6 días las concentraciones de ácido cítrico y ácido benzoico de 0.5 g/L y 1 g/L, ácido ascórbico 1 g/l y *Kappaphycus alvarezzi* 1ml/L, germinaron al 100%, seguidas de las concentraciones de *Kappaphycus alvarezzi* 0.5ml/L que obtuvo un 88.89% y ácido ascórbico 0.5 g/L con un 77.78% de germinación, se estima que las dosis altas de elicitores provoca se aceleró el proceso de germinación de las semillas acerado HA3059 de 9 días a 6 días (Mendoza Macias et al., 2023).

El Ácido cítrico 0,5 g/L presentó un desarrollo importante en la germinación en constancia con Chakroborty et al. (2022), quien indica que la aplicación de 1 Mm disminuyó el tiempo medio de germinación de semillas de okra y aumenta significativamente el contenido relativo de agua, longitud de raíces y parámetros de germinación como porcentaje e índice de germinación e índice de vigor de la semilla de okra bajo estrés salino. Así también, Eşen et al., (2009), en su estudio son semillas de cerezo silvestre al remojarlas en una solución de ácido cítrico al 0.1%, incrementa el porcentaje de germinación.

Los ácidos orgánicos, principalmente el ácido benzoico en concentraciones 10 Mm presentó los valores más alto en cuanto a la germinación y vigor en semillas de cultivares arroz y disminuyó la infestación de semillas por hongos (EL-Mahady et al., 2015).

En correspondencia con Santiago Guillén et al. (2002), quien determina que las semillas pretratadas con  $10^{-4}$ M de ácido benzoico presentaron efectos positivos en la germinación y biomasa en lechuga y betabel sometidas al estrés salino con  $MgSO_4$ . Además, proporciona un mejor crecimiento y productividad de plantas de tomate que se desarrollan en suelos calcáreos (Benavides-Mendoza et al., 2007).

Según Chen et al. (2021), la aplicación externa de 0,1 y 1 mmol L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico en las semillas de alfalfa aumentó los parámetros de germinación y crecimiento de plántulas, lo que sugiere un impacto positivo en la germinación de las semillas.

Las semillas de girasol no tratadas presentan una germinación retardada, pero la adición de 100 Mn de ácido ascórbico desencadena el 100% de germinación dentro de las primeras 24 horas, así como lo establece (Pereira et al., 2022).

Según Aloo et al. (2023), la aplicación exógena de ácido ascórbico ha comprobado que favorece la germinación de las semillas en distintas especies de plantas. Antes del tratamiento de envejecimiento acelerado, el uso de ácido ascórbico en las semillas de gramo negro disminuyó la rápida pérdida de germinación provocada por el proceso de envejecimiento y mejoró la vitalidad de las semillas.

La aplicación externa de ácido ascórbico en las semillas de alfalfa aumentó los parámetros de germinación y crecimiento de plántulas, lo que sugiere un impacto positivo en la germinación de las semillas. En el cultivo de crisantemo, se observó que la aplicación de ácido ascórbico incrementó la biomasa, lo que puede estar relacionado con su participación en la división celular y el alargamiento celular (Mora-Herrera et al., 2011).

De acuerdo con Espinosa-Antón et al. (2020), quien señala que la aplicación de extractos de algas marinas estimula la germinación de semillas, vigor de las plántulas y el

crecimiento de raíces. Además, el extracto del alga obtuvo buena calidad de semilla en maíz, debido al aumento de la actividad fotosintética como respuesta de las citoquininas.

**Tabla 6.** Efecto de Elicitores en la germinación de plantas de tomate a los 3,6 y 9 días después de la siembra en suelos calcáreos -log (X.1000)

Tratamientos	Porcentaje de Germinación								
	3 días			6 días			9 días		
	Porcentaj e datos reales	Porcentaje datos transformad os		Porcentaje datos reales	Porcentaje datos transformad os		Porcentaj es datos reales	Porcentaje datos transformad os	
Control	50.00	4.62	a	66.67	4.82	b	66.67	4.82	b
Ácido cítrico 0.5 g/L	55.56	4.68	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a
Ácido cítrico 1g/L	77.78	4.84	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	55.56	4.72	a	77.78	4.88	a <sup>b</sup>	77.78	4.88	a <sup>b</sup>
Ácido ascórbico 1g/L	66.67	4.78	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	77.78	4.84	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a
Ácido benzoico 1g/L	55.56	4.72	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	61.11	4.68	a	88.89	4.94	a <sup>b</sup>	88.89	4.94	a <sup>b</sup>
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	83.33	4.90	a	100.00	5.00	a	100.00	5.00	a

CV=5.72%-0.99%-0.99%.

## 2.2 Altura de planta

Al evaluar la altura de planta a los 20 días después de la siembra, se registró que los tratamientos en los que se aplicó elicitores presentan mejores resultados respecto al control, destacándose el tratamiento *Kappaphycus alvarezzi* 0.5 ml/L con una altura de 4.62 cm, seguido por el ácido cítrico 0.5 g/L con 4.44 cm y Ácido ascórbico 1g/L con 4.28 cm respecto al control, el cual alcanzó 3.93 cm, convirtiéndose en la mínima altura a los 20 días posteriores a la siembra (Tabla 7).

A los 34 días posteriores a la siembra, el tratamiento *Kappaphycus alvarezzi* 0.5 ml/L se mantiene como el de mayor altura con 13.31 cm, seguido por ácido benzoico 1 g/L con 12.98 cm y ácido cítrico 0.5 g/L obtuvo 12.94 cm.

La altura de plantas más destacadas se obtiene con el uso exógeno de elicitores, destacándose el tratamiento con ácido benzoico 1 g/L, consiguió una altura promedio de 37.03

cm, siendo la más prometedora, seguido de ácido cítrico 0.5 g /L con 35.16 cm y *Kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L con 34.72 cm a los 48 días después de la siembra.

Por otra parte, Mendoza Macias et al. (2023), en su evaluación del híbrido acerado en cultivo protegido registró una altura promedio de 24.87 cm a los 45 días de evaluación, resultado superados en un 32.84% respecto al tratamiento 7, lo cual se le atribuye a la aplicación de 1 g/L de ácido benzoico.

Posterior a los 62 días de la siembra, al emplear 1 g/L de ácido benzoico 1 g/L se obtuvo una altura de 53.45 cm, seguido del tratamiento ácido ascórbico 0.5 g/L con 52.26 cm y el tratamiento *Kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L con 51.78 cm.

Para la última evaluación de esta variable los elicitores mencionados anteriormente, se mantienen como los de mejor desempeño, sobresaliendo el ácido benzoico 1 g/L, ácido ascórbico 0.5 g/L y *Kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L con una altura promedio de 61 cm, 59 cm y 58 cm respectivamente.

En concordancia con Allah et al. (2015), quien descubrió que la aplicación exógena de ácido benzoico en una dosis de 400 mg/l es la más eficaz ya que aumento la mayoría de los parámetro evaluados en la planta de quinua entre ellas altura de la planta, resultados correlacionados con los encontrados por Emongor et al. (2004), quien señala que al emplear ácido benzoico se modifica el crecimiento vegetativo y el rendimiento floral de la manzanilla en una dosis de 25 mgL<sup>-1</sup>.

En esa misma línea Sepúlveda et al. (2015), determina que la aplicación de ácido benzoico modifica tanto el crecimiento de la planta como la tolerancia al estrés biótico y abiótico; alterando su morfología y anatomía.

Los resultados encontrados con la aplicación de ácido ascórbico dentro de la investigación, están en correspondencia con Al-Rubaiee & Al – Saedi (2023), quien al aplicar 100 mg.L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico hallaron efectos positivos sobre altura en plantas de trigo bajo condiciones salinas.

Así mismo, Sahi & Mostajeran (2021), señala buenos resultados en el crecimiento y peso de *Catharanthus roseus* al emplear  $750 \text{ mg.L}^{-1}$  de ácido ascórbico. Además, rociar plantas de romero con 100 ppm de ácido ascórbico aumentó la altura de las plantas (Heikal & Helmy, 2018).

En cuanto a la aplicación de extractos líquidos de algas marinas, Hernández-Herrera et al. (2014), señala que la aplicación de extractos en concentraciones de 0.2%, potencian la altura y desarrollo de las plantas de tomate, en correlación con (Sithampanathan et al., 2019), quien al aplicar 10% (v/v) de extractos de algas marinas tuvo como resultado un crecimiento semejante al uso de fertilizantes químicos.

**Tabla 7.** Efecto de Elicitores en la altura de las plantas a los 20,34,48,62 y 76 días de la siembra.

Tratamientos	Altura de la planta				
	20 días	34 días	48 días	62 días	76 días
Control	3.93 a	11.91 a	29.25 a	50.61 a	56.67 a
Ácido cítrico 0.5 g/L	4.44 a	12.94 a	35.17 a	51.00 a	55.72 a
Ácido cítrico 1g/L	4.06 a	12.31 a	33.28 a	43.00 a	51.89 a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	4.26 a	12.32 a	33.27 a	52.26 a	58.00 a
Ácido ascórbico 1g/L	4.28 a	12.93 a	24.26 a	50.89 a	55.22 a
Ácido benzoico 0.5 g/L	3.98 a	12.53 a	34.00 a	50.06 a	56.11 a
Ácido benzoico 1g/L	4.09 a	12.98 a	37.03 a	53.44 a	61.00 a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	4.62 a	13.31 a	34.72 a	51.78 a	59.00 a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	4.14 a	11.50 a	32.66 a	46.56 a	55.78 a

CV=10.39%-9.53%-19.49%-7.68%-6.83%.

### 2.3 Diámetro del tallo

Desde el inicio de las evaluaciones, las plantas expuestas a 1 g/L de ácido benzoico mostraron un rendimiento notable, con un aumento constante del diámetro medio. Después de 36 días, el diámetro del tallo alcanzó su punto más alto de 5,56 mm, y continuó aumentando hasta alcanzar un diámetro promedio de 9,78mm, al finalizar la prueba después de 76 días. La evidencia indica que el ácido benzoico tiene un efecto positivo significativo en el crecimiento de las plantas durante el periodo de evaluación (Tabla8).

En conformidad con Anjum et al. (2013), quien determina que la aplicación de ácido benzoico en una taza de 0.5 mM mejora el crecimiento y desarrollo, incluido el diámetro del

tallos, contenido de clorofila, altura de planta e índice de cosecha en plantas de soja con estrés hídrico.

Por otro lado, Mendoza Macias et al. (2023), señala un diámetro alcanzado de 9.46 mm a los 80 días en el híbrido acerado, resultados superados en un 3.27% con la aplicación de 1 g/L de ácido benzoico a los 76 días.

Se ha descubierto que la aplicación de ácido ascórbico tiene efectos favorables sobre el diámetro del tallo en correspondencia con Abdel-Wahed et al. (2022), quien señala que concentraciones de  $150 \text{ mg.L}^{-1}$  de ácido ascórbico obtuvo resultados destacables en las características vegetativas entre ellas el diámetro del tallo, número de ramas, peso seco y húmedo en *vitis vinífera* .L.

En conformidad con Mazher, (2017), quien al emplear 200 ppm de ácido ascórbico produjo un incremento en el diámetro del tallo en monstera deliciosa.

El uso de *Kappaphycus alvarezii* ha registrado resultados propicios para el aumento del diámetro del tallo, relacionados con aplicaciones de 6 ml/L de extractos de algas provoca un incremento significativo en el grosor del tallo y cilindro vascular. evaluaciones en pimiento dulce (Anjum et al., 2013).

Otro estudio acerca de esquejes de tallo de *Passiflora actinia*, determinó que al administrar 40% de extracto de algas en concentraciones de  $1 \text{ mL}^{-1}$  mejora la calidad de enraizamiento y desarrollo del tallo (Loconsole et al., 2022).

La aplicación de ácido cítrico 0.5 g/L a los 76 días obtuvo un diámetro de 8.99 mm, en concordancia con Labrada et al. (2014), quien en su estudio bajo condiciones de suelo calcáreo a los 65 días presentó un diámetro de 8.10 mm aplicando  $10^{-6} \text{ M}$  de ácido cítrico en tomate.

**Tabla 8.** Efecto de Elicitores en el diámetro de los tallos a los 34,48,62 y 76 días de la siembra.

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)							
	34 días		48 días		62 días		76 días	
Control	5.29	a	7.08	a	8.27	a	8.44	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	5.03	a	6.38	a	8.43	a	8.93	a
Ácido cítrico 1g/L	5.11	a	6.01	a	7.88	a	8.38	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	5.10	a	6.33	a	8.87	a	9.53	a
Ácido ascórbico 1g/L	5.14	a	6.16	a	8.04	a	8.54	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	5.24	a	6.44	a	8.39	a	8.89	a
Ácido benzoico 1g/L	5.56	a	6.94	a	9.28	a	9.78	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 0.5ml/L	5.22	a	6.54	a	8.26	a	9.11	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 1ml/L	4.76	a	6.33	a	8.26	a	8.59	a

CV=10.31%-8.12%-6.97%-6.21%.

## 2.4 Número de hojas

La aplicación de elicitores ha incrementado el número de hojas respecto al control, a los 20 días *Kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L, ácido ascórbico 1 g/L y ácido cítrico 1 g/L, con 2.44, 2.33 y 2.33 respectivamente. Sin embargo, a los 34 días se destaca el ácido benzoico 1g/L, ácido cítrico 1g/L y 0.5 g/L con 6.67, 6.67 y 6.45.

A los 48 días, el ácido benzoico 1 g/L, ácido cítrico 1 g/L y *Kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L registra resultados favorables de 6.67, 6.67 y 6.45 hojas/planta, mientras que a los 62 días el mayor número de hojas lo obtuvo el ácido benzoico 1 g/L con 14.11, seguido de *Kappaphycus alvarezii* 0.50 con 12.33 y ácido benzoico 0.5 g/L con 12.11.

Finalmente, el ácido benzoico 0.5 g/L se mantuvo como el de mejor incremento con 15.78 hojas/planta, lo cual indica que el control fue superado en 14.83%; resultados similares a los hallados por Allah et al. (2015), quien al aplicar 400 mg/L de ácido benzoico en plantas de quinoa obtuvo 3.48% más número de hojas respecto al testigo (Tabla 9).

En correspondencia con Limon (2005), quien registro en el número de hojas y rendimiento de tomate en suelos calcáreos con aplicaciones de  $10^{-4}$  de ácido benzoico.

Otro de los tratamientos destacados en el número de hojas fue la aplicación de *kappaphycus alvarezii* 0.5 ml/L y 1ml/L, en conformidad con (Velasco Ramírez et al., 2020),

quien señala que la aplicación foliar de 20 mL extracto de algas y directa al sustrato 50 mL tuvo resultados favorables para el número de brotes y hojas de *Eustoma grandiflorum* la variedad Rosie y variedad Florida cultivadas en macetas en condiciones de vivero.

Además, en una investigación acerca de flores blancas locales (*Narcissus tazetta*) y flores amarillas importadas (*Narcissus eastertide*) al rociar  $4\text{mL}^{-1}$  de extracto de alga incrementó significativamente el número de hojas y área foliar (Al-Khuzayy & Al-Asadi, 2019).

**Tabla 9.** Efecto de Elicitores en el número de hojas a los 20,34,48 y 76 días de la siembra.

Tratamientos	Número de Hojas									
	20 días		34 días		48 días		62 días		76 días	
Control	2.11	a	6.44	a	11.00	a	10.56	a	13.44	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	2.11	a	6.44	a	10.89	a	11.00	a	13.00	a
Ácido cítrico 1g/L	2.33	a	6.67	a	12.00	a	11.78	a	12.33	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	2.33	a	6.44	a	11.33	a	11.56	a	13.78	a
Ácido ascórbico 1g/L	2.00	a	6.22	a	11.11	a	11.22	a	13.33	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	2.11	a	6.33	a	10.89	a	12.11	a	14.00	a
Ácido benzoico 1g/L	2.11	a	6.67	a	12.00	a	14.11	a	15.78	a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	2.44	a	6.44	a	11.56	a	12.33	a	14.56	a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	2.00	a	6.11	a	11.56	a	11.44	a	14.33	a

CV=14.15%-8.13%-5.33%-14.75%-12.40%.

## 2.5 Altura de la sexta hoja

La evaluación de la altura de la sexta hoja se presenta en la Tabla 10. Los resultados determinan que la aplicación de elicitores favorece el crecimiento vertical de las hojas destacándose el tratamiento ácido benzoico a una concentración 1g/L, el cual exhibió un incremento del 14.69% en desarrollo con respecto al control.

En relación con Abouziena & A. A. Amin (2016), quienes al aplicar 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido benzoico obtuvieron un incremento significativo en el área de hoja bandera, láminas por planta y rendimiento en el cultivo de trigo.

En concordancia con Ramírez et al. (2006), quien determinó que al utilizar  $10^{-4}$  M de ácido benzoico incrementó el número y área de hojas y el peso fresco en repollo.

Por otro lado, los tratamientos a concentraciones 0.5 g/L ácido ascórbico, 0.5 ml/L *Kappaphycus alvarezii*, 0.5 g/L ácido cítrico y 1 g/L de ácido benzoico obtuvieron resultados beneficiosos, siendo superiores en 12.28%, 11.06%, 7.64% y 7.15% respecto al control; estos resultados indican influencia positiva de la aplicación de elicitores en el estímulo del crecimiento longitudinal de las hojas durante la investigación.

En concordancia con Al-Khuzaey & Al-Asadi (2019), en el cual se incrementó el área foliar al rociar  $4\text{mL}^{-1}$  de extracto de alga.

Por otra parte, (Guner et al., 2012), reportó un ligero incremento en el ancho de la hoja y área del limón utilizando 0.05% de ácido cítrico.

**Tabla 10.** Efecto de Elicitores en la altura de la sexta hoja de la planta a los 76 días de la siembra.

Tratamientos	Altura de la sexta hoja (cm)	
Control	27.33	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	28.53	a
Ácido cítrico 1g/L	27.53	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	31.26	a
Ácido ascórbico 1g/L	26.76	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	28.68	a
Ácido benzoico 1g/L	31.45	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 0.5ml/L	30.83	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 1ml/L	28.21	a

CV=5.96%

## 2.6 Número de flores

La floración inició a los 28 días posteriores a la siembra directa, con la aparición de botones florales, en correspondencia con Mendoza Macias et al. (2023), quien señala que la floración empieza a los 26 días con 546.18 UCA, bajo condiciones de semillero y trasplante en híbrido acerado HA 3059.

Los datos registrados en la Tabla 11, revelan un aumento en el número de flores durante el ensayo con la aplicación de elicitores, reflejado desde los 34 días posteriores a la siembra, siendo el más destacado el tratamiento 8 *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L, seguido del tratamiento 4 ácido ascórbico 0.5 g/L y tratamiento 3 ácido cítrico 1 g/L, Estos tratamientos

exhibieron incrementos del 13.52%, 9.44% y 9.44%, respectivamente, en comparación con el grupo de control. Este patrón sugiere una influencia de los elicitores, especialmente del tratamiento con *Kappaphycus alvarezii*, en la estimulación del desarrollo floral, evidenciado por el aumento cuantitativo en la formación de flores durante el período de evaluación.

A los 48 días los tratamientos ácido benzoico y ácido cítrico a concentraciones 1 g/L sobresalen por su rendimiento, con una diferencia del 3.3% de flores respecto al control; en cuanto al número de flores registradas a los 62 días, los tratamientos que resaltan son *Kappaphycus alvarezii* 1mL/L, seguido de ácido benzoico 0.5 g/L y ácido cítrico 1 g/L con 18.98% y 14.84% referente al control.

Finalmente, la última evaluación registrada a los 76 días señala la a concentración 1 g/L de ácido benzoico como el de mejor desempeño con 8.94 flores/planta, *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L con 8.11, ácido cítrico 1 g/L con 7.89 y baja con 7.50, siendo superior al control en 21.70%, 13.69%, 11.8% y 4.50% respectivamente.

El ácido benzoico 1 g/L es considerado el de mejor rendimiento , resultados que están en concordancia con Seesangboon et al. (2018), quien demostró que el uso de 25 mg L<sup>-1</sup> ácido benzoico modifica el rendimiento floral y crecimiento vegetativo de la manzanilla.

Los resultados obtenidos con las aplicaciones de algas marinas, se relacionan a los resultados alcanzados con la aplicación foliar de extracto de algas marinas en tomate Roma, en concentraciones del 50% ( 3.75  $gmL^{-1}$ ), incrementó la altura de las plantas y mayor número de ramas y flores por planta (García-González & Sommerfeld, 2016).

En concordancia con Salazar-Salazar et al. (2022), quien al emplear extractos de algas en concentraciones 3.75  $gmL^{-1}$ , incrementó la cantidad de flores y ramas por planta y la altura.

Las aplicaciones de ácido cítrico han obtenido resultados favorables respecto al control, en correspondencia con Meligy (2020)), quien al emplear 3g/L de ácido cítrico obtuvo efectos positivos sobre la floración temprana y factores de crecimiento en *Hibiscus sabdariffa* L.

**Tabla 11.** Efecto de Elicitores en el número de flores a los 20,34, 48, 62 y 76 días de la siembra.

Tratamientos	Número de flores							
	34 días		48 días		62 días		76 días	
Control	2.11	a	6.44	a	3.33	a	7.00	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	2.11	a	6.44	a	2.94	a	7.50	a
Ácido cítrico 1g/L	2.33	a	6.67	a	3.50	a	7.89	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	2.33	a	6.44	a	2.67	a	6.94	a
Ácido ascórbico 1g/L	2.00	a	6.22	a	3.17	a	7.33	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	2.11	a	6.33	a	3.50	a	6.28	a
Ácido benzoico 1g/L	2.11	a	6.67	a	4.11	a	8.94	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 0.5ml/L	2.44	a	6.44	a	3.11	a	8.11	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 1ml/L	2.00	a	6.11	a	3.17	a	6.28	a

CV=14.15%-8.13%-25.41%-20.3%-21.03%

## 2.7 Número de frutos

Durante el ensayo la etapa de fructificación inició a los 58 días mientras que en la evaluación del híbrido acerado en cultivo protegido empieza a los 52 días (Mendoza Macias et al., 2023).

A los 76 días de fructificación, la aplicación de todos los elicitores incrementaron el número de frutos de tomate respecto al control, siendo el de mayor incremento el del ácido benzoico a concentración de 1 g/l, seguidos por los tratamientos de *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 0,5 ml/l y ácido ascórbico 0,5 g/L, de igual forma los tratamientos de ácido cítrico con dosis de 0,5 y 1 /l, el alga *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l y ácido benzoico a dosis de 0,5 g/l, mientras que tanto el ácido ascórbico a dosis de 1 g/l y el control obtuvieron el menor número de frutos (Tabla 12).

Resultados semejantes, hallados por Sepúlveda et al. (2015), demuestran que el uso de ácido benzoico  $10^{-4}M$  tuvo efectos positivos sobre el crecimiento y producción de frutos de tomate, con un 45% mayor que el testigo bajo condiciones de suelo calcáreo.

En relación con Sandoval-Rangel et al. (2011), quien obtuvo un incremento en el rendimiento aumento del número de frutos de chile piquín a concentración de  $10^{-4}M$  ácido benzoico.

Se ha demostrado que la utilización exógena de extractos de algas presenta un efecto positivo en la cantidad de frutos, en correspondencia con Salazar-Salazar et al. (2022), quien obtuvo un favorable número de frutos comerciales y no comerciales, de buena calidad y un incremento en el rendimiento en *Cucumis sativus* L. aplicando 1 L/ha de extractos de algas.

En general, el ácido ascórbico tiene un gran impacto en la producción de frutos, afectando la calidad, crecimiento y previniendo el pardeamiento (SAPERS et al., 2006).

En correspondencia con Rahman et al. (2022), quien registra un mejor crecimiento y aumento en un 18% del rendimiento en comparación con el control en plantas de tomate bajo condiciones de campo abierto con una aplicación exógena de 4 mM de ácido ascórbico.

En plantas de durazno se ha incrementado significativamente la calidad y rendimiento de la fruta con la aplicación foliar de ácido ascórbico a 800 ppm (Sajid et al., 2017).

**Tabla 12.** Efectos de Elicitores en el número de frutos a los 76 días de la siembra.

Tratamientos	Número de frutos	
Control	5.61	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	6.33	a
Ácido cítrico 1g/L	6.56	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	7.17	a
Ácido ascórbico 1g/L	5.78	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	6.11	a
Ácido benzoico 1g/L	9.44	a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	7.44	a
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	6.56	a

CV=20.88.

## 2.8 Características del fruto

En la Figuras 5 se observa el efecto del ácido cítrico sobre el número y tamaño de frutos de tomate a los 76 días de la siembra en suelos calcáreos, en la Figura 6 se contempla los resultados del ácido ascórbico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de fruto, la Figura 7 analiza gráficamente los efectos del ácido benzoico sobre la cantidad y tamaño de frutos y la figura 8 examina el efecto en cuanto a número y tamaño de fruto al aplicar 0.5 ml/L y 1ml/L a los 76 días.



**Figura 5.** Efecto de ácido cítrico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra

Todos los frutos de T1, T2 Y T3 se encuentran en la escala 1 debido a la coloración verde que mantienen.



**Figura 6.** Efecto de ácido ascórbico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra

Los frutos del control y T4 se encuentran en escala 1 por la coloración que presentan mientras que el T5 se ubica en la escala 2 debido a que hay un ligero cambio de color de verde a amarillo.



**Figura 7.** Efecto de ácido benzoico 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra.

Los frutos del control y T4 se encuentran en escala 1 por la coloración que presentan mientras que el T5 se ubica en la escala 2 debido a que hay un ligero cambio de color de verde a amarillo.



**Figura 8.** Efecto de *Kappaphycus alvarezii* 0.5 g/L y 1 g/L sobre el número y tamaño de frutos a los 76 días de la siembra.

Todos los frutos de control y T8 se encuentran en la escala 1 debido a la coloración verde que mantienen, mientras que el T9 se ubica en la escala 6 ya que más del 90% del fruto tiene coloración roja.

## 2.9 Peso fresco y seco de la raíz

El peso fresco de la raíz se ve influenciado por concentraciones 0.5 g/L y 1 g/L de ácido ascórbico, *Kappaphycus alvarezii* y ácido benzoico; siendo el mayor peso fresco el ácido ascórbico 0.5 g/L, seguido de *Kappaphycus alvarezii* a concentración de 0.5 ml/L y 1 ml/L; ácido benzoico 1 g/L y 0.5 g/L, y ácido ascórbico 1 g/L superando al control con 5.28 g, 2.39 g, 1.73 g, 1.17 g, 0.72 g y 0.06 g respectivamente (Tabla 13).

En conformidad con Al-Rubaiee & Al – Saedi (2023), quien señala que la aplicación de ácido ascórbico de 100 mgL<sup>-1</sup> aumenta el desarrollo de las raíces de trigo, lo que se mide por el aumento del peso seco y fresco bajo estrés salino.

Los resultados alcanzados con la utilización de *Kapapphycus alvarezii* señalan que promueve el peso fresco de las raíces, en concordancia con Arioli et al. (2023), quien emplea en árboles jóvenes de aguacate 800 ppm de alga marinas aumento el peso en un 22% respecto al control.

La aplicación de ácido benzoico promueve el peso fresco de la raíz en tomate, en concordancia con Ramírez et al. (2006), quien determina que la aplicación de ácido benzoico  $10^{-6}$  M, aumentó el peso fresco de raíz en acelga, brócoli y repollo con 13.50 g, 17.25 g y 22.50 g respecto al testigo.

En contraste con Santiago Guillén et al. (2002), quien reportó que al aplicar a concentración  $10^{-4}$  ácido benzoico que la utilización a concentración  $10^{-4}$  ácido benzoico merma la biomasa fresca de la raíz en coliflor.

La aplicación de elicitors favorece al incremento en el peso seco de raíces, se observan diferencias estadísticas entre tratamientos, creándose 3 grupos estadísticos, encabezado por el tratamiento ácido ascórbico 0.5 g/L, *Kappaphycus alvarezzi* 1 ml/L, ácido benzoico 0.5 g/L, *Kappaphycus alvarezzi* 0.5 ml/L, ácido benzoico 1 g/L y ácido ascórbico 1 g/L, siguiendo el segundo grupo estadístico ácido cítrico 0.5 g/L y 1 g/L, finalmente, el último grupo estadístico lo conforma el control con 5.11 gr; siendo inferior a los demás tratamientos con 7.39 g, 7.8 g, 6.22 g, 5.61 g, 4.8 g, 3.11 g, 1.06 g y 0.83 g respectivamente. En concordancia con Al-Rubaiee & Al – Saedi (2023), quien consiguió un aumento de 26.76% de peso seco de raíces respecto al control al emplear a concentración 100 mg. L<sup>-1</sup>. de ácido ascórbico en trigo.

El uso de ácido benzoico es de los tratamientos más destacadas en cuanto al peso seco de la raíz, en conformidad con Mundo Candelario & Mendoza (2016), quien determina que la aplicación de  $10^{-5}$  de ácido benzoico supera al control, con una diferencia de 0.09 gramos.

**Tabla 13.** Efecto de Elicitors en el peso fresco y seco de la raíz a los 76 días de la siembra.

Tratamientos	Peso fresco de las raíces (g)		Peso seco de las raíces (g)	
Control	31,94	a	5,11	c
Ácido cítrico 0.5 g/L	30,28	a	6,17	b c
Ácido cítrico 1g/L	28,44	a	5,94	b c
Ácido ascórbico 0.5 g/L	37,22	a	12,50	a
Ácido ascórbico 1g/L	32,00	a	8,22	a b c
Ácido benzoico 0.5 g/L	32,67	a	11,33	a b
Ácido benzoico 1g/L	33,11	a	9,89	a b c
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	34,33	a	10,72	a b c
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	33,67	a	12,39	a b

CV=26,37%-22,28%

## 2.10 Peso fresco y seco del tallo

Los datos presentados en la Tabla 14, evidencian que la aplicación exógena de elicitores como ácido benzoico, *Kappaphycus alvarezii* y ácido ascórbico registraron pesos frescos favorables en relación al control, siendo superiores en un 20.85% ácido benzoico 1 g/L, 11.22% *Kappaphycus alvarezii* 0.5 g/L y 10.23% ácido ascórbico. En relación con (Valdez Sepúlveda et al., 2015), quien al aplicar  $10^{-5}M$  de ácido benzoico logró aumentaron el peso fresco del tallo de tomate en un 33.32% en relación al control, en correspondencia con los resultados obtenidos por (Mundo Candelario & Mendoza, 2016), quien señala un aumento del 20.27% , estimulando el peso fresco del tallo en el cultivo de papa.

En constancia con Espinosa-Antón et al. (2023), quien señala que la aplicación de polvos o extractos de algas marinas aumenta el peso de las planta de tomate en fresco y seco. El uso de extractos de alga mejora los parámetros de crecimiento, como la longitud, la superficie, el peso seco y fresco, así como el contenido de clorofila y minerales(Mzibra et al., 2018).

Otro elicitador con respuestas favorables a las variables evaluadas es el ácido ascórbico en, conformidad con Mazher (2017), a concentración de 200 ppm de ácido ascórbico provocó un incremento en el peso y fresco de todos los órganos de las pantas.

El tratamiento ácido benzoico 1g/L se mantiene como el de mejor desempeño con un 40% más peso seco del tallo en relación al control y un porcentaje de agua de 60.01% en comparación con el peso fresco, en correspondencia con los resultados obtenidos por (Valdez Sepúlveda et al., 2015) , quien alcanzó un 2.72% más peso seco respecto al control y 76.16% de agua en relación al peso fresco del tallo en el cultivo de tomate con una concentración de  $10^{-5}M$  de ácido benzoico.

Otro de los tratamientos destacados en el peso seco del fruto son ácido ascórbico 0.5 g/L, ácido cítrico 0.5 g/L y *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L, quienes superar al control en 2.84 g, 2.28 g, 0.73 g y 0.5 g respectivamente.

**Tabla 14.** Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco del tallo a los 76 días de la siembra.

Tratamientos	Peso fresco del tallo (g)		Peso seco del tallo (g)	
Control	40.89	a	9.94	a
Ácido cítrico 0.5 g/L	40.78	a	10.67	a
Ácido cítrico 1g/L	33.78	a	7.67	a
Ácido ascórbico 0.5 g/L	45.56	a	12.22	a
Ácido ascórbico 1g/L	37.89	a	8.89	a
Ácido benzoico 0.5 g/L	39.67	a	8.78	a
Ácido benzoico 1g/L	51.67	a	12.78	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 0.5ml/L	51.67	a	10.44	a
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 1ml/L	39.17	a	9.56	a

CV=19.90-21.75

### 2.11 Peso fresco y peso seco de las hojas

La evaluación de peso fresco de hojas a los 76 días refleja un incremento en las plantas tratadas a do concentración 1 g/L de ácido benzoico y *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L y ácido ascórbico 0.5 g/L, estadísticamente presenta diferencias significativas entre tratamientos y se divide en tres grupos estadísticos, el primero ácido benzoico 1 mL/L *Kappaphycus alvarezii* 0.5 mL/L, ácido ascórbico 0.5 g/L, control, seguido por el segundo grupo estadístico *Kappaphycus alvarezii* 1 mL/L, ácido cítrico 0.5, ácido ascórbico 1 g/L, finalmente el grupo 3 corresponde a 0.5 g/L de ácido benzoico y 1 g/L ácido cítrico aplicación de 1 g/L de ácido benzoico promueve el peso fresco de las hojas en un 17.29% respecto al control

En concordancia con Valdez Sepúlveda et al. (2015), quien obtuvo un peso 8.84% más peso fresco de hojas por planta que el control con un valor de 109.37 g al aplicar  $10^{-6}M$  de ácido benzoico en tomate.

Las evaluaciones de peso seco de las hojas indican que la aplicación de elicitores favorece a esta variable, de acuerdo al ANOVA se presentan 3 grupos estadístico, el de mejores resultados fue el ácido ascórbico 0.5 mL/L y ácido benzoico 1g/L, seguido del segundo grupo *Kappaphycus alvarezii* 1 mL/L y 0.5 mL/L, ácido ascórbico 1 g/L, control, ácido cítrico 0.5 g/L y ácido benzoico 0.5 g/l; finalmente el el ácido cítrico 1 g/L (Tabla 15).

El uso de 0.5 g/L de ácido ascórbico alcanzó un 23.78 g peso seco de las hojas considerándose el de mejor desempeño, con un 72.67% de agua respecto al peso fresco, en correspondencia con Buxton et al. (2002), quien al aplicar 20 mg/L de ácido ascórbico junto a

0.5 g glucosa, contrarrestaron el estrés de NaCl al incrementar el área foliar, tallo y pesos secos totales en las plantas, mientras que en la aplicación de 1 g/L de ácido benzoico 1g/L logro un peso de 18.67 g de peso seco con un porcentaje de agua de 81.55%.

**Tabla 15.** Efecto de elicitores en el peso fresco y seco de las hojas a los 76 días de la siembra.

Tratamientos	Peso fresco de las hojas (g)			Peso seco de las hojas (g)		
Control	82,89	a	b	c	16,28	b c
Ácido cítrico 0.5 g/L	72,50		b	c	15,56	b c
Ácido cítrico 1g/L	66,50			c	10,22	
Ácido ascórbico 0.5 g/L	87,00	a	b		23,78	a
Ácido ascórbico 1g/L	70,83		b	c	17,00	b c
Ácido benzoico 0.5 g/L	67,28			c	17,00	b c
Ácido benzoico 1g/L	100,22	a			18,67	a b
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 0.5ml/L	95,00	a	b		17,00	c
<i>Kappaphycus alvarezii</i> 1ml/L	72,78		b	c	17,89	b

CV=11.09-11.58

## 2.12 Peso fresco y peso seco del fruto

La aplicación de todos los elicitores aumentaron el número de frutos de tomate respecto al control, siendo el de mayor incremento el ácido benzoico a concentración de 1 g/l, seguidos por los tratamientos de *Kappaphycus alvarezii* a 0,5 ml/l y ácido benzoico 0.5 g/L, de igual forma los tratamiento ácido ascórbico 0.5 g/L, ácido cítrico 1 g/l y 0,5 g/L, seguidos por los tratamientos *Kappaphycus alvarezii* 1 mL/L, ácido ascórbico 1 g/L y control, siendo superior en 112.7g, 73.66 g, 44.89 g, 38.48 g, 38.26 g, 29.82 g, 24.39 g y 11.05 g respecto al control (Tabla 16).

El tratamiento ácido benzoico 1 g/L obtuvo un 30.48% más peso promedio respecto al testigo, con un total de 369.73 g, en concordancia con (Ramírez, 2007), quien determina que la aplicación de ácido benzoico tiene un efecto positivo sobre el crecimiento y producción del fruto de tomate cultivado en suelo calcáreo.

En correspondencia con Dedolph (1962) quien al aplicar 20 ppm de ácido benzoico aumento el rendimiento temprano, incluyendo el número y peso de frutos de papaya. En

conformidad con la aplicación de ácido benzoico  $10^{-4}M$  la cual aumentó el número de frutos por plantas en chile piquín incrementando el rendimiento (Sandoval-Rangel et al., 2011).

Los resultados obtenidos con la aplicación de algas marinas , están en concordancia con Arioli et al. (2023), quien aumentó el rendimiento del aguacate (kg de fruto por árbol) en un 38%, la firmeza del fruto en un 4% (piel) y un 22% (pulpa), y el color de la piel del fruto en un 1° (tono de color) mejoró significativamente, así como la madurez visual también ha mejorado mediante la aplicación del extracto de algas por fertirriego, consistió en diluir una proporción de 1:400 antes de la aplicación.

Las aplicaciones de ácido ascórbico promueve el peso de frutos, de acuerdo con Rahman et al. (2022), quien obtuvo un peso de 22.14 Kg/ plantas bajo concentraciones 4 mM y 2 mM de ácido ascórbico siendo 1.08% superior al testigo.

La variable peso seco del fruto presentó diferencias significativas entre los tratamientos ácido benzoico (1g/L), ácido cítrico (0.5 g/L), *kappaphycus alvarezzi* 0.5ml/L y control, siendo la de mejor rendimiento la aplicación de 1 g/L de ácido benzoico la cual contiene 90.22% de agua respecto al peso fresco del fruto.

De acuerdo con Mendoza Macias et al. (2023), determina que el peso promedio del fruto es de 150.07 g en el híbrido acerado mientras que en el estudio el control superó este promedio con 257.03 g, así mismo el tratamiento 7 se destacó con 59.41% más peso respecto al de la investigación citada.

**Tabla 16.** Efecto de Elicitores en el peso fresco y seco del fruto a los 76 de la siembra.

Tratamientos	Peso fresco de fruto (g)		Peso de fruto seco (g)		
Control	257,03	a	23,11	a	b
Ácido cítrico 0.5 g/L	286,85	a	18,28	a	b
Ácido cítrico 1g/L	295,29	a	24,56	a	b
Ácido ascórbico 0.5 g/L	295,51	a	25,00	a	b
Ácido ascórbico 1g/L	268,08	a	30,22	a	b
Ácido benzoico 0.5 g/L	301,92	a	25,78	a	b
Ácido benzoico 1g/L	369,73	a	30,67	a	
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 0.5ml/L	330,69	a	31,89	a	b
<i>Kappaphycus alvarezzi</i> 1ml/L	281,42	a	25,44	a	b

CV=18.58%-17.53%

## **Conclusiones y recomendaciones**

En conclusión, los elicitores evaluados muestran un potencial significativo para mejorar el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate en suelo calcáreo, principalmente el ácido benzoico, *Kappaphycus alvarezzi* y ácido ascórbico.

Las plantas tratadas con ácido benzoico 1 g/L respondió favorablemente a la altura, diámetro del tallo, número de hojas, flores y frutos, altura de la sexta hoja, peso fresco de tallo, hojas y frutos, seguida de las concentraciones 0.5mL/L de *Kappaphycus alvarezzi* y ácido ascórbico.

Las dosis de elicitor va a variar según el cultivo y las condiciones ambientales, bajo las características del estudio, la dosis adecuada de ácido benzoico, ácido ascórbico, *Kappaphycus alvarezzi* y ácido cítrico es de 1 g/L, 0.5 g/L, 0.5 g/L y 0.5g/l

## **Recomendaciones**

En base de los resultados favorables obtenidos con la aplicación de elicitores, se sugiere ampliar las áreas de investigación centradas en el estudio de elicitores abióticos, ya sea de manera individual o en combinación.

Se recomienda realizar un análisis detallado del costo de producción como parte integral de este estudio para una comprensión exhaustiva de los recursos financieros requeridos para llevar a cabo el ensayo de campo hasta su producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Wahed, M. S., Hameed, L. A., & Salamjwar, A. (2022). Effect of glutathione and ascorbic acid on some physical characteristics of seedlings of grape plant Halawani cultivar *Vitis vinifera* L. *University of Thi-Qar Journal of agricultural research*, *11*(2), 122-130.
- Abdul Malik, N. A., Kumar, I. S., & Nadarajah, K. (2020). Elicitor and Receptor Molecules: Orchestrators of Plant Defense and Immunity. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/ijms21030963>
- Abouzienna, H., & A. A. Amin, A. A. A. E.-K. (2016). Effects of Benzoic acid and Thiourea on Growth and Productivity of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Plants. *PONTE International Journal of Science and Research*, *72*(4).  
<https://doi.org/10.21506/j.ponte.2016.4.26>
- Alianza Bioversity–CIAT, & MAG. (2022). *Mapa digital de fertilidad química de los suelos del Ecuador continental*. Memoria Técnica.  
[http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=1a636166-4a14-4b31-88b3-7d417dd0ea54&fname=mt\\_fertilidad\\_quimica\\_suelos\\_2022.pdf&access=public](http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=1a636166-4a14-4b31-88b3-7d417dd0ea54&fname=mt_fertilidad_quimica_suelos_2022.pdf&access=public)
- Al-Khuzaei, A., & Al-Asadi, F. (2019). Effect of Seaweed Extract Spray on Vegetative and Flowering Growth of Two Narcissus Species. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, *32*, 134-139. <https://doi.org/10.37077/25200860.2019.263>
- Allah, M. M.-S., El-Bassiouny, H., Elewa, T. A. E., & El Sebai, T. (2015a). *Effect of salicylic acid and benzoic acid on growth, yield and some biochemical aspects of quinoa plant grown in sandy soil*. *8*, 216-225.

- Allah, M. M.-S., El-Bassiouny, H., Elewa, T. A. E., & El Sebai, T. (2015b). *Effect of salicylic acid and benzoic acid on growth, yield and some biochemical aspects of quinoa plant grown in sandy soil*. 8, 216-225.
- Aloo, S. O., Barathikannan, K., Oforu, F. K., & Oh, D.-H. (2023). Fermentation of ascorbic acid-elicited alfalfa sprouts further enhances their metabolite profile, antioxidant, and anti-obesity effects. *Food Bioscience*, 54, 102871.  
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102871>
- Al-Rubaiee, F. A. A., & Al – Saedi, A. J. H. (2023a). Effect of grains soaking with ascorbic acid on the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to salinity stress. *AIP Conference Proceedings*, 2414(1), 020016.  
<https://doi.org/10.1063/5.0114508>
- Al-Rubaiee, F. A. A., & Al – Saedi, A. J. H. (2023b). Effect of grains soaking with ascorbic acid on the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to salinity stress. *AIP Conference Proceedings*, 2414(1), 020016.  
<https://doi.org/10.1063/5.0114508>
- Anjum, S., Ehsanullah, Xue, L., Wang, L., Saleem, M. F., & Huang, C.-J. (2013). Exogenous benzoic acid (BZA) treatment can induce drought tolerance in soybean plants by improving gas-exchange and chlorophyll contents. *Australian Journal of Crop Science*, 7, 555-560.
- Arioli, T., Villalta, O., Hepworth, G., Farnsworth, B., & Mattner, S. (2023a). Effect of seaweed extract on avocado root growth, yield and post-harvest quality in far north Queensland, Australia. *Journal of Applied Phycology*, 1-11.  
<https://doi.org/10.1007/s10811-023-02933-0>
- Arioli, T., Villalta, O., Hepworth, G., Farnsworth, B., & Mattner, S. (2023b). Effect of seaweed extract on avocado root growth, yield and post-harvest quality in far north

Queensland, Australia. *Journal of Applied Phycology*, 1-11.

<https://doi.org/10.1007/s10811-023-02933-0>

Bailey, M., Hsieh, E.-J., Tsai, H.-H., Ravindran, A., & Schmidt, W. (2022). *Alkalinity modulates a unique suite of genes to recalibrate growth and pH homeostasis* (p. 2022.12.12.520164). bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.12.12.520164>

Benavides-Mendoza, A., Burgos-Limón, D., & Ortega-Ortiz, H. (2007). *EL ÁCIDO BENZOICO Y EL POLIÁCIDO ACRÍLICO-QUITOSÁN EN LA CALIDAD Y EL RENDIMIENTO DEL TOMATE CULTIVADO EN SUELO CALCÁREO*.

Buxton, G., Geyer, B., & Huyskens-Keil, S. (2002). Effects of ascorbic acid, charcoal, glucose, and salicylic acid in nutrient solutions on vegetative growth and the susceptibility of *Phaseolus vulgaris* to sodium chloride. *Ghana Journal of Agricultural Science*, 35(1), Article 1. <https://doi.org/10.4314/gjas.v35i1.1853>

Caicedo-López, L. H., Aranda, A. L. V., Sáenz de la O, D., Gómez, C. E. Z., Márquez, E. E., & Zepeda, H. R. (2021). Elicidores: Implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana. *Revista Bioética*, 29, 76-86. <https://doi.org/10.1590/1983-80422021291448>

Campbell, A. (2010). *Organic matter application can reduce copper toxicity in tomato plants*. 39, 4-48. <https://doi.org/10.4195/jnrlse.2010.0002se>

Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LA GERMINACIÓN DE CUATRO GENOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32(2), 94-101. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>

Chakroborty, J., Imran, S., Mahamud, M. A., Sarker, P., & Paul, N. C. (2022). Effect of citric acid (CA) priming and exogenous application on germination and early seedling growth of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) plants under salinity stress condition.

*Archives of Agriculture and Environmental Science*, 7(3), Article 3.

<https://doi.org/10.26832/24566632.2022.070303>

Changoluisa Quishpe, V. J. (2020). *Evaluación de pH en suelos alcalinos utilizando tres enmiendas químicas en el cultivo de remolacha (Beta Vulgaris L. Var. Conditiva) sector Salache, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi 2019-2020*. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).].

<http://localhost/handle/27000/6619>

Chatterjee, D., Datta, S. C., & Manjaiah, K. M. (2015). Effect of citric acid treatment on release of phosphorus, aluminium and iron from three dissimilar soils of India.

*Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(1), 105-117.

<https://doi.org/10.1080/03650340.2014.919449>

Chen, Z., Cao, X., & Niu, J. (2021). Effects of exogenous ascorbic acid on seed germination and seedling salt-tolerance of alfalfa. *PLOS ONE*, 16(4), e0250926.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250926>

Dedolph, R. R. (1962). Effect of Benzothiazole-2-Oxyacetate on Flowering and Fruiting of Papaya. *Botanical Gazette*, 124(1), 75-78. <https://doi.org/10.1086/336175>

Delgado, I. R., Iglesias, H. I. P., & Batista, R. M. G. (2021). Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 13(S2), Article S2.

Elliott, L. F., & Cheng, H. H. (1987). Assessment of Allelopathy Among Microbes and Plants. En *Allelochemicals: Role in Agriculture and Forestry* (Vol. 330, pp. 504-515). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-1987-0330.ch045>

EL-Mahady, A., EL-Dahab, M. S., & Ibrahim, E. A. M. (2015). Effect of Some Organic Acids on Seed Vigor and Health of Some Rice Cultivars. *Plant Pathology Journal*, 14, 31-37. <https://doi.org/10.3923/ppj.2015.31.37>

Emongor, V., Mutunga, C. M. M., & Chweya, J. A. (2004). Effect of benzyladenine on growth and flower yield of chamomile plants. *Tropical Agriculture*, 81, 1-6.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. (2022).

*Boletín técnico ESPAC 2022.pdf*.

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/Bolet%C3%ADn\\_tecnico\\_ESPAC\\_2022.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/Bolet%C3%ADn_tecnico_ESPAC_2022.pdf)

Eşen, D., Güneş Özkan, N., & Yildiz, O. (2009). Effects of citric acid presoaking and stratification on germination behavior of *Prunus Avium* l. Seed. *Pak. J. Bot*, 41, 2529-2535.

Espinosa, C. B., & Lima, D. P. D. L. (2019). *CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN Y PRÁCTICAS RÍO VERDE, SANTA ELENA, ECUADOR*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3279873>

Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., González-González, M., Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González-González, M. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotechnología Vegetal*, 20(4), 257-282.

Espinosa-Antón, A. A., Zamora-Natera, J. F., Zarazúa-Villaseñor, P., Santacruz-Ruvalcaba, F., Sánchez-Hernández, C. V., Águila Alcántara, E., Torres-Morán, M. I., Velasco-Ramírez, A. P., & Hernández-Herrera, R. M. (2023). Application of Seaweed Generates Changes in the Substrate and Stimulates the Growth of Tomato Plants. *Plants*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/plants12071520>

Falcón Rodríguez, A. B., Costales Mené, D., González-Peña Fundora, D., & Nápoles García, M. C. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: Las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36, 111-129.

- Ferreya E., R., Peralta A., J. M., Sadzawka R., A., Valenzuela B., J., & Muñoz S., C. (1998). *Efecto de la aplicación de ácido sobre algunas características químicas de un suelo calcáreo [ácido sulfúrico; ácido cítrico; ácido acético; ácido fosfórico; ácido nítrico]*. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/39227>
- García Enciso, E. L., Robledo Olivo, A., Benavides Mendoza, A., Solís Gaona, S., González Morales, S., García Enciso, E. L., Robledo Olivo, A., Benavides Mendoza, A., Solís Gaona, S., & González Morales, S. (2018). Efecto de elicitores de origen natural sobre plantas de tomate sometidas a estrés biótico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE20), 4212-4221. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.991>
- García Mera, V. (2022). *Evaluación de tutorado con diferentes ángulos sobre el rendimiento y calidad de tomate (lycopersicum esculentum) var. Chonto*. [Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4501>
- García-González, J., & Sommerfeld, M. (2016). Biofertilizer and biostimulant properties of the microalga *Acutodesmus dimorphus*. *Journal of Applied Phycology*, 28, 1051-1061. <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0625-2>
- Godínez-Mendoza, P. L., Rico-Chávez, A. K., Ferrusquía-Jimenez, N. I., Carbajal-Valenzuela, I. A., Villagómez-Aranda, A. L., Torres-Pacheco, I., & Guevara-González, R. G. (2023). Plant hormesis: Revising of the concepts of biostimulation, elicitation and their application in a sustainable agricultural production. *Science of The Total Environment*, 164883.
- González, R. G. G., Aranda, A. L. V., Jiménez, N. I. F., & Roséndiz, M. M. (2020). *Elicitores en la agricultura. Bases teóricas y algunas aplicaciones*. Universidad Almería.
- Guevara González, R. G., Villagómez Aranda, A. L., Ferrusquía Jiménez, N. I., & Martínez Reséndiz, M. (2019). *Elicitores en la agricultura: Bases teóricas y algunas*

*aplicaciones*. Editorial Universidad de Almería (edual).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=919148>

Guneri, M., Misirli, A., & Yokas, I. (2012). *Citric acid treatments on the vegetative, fruit properties and yield in Interdonat lemon and Valencia orange*.

Heikal, A., & Helmy, S. (2018). EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND ASCORBIC ACID ON GROWTH, ESSENTIAL OIL AND CHEMICAL COMPOSITION OF ROSEMARY PLANT. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(1), 87-103. <https://doi.org/10.21608/zjar.2018.49808>

Hernández-Herrera, R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-López, M. A., Norrie, J., & Hernández-Carmona, G. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 619-628. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0078-4>

Heuvelink, E. (2005). *Tomatoes*. CABI Pub.

Hou, X., Feng, L., Liu, G., Saeed, D. A., Li, H., Zhang, Y., & Ye, Z. (2015). The influence of growth media pH on ascorbic acid accumulation and biosynthetic gene expression in tomato. *Scientia Horticulturae*, 197, 637-643. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.031>

Hu, H., Tang, C., & Rengel, Z. (2005). *Role of phenolics and organic acids in phosphorus mobilization in calcareous and acidic soils*. 1427-1439. <https://doi.org/10.1081/PLN-200067506>

INEC, ESPAC, & MAG. (2022). *Cifras Agroproductivas*.

<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

Karthikeyan, K., & Munisamy, S. (2014). Enhanced Yield and Quality in Some Banana Varieties Applied with Commercially Manufactured Biostimulant Aquasap from Sea

- Plant *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Agricultural Science and Technology B4* 1939-1250, 4, 621-631. <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2014.08.004>
- Kaur, H., Inderjit, null, & Kaushik, S. (2005). Cellular evidence of allelopathic interference of benzoic acid to mustard (*Brassica juncea* L.) seedling growth. *Plant Physiology and Biochemistry: PPB*, 43(1), 77-81. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.12.007>
- Klempien, A., Kaminaga, Y., Qualley, A., Nagegowda, D., Widhalm, J., Orlova, I., Shasany, A., Taguchi, G., Kish, C., & Cooper, B. (2012). *Contribution of CoA ligases to benzenoid biosynthesis in petunia flowers*.
- Labrada, F. P., Mendoza, A. B., Badillo, M. E. V., & Ramírez, H. (2014). Adición De Ácido Cítrico En La Solución Nutritiva Para Tomate En Un Suelo Calcáreo. *Terra Latinoamericana*, 32(3), 251-255.
- Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: La mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31-42.
- León, D. P. de, Socarrás, I. M., Pozo, E. D. R. C., & Ortega, Y. G. (2023). Factores naturales y antrópicos que influyen en la distribución de carbonatos pedogénicos en la península de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(7), 43-57. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i7.917>
- León, I. H. A., Cortes, A. G., Gutierrez, E. E. V., Tapia, M. A. T., & Villa, V. M. Z. (2014). Efecto de antioxidantes y señalizadores en plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) infectadas con *Candidatus Liberibacter solanacearum* bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 16(2), Article 2. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v16n2.40728>
- Limon, C. D. B. (2005). *EFECTO DEL ÁCIDO BENZOICO Y DEL COMPLEJO DE POLIÁCIDO ACRÍLICO-QUITOSÁN EN TOMATE*.

- Liu, J., Li, X., Jia, Z., Zhang, T., & Wang, X. (2017). Effect of benzoic acid on soil microbial communities associated with soilborne peanut diseases. *Applied Soil Ecology*, *110*, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.11.001>
- Loconsole, D., Cristiano, G., & De Lucia, B. (2022). Improving aerial and root quality traits of two landscaping shrubs stem cuttings by applying a commercial Brown seaweed extract. *Horticulturae*, *8*(9), 806.
- Machado, F. J. G. (2022). *Síntesis y evaluación de bibliotecas de productos de interés agrícola para combatir estreses bióticos y abióticos* (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de La Laguna]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=309747>
- Mani, S. D., & Nagarathnam, R. (2018). Sulfated polysaccharide from *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva primes defense responses against anthracnose disease of *Capsicum annum* Linn. *Algal Research*, *32*, 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2018.02.025>
- Mazher, A. (2017a). Effect of ascorbic acid on growth and chemical constituents of *Monstera deliciosa* under lead pollutant conditions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 239-244.
- Mazher, A. (2017b). Effect of ascorbic acid on growth and chemical constituents of *Monstera deliciosa* under lead pollutant conditions. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 239-244.
- Meligy, D. M. (2020). Inducing early flowering in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) plants by organic acids. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. [https://www.academia.edu/66187334/Inducing\\_early\\_flowering\\_in\\_roselle\\_Hibiscus\\_sabdariffa\\_L\\_plants\\_by\\_organic\\_acids](https://www.academia.edu/66187334/Inducing_early_flowering_in_roselle_Hibiscus_sabdariffa_L_plants_by_organic_acids)

- Mendoza Macias, C. I., Caballero Vera, M. H., Guaranda Menéndez, K. E., Caballero Vera, J. C., Murillo, K. B., Caballero Vera, H. H., Intriago, J. L., Mendoza Macias, C. I., Caballero Vera, M. H., Guaranda Menéndez, K. E., Caballero Vera, J. C., Murillo, K. B., Caballero Vera, H. H., & Intriago, J. L. (2023). Evaluación de cuatro híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cultivo protegido en el cantón Santa Ana. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(1), 61-65. <https://doi.org/10.53287/vtgn8348td44d>
- Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R., & González-Díaz, J. G. (2011a). Efecto Del Ácido Ascórbico Sobre Crecimiento, Pigmentos Fotosintéticos Y Actividad Peroxidasa En Plantas De Crisantemo. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, XVII(2), 73-81.
- Mora-Herrera, M. E., Peralta-Velázquez, J., López-Delgado, H. A., García-Velasco, R., & González-Díaz, J. G. (2011b). EFFECT OF ASCORBIC ACID ON GROWTH, PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND PEROXIDASE ACTIVITY OF CHRISANTEMUM PLANTS. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XVII(5), 73-81. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.047>
- Morales, J., & Gago, R. (2017). Efecto en suelos salinos y alcalinos de fertilizantes en base azufre elemental. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 289, 54-57.
- Mundo Candelario, S., & Mendoza, A. A. B. (2016). EFECTO DE LA APLICACION FOLIAR DE ACIDOS SALICILICO Y BENZOICO EN LA PRODUCCION DE PAPA (*Solanum tubersum* L.) var. Gigant./.
- <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/1311>
- Mzibra, A., Aasfar, A., EL Arroussi, H., Khouloud, M., Dhiba, D., Meftah Kadmiri, I., & Bamouh, A. (2018). Polysaccharides extracted from Moroccan seaweed: A promising

source of tomato plant growth promoters. *Journal of Applied Phycology*, 30.  
<https://doi.org/10.1007/s10811-018-1421-6>

Nabti, E., Jha, B., & Hartmann, A. (2016). Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(5), 1119-1134. <https://doi.org/10.1007/s13762-016-1202-1>

Noellemeyer, E., Quiroga, A. R., Fernandez, R., Frasier, I., Alvarez, C., Álvarez, L., Leizica, E., & Gómez, F. (2021). *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo* [Info:ar-repo/semantics/informe técnico]. Cátedra de Edafología y Manejo de Suelos, Universidad Nacional de La Pampa.  
<http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/10338>

Núñez, M., Vera Hernandez, P., Ruiz, M., Villalobos, M. A., Arroyo-Becerra, A., Suarez, S., & Rosas Cárdenas, F. de F. (2018). Resistencia y tolerancia a estrés abiótico: Mecanismos sofisticados de adaptación de las plantas ante distintas condiciones de estrés. *Frontera Biotecnológica*, 5.

Pereira, A. A. S., Nery, F. C., Ferreira, R. A., Silva, V. N. da, Bernardes, M. M., Santos, H. O. dos, & Bicalho, E. M. (2022). Can priming with ascorbic acid or nitric oxide improve the germinability of stored sunflower seeds? *Journal of Seed Science*, 44, e202244012.  
<https://doi.org/10.1590/2317-1545v44256600>

Pramanick, B., Brahmachari, K., Mahapatra, B. S., Ghosh, A., Ghosh, D., & Kar, S. (2017). Growth, yield and quality improvement of potato tubers through the application of seaweed sap derived from the marine alga *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Applied Phycology*, 29(6), 3253-3260. <https://doi.org/10.1007/s10811-017-1189-0>

Rahman, M. A., Mia, M., & Biswas, M. S. (2022). Ascorbic Acid Influences on Growth and Yield of Tomato. *Annals of Bangladesh Agriculture*, 25, 55-65.  
<https://doi.org/10.3329/aba.v25i1.58155>

- Ramírez, H. (2007). *El ácido benzoico y poliácido acrílico-quitosán en la calidad y rendimiento del tomate cultivado en suelo calcáreo*. 25(3), 261-268.
- Ramírez, H., Rancaño-Arriola, J. H., Benavides-Mendoza, A., Mendoza-Villarreal, R., & Padrón-Corral, E. (2006). INFLUENCIA DE PROMOTORES DE OXIDACIÓN CONTROLADA EN HORTALIZAS Y SU RELACIÓN CON ANTIOXIDANTES. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XII(2), 189-195.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2005.12.065>
- Raskin, I. (1992). Role of Salicylic Acid in Plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43(1), 439-463.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.43.060192.002255>
- Rathore, S. S., Chaudhary, D. R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T., & Patolia, J. S. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*, 75(2), 351-355. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.10.009>
- Reyes, R. G. B. (2017). *ESTUDIO AGROSOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) EN LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA*.
- Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M., Quezada Mosquera, A. J., Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M., & Quezada Mosquera, A. J. (2020). Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 389-398.
- Romero-Romero, M., & López-Delgado, H. (2009). Ameliorative Effects of Hydrogen Peroxide, Ascorbate and Dehydroascorbate in *Solanum Tuberosum* Infected by

Phytoplasma. *American Journal of Potato Research*, 86, 218-226.

<https://doi.org/10.1007/s12230-009-9075-1>

Sahi, N., & Mostajeran, A. (2021). The Role of Potassium and Ascorbic acid on Some Growth and Physiological Responses in *Catharanthus roseus*. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 11(2), 3599-3615. <https://doi.org/10.30495/ijpp.2021.681098>

Sajid, M., Khan, M., Bilal, W., Rab, A., Iqbal, Z., & Khan, S. (2017). Anti-Oxidant Activities, Chemical Attributes and Fruit Yield of Peach Cultivars as Influenced by Foliar Application of Ascorbic Acid. *Gesunde Pflanzen*, 69. <https://doi.org/10.1007/s10343-017-0395-7>

Salazar-Salazar, W., Monge-Pérez, J. E., & Loria-Coto, M. (2022a). Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26(1), ágs 177-189. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.24>

Salazar-Salazar, W., Monge-Pérez, J. E., & Loria-Coto, M. (2022b). Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26(1), ágs 177-189. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.24>

Sandoval-Rangel, A., Benavides-Mendoza, A., Alvarado-Vázquez, M. A., Foroughbakhch-Pournavab, R., Núñez-González, M. A., Robledo-Torres, V., Sandoval-Rangel, A., Benavides-Mendoza, A., Alvarado-Vázquez, M. A., Foroughbakhch-Pournavab, R., Núñez-González, M. A., & Robledo-Torres, V. (2011a). Influencia de ácidos orgánicos sobre el crecimiento, perfil bromatológico y metabolitos secundarios en chile piquín. *Terra Latinoamericana*, 29(4), 395-401.

Sandoval-Rangel, A., Benavides-Mendoza, A., Alvarado-Vázquez, M. A., Foroughbakhch-Pournavab, R., Núñez-González, M. A., Robledo-Torres, V., Sandoval-Rangel, A.,

- Benavides-Mendoza, A., Alvarado-Vázquez, M. A., Foroughbakhch-Pournavab, R., Núñez-González, M. A., & Robledo-Torres, V. (2011b). Influencia de ácidos orgánicos sobre el crecimiento, perfil bromatológico y metabolitos secundarios en chile piquín. *Terra Latinoamericana*, 29(4), 395-401.
- Santiago Guillén, Á. R., Benavides Mendoza, A., Robledo Torres, V., Sandoval Rangel, A., & Alonso Velasco, R. (2002). *Efecto del ácido salicílico y ácido benzoico en la germinación y biomasa de betabel y lechuga en medio salino*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- SAPERS, G. M., MILLER, R. L., JR, F. W., & HICKS, K. B. (2006). Uptake and Fate of Ascorbic Acid-2-Phosphate in Infiltrated Fruit and Vegetable Tissue. *Journal of Food Science*, 56, 419-419. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05294.x>
- Seesangboon, A., Pokawattana, T., Eungwanichayapant, P. D., Tovanaronte, J., & Popluechai, S. (2018). Effects of 6-Benzyladenine on Jatropha Gene Expression and Flower Development. *Russian Journal of Plant Physiology*, 65(3), 345-356. <https://doi.org/10.1134/S1021443718030135>
- Sepúlveda, L., González-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2015a). Ácido benzoico: Biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 1667-1678. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i7.560>
- Sepúlveda, L., González-Morales, S., & Benavides-Mendoza, A. (2015b). Ácido benzoico: Biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6, 1667-1678. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i7.560>
- Sithamparanathan, S., Balasooriya, W., Jameson Arasakesary, S., & Gnanavelrajah, N. (2019). *Effect of seaweed extract (Kappaphycus alvarezii) on the growth, yield and nutrient uptake of leafy vegetable Amaranthus polygamous*. 30, 81. <https://doi.org/10.4038/tar.v30i3.8321>

- Smirnoff, N. (1996). BOTANICAL BRIEFING: The Function and Metabolism of Ascorbic Acid in Plants. *Annals of Botany*, 78(6), 661-669.  
<https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0175>
- Soriano, M. (2018). *pH del suelo*.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano%20-%20pHdel%20suelo.pdf?sequence=1>
- Sun, Y.-L., & Hong, S.-K. (2011). Effects of citric acid as an important component of the responses to saline and alkaline stress in the halophyte *Leymus chinensis* (Trin.). *Plant Growth Regulation*, 64(2), 129-139. <https://doi.org/10.1007/s10725-010-9547-9>
- Taboada, M. (2009). *ALTERACIONES DE LA FERTILIDAD de los SUELOS* (Miguel Taboada y Raúl Lavado). Facultad Agronomía.  
<http://ri.agro.uba.ar/files/download/libros/L9789502911625.pdf>
- Taleisnik. (2019). *La salinidad. Una oscura amenaza para la agricultura*. 103.
- Valdez Sepúlveda, L., González Morales, S., Valdez-Aguilar, L. A., Ramírez-Godina, F., Benavides-Mendoza, A., Valdez Sepúlveda, L., González Morales, S., Valdez-Aguilar, L. A., Ramírez-Godina, F., & Benavides-Mendoza, A. (2015). Efecto de la aplicación exógena de ácido benzoico y salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate, tomatillo y pimiento. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(SPE12), 2331-2343.
- Velasco Ramírez, S., Velasco, P., Hernández-Herrera, R., Garcia-Contreras, F., & Maldonado, M. (2020). EFFECT OF LIQUID SEAWEED EXTRACT ON POTTED GROWTH OF *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinnery † [EFECTO DEL EXTRACTO LÍQUIDO DE ALGAS MARINAS EN EL. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23.

- Villagómez-Aranda, A. L., Feregrino-Pérez, A. A., García-Ortega, L. F., González-Chavira, M. M., Torres-Pacheco, I., & Guevara-González, R. G. (2022). Activating stress memory: Eustressors as potential tools for plant breeding. *Plant Cell Reports*, *41*(7), 1481-1498. <https://doi.org/10.1007/s00299-022-02858-x>
- Wang, B., Sun, H., Yang, W., Gao, M., Zhong, X., Zhang, L., Chen, Z., & Xu, H. (2022). Potential utilization of vitamin C industrial effluents in agriculture: Soil fertility and bacterial community composition. *Science of The Total Environment*, *851*, 158253. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158253>
- Yong, W., Lee, P. Y., Ting, S., Chin, G. J., Rodrigues, K., & Anton, A. (2013). Profiling of lectin production in wild-type and in vitro cultivated *Kappaphycus alvarezii*. *European International Journal of Science and Technology*, *2*, 125-132.
- Zamir, H., Hussain, A., Shabir, M., Aslam, A., Hassan, M., Waqas, S. U. D., Akhtar, M. Z., & Hussain, S. (2023). The Effect of Foliar Application of Benzoic Acid on Growth and Production of Wheat. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences*, *8*(11), 260-265. <https://doi.org/10.36348/sjls.2023.v08i11.005>
- Zodape, S., Mukherjee, S., Reddy, M., & Chaudhary, D. (2009). Effect of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex silva. Extract on grain quality, yield and some yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Plant Production*, *3*, 97-101.

# Anexos

## Anexo 1. Resultado de sistema Antiplagio Compilatio

 INFORME DE ANÁLISIS  
magister

# CAMPOS CUENCA CAROLINA ANTIPLAGIO

**3%** Textos sospechosos

**2%** Similitudes  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**< 1%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: CAMPOS CUENCA CAROLINA ANTIPLAGIO.docx  
ID del documento: 54ebe32442ad4c1a615b6c699cadcbdd9d9d8082  
Tamaño del documento original: 239,98 kB

Depositante: VERÓNICA CRISTINA ANDRADE YUCAILLA  
Fecha de depósito: 11/3/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 11/3/2024

Número de palabras: 10.224  
Número de caracteres: 63.915

Ubicación de las similitudes en el documento:

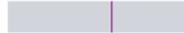
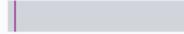


### Fuentes de similitudes

#### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano_pHdel suelo.pdf?sequence=1">riunet.upv.es</a> <a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano_pHdel suelo.pdf?sequence=1">https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano_pHdel suelo.pdf?sequence=1</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (64 palabras)
2	 <a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=51027-152X2011000500008&amp;lng=en&amp;tl...">www.scielo.org.mx   Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos foto...</a> <a href="http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=51027-152X2011000500008&amp;lng=en&amp;tl...">http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=51027-152X2011000500008&amp;lng=en&amp;tl...</a> 1 fuente similar	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
3	 Documento de otro usuario #82aa5 El documento proviene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
4	 Documento de otro usuario #09cc3c El documento proviene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)

#### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="https://www.redalyc.org/pdf/573/57328903003.pdf">www.redalyc.org</a> <a href="https://www.redalyc.org/pdf/573/57328903003.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/573/57328903003.pdf</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
2	 <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3957/3/AUPSE-TAA-2017-0001.pdf.bt">repositorio.upse.edu.ec</a> <a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3957/3/AUPSE-TAA-2017-0001.pdf.bt">https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3957/3/AUPSE-TAA-2017-0001.pdf.bt</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)
3	 <a href="https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=52007-09342015000700019">www.scielo.org.mx   Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas</a> <a href="https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=52007-09342015000700019">https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=52007-09342015000700019</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
4	 <a href="https://www.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300008">www.doi.org</a> <a href="https://www.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300008">https://www.doi.org/10.4067/S0718-07642017000300008</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
5	 <a href="http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/8464/1/1010_45152528_T_removed.pdf">repositorio.uncp.edu.pe</a> <a href="http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/8464/1/1010_45152528_T_removed.pdf">http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/8464/1/1010_45152528_T_removed.pdf</a>	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

**Anexo 2.** Tablas del análisis de la varianza de cada variable a evaluar

**Tabla 1A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 3 días después de la siembra.

**3 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3 Días	27	0,13	0,00	5,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	8	0,03	0,34	0,9362
TRATAMIENTOS	0,20	8	0,03	0,34	0,9362
Error	1,33	18	0,07		
Total	1,54	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77825**

Error: 0,0740 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
9	4,90	3	0,16 A
3	4,84	3	0,16 A
6	4,84	3	0,16 A
5	4,78	3	0,16 A
7	4,72	3	0,16 A
4	4,72	3	0,16 A
8	4,68	3	0,16 A
2	4,68	3	0,16 A
1	4,62	3	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 2A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 6 días después de la siembra.

**6 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
6 Días	27	0,71	0,59	0,99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	8	0,01	5,63	0,0011
TRATAMIENTOS	0,11	8	0,01	5,63	0,0011
Error	0,04	18	2,4E-03		
Total	0,15	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14015**

Error: 0,0024 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
5	5,00	3	0,03 A
6	5,00	3	0,03 A
7	5,00	3	0,03 A
9	5,00	3	0,03 A
2	5,00	3	0,03 A
3	5,00	3	0,03 A
8	4,94	3	0,03 A B
4	4,88	3	0,03 A B
1	4,82	3	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 3A.** Análisis de la varianza de la germinación a los 9 días después de la siembra.

**9 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
9 Días	27	0,71	0,59	0,99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	8	0,01	5,63	0,0011
TRATAMIENTOS	0,11	8	0,01	5,63	0,0011
Error	0,04	18	2,4E-03		
Total	0,15	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14015**

Error: 0,0024 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
5	5,00	3	0,03 A
6	5,00	3	0,03 A
7	5,00	3	0,03 A
9	5,00	3	0,03 A
2	5,00	3	0,03 A
3	5,00	3	0,03 A
8	4,94	3	0,03 A B
4	4,88	3	0,03 A B
1	4,82	3	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 4A.** Análisis de la varianza de la altura de la plana a los 20 días de la siembra.

**20 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
20 Días	27	0,26	0,00	10,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,21	8	0,15	0,79	0,6155
TRATAMIENTOS	1,21	8	0,15	0,79	0,6155
Error	3,43	18	0,19		
Total	4,64	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,24844**

Error: 0,1904 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
8	4,62	3	0,25 A
2	4,45	3	0,25 A
5	4,28	3	0,25 A
4	4,26	3	0,25 A
9	4,14	3	0,25 A
7	4,09	3	0,25 A
3	4,05	3	0,25 A
6	3,98	3	0,25 A
1	3,93	3	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 5A.** Análisis de la varianza de la altura de la plana a los 34 días de la siembra.

**34 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
34 Días	27	0,24	0,00	9,53

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,02	8	1,00	0,70	0,6848
TRATAMIENTOS	8,02	8	1,00	0,70	0,6848
Error	25,65	18	1,42		
Total	33,67	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,41491**

Error: 1,4248 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
8	13,31	3	0,69 A
7	12,98	3	0,69 A
2	12,94	3	0,69 A
5	12,93	3	0,69 A
6	12,53	3	0,69 A
4	12,32	3	0,69 A
3	12,31	3	0,69 A
1	11,91	3	0,69 A
9	11,50	3	0,69 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 6A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 48 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
48 Días	27	0,32	0,02	19,49

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	343,13	8	42,89	1,06	0,4310
TRATAMIENTOS	343,13	8	42,89	1,06	0,4310
Error	728,11	18	40,45		
Total	1071,24	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,19546**

Error: 40,4505 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	37,03	3	3,67 A
2	35,16	3	3,67 A
8	34,72	3	3,67 A
6	34,00	3	3,67 A
3	33,28	3	3,67 A
4	33,27	3	3,67 A
9	32,66	3	3,67 A
1	29,25	3	3,67 A
5	24,26	3	3,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 7A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 62 días de la siembra.

**62 Dias**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
62 Dias	27	0,49	0,26	7,67

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	252,86	8	31,61	2,15	0,0841
TRATAMIENTOS	252,86	8	31,61	2,15	0,0841
Error	264,10	18	14,67		
Total	516,96	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,95844**

Error: 14,6722 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	53,45	3	2,21 A
4	52,26	3	2,21 A
1	52,17	3	2,21 A
2	51,00	3	2,21 A
5	50,89	3	2,21 A
6	50,06	3	2,21 A
8	49,89	3	2,21 A
9	46,55	3	2,21 A
3	43,00	3	2,21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 8A.** Análisis de la varianza de la altura de la planta a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
76 Dias	27	0,37	0,09	6,83

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	158,57	8	19,82	1,33	0,2917
TRATAMIENTOS	158,57	8	19,82	1,33	0,2917
Error	268,62	18	14,92		
Total	427,19	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,05185**

Error: 14,9234 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	61,00	3	2,23 A
8	59,00	3	2,23 A
4	58,00	3	2,23 A
1	56,67	3	2,23 A
6	56,11	3	2,23 A
9	55,78	3	2,23 A
2	55,72	3	2,23 A
5	55,22	3	2,23 A
3	51,89	3	2,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 9.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 34 días de la siembra.

**34 Dias**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
34 Dias	27	0,18	0,00	10,31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,11	8	0,14	0,49	0,8485
TRATAMIENTOS	1,11	8	0,14	0,49	0,8485
Error	5,10	18	0,28		
Total	6,20	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,52244**

Error: 0,2832 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	5,56	3	0,31 A
1	5,29	3	0,31 A
6	5,24	3	0,31 A
8	5,22	3	0,31 A
5	5,14	3	0,31 A
3	5,11	3	0,31 A
4	5,10	3	0,31 A
2	5,03	3	0,31 A
9	4,76	3	0,31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 10A.** Análisis de la varianza del diámetro de la planta a los 48 días de la siembra.

**48 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
48 Días	27	0,37	0,08	8,12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,86	8	0,36	1,29	0,3066
TRATAMIENTOS	2,86	8	0,36	1,29	0,3066
Error	4,97	18	0,28		
Total	7,83	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,50364**  
 Error: 0,2762 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1	7,08	3	0,30 A
7	6,94	3	0,30 A
8	6,54	3	0,30 A
6	6,45	3	0,30 A
2	6,38	3	0,30 A
4	6,33	3	0,30 A
9	6,33	3	0,30 A
5	6,16	3	0,30 A
3	6,01	3	0,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 11A.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 62 días de la siembra.

**62 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
62 Días	27	0,41	0,15	6,97

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,34	8	0,54	1,58	0,1997
TRATAMIENTOS	4,34	8	0,54	1,58	0,1997
Error	6,18	18	0,34		
Total	10,52	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,67619**  
 Error: 0,3433 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	9,28	3	0,34 A
4	8,86	3	0,34 A
2	8,43	3	0,34 A
6	8,39	3	0,34 A
1	8,27	3	0,34 A
8	8,25	3	0,34 A
9	8,25	3	0,34 A
5	8,04	3	0,34 A
3	7,88	3	0,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 12A.** Análisis de la varianza del diámetro del tallo a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
76 Días	27	0,51	0,29	6,21

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,75	8	0,72	2,35	0,0635
TRATAMIENTOS	5,75	8	0,72	2,35	0,0635
Error	5,52	18	0,31		
Total	11,26	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,58359**

Error: 0,3064 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	9,78	3	0,32 A
4	9,53	3	0,32 A
8	9,11	3	0,32 A
2	8,93	3	0,32 A
6	8,89	3	0,32 A
9	8,59	3	0,32 A
5	8,54	3	0,32 A
1	8,44	3	0,32 A
3	8,38	3	0,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 13A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 20 días de la siembra.

**20 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
20 Días	27	0,26	0,00	14,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,60	8	0,08	0,79	0,6145
TRATAMIENTOS	0,60	8	0,08	0,79	0,6145
Error	1,70	18	0,09		
Total	2,30	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,87941**

Error: 0,0945 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
8	2,44	3	0,18 A
4	2,33	3	0,18 A
3	2,33	3	0,18 A
1	2,11	3	0,18 A
7	2,11	3	0,18 A
6	2,11	3	0,18 A
2	2,11	3	0,18 A
9	2,00	3	0,18 A
5	2,00	3	0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 14A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 34 días de la siembra.

**34 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
34 Días	27	0,14	0,00	8,13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,80	8	0,10	0,37	0,9246
TRATAMIENTOS	0,80	8	0,10	0,37	0,9246
Error	4,90	18	0,27		
Total	5,70	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,49269**

Error: 0,2722 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	6,67	3	0,30 A
3	6,67	3	0,30 A
2	6,45	3	0,30 A
1	6,45	3	0,30 A
8	6,44	3	0,30 A
4	6,44	3	0,30 A
6	6,33	3	0,30 A
5	6,22	3	0,30 A
9	6,11	3	0,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 15A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 48 días de la siembra.

**48 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
48 Días	27	0,41	0,15	5,33

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,58	8	0,57	1,56	0,2049
TRATAMIENTOS	4,58	8	0,57	1,56	0,2049
Error	6,60	18	0,37		
Total	11,19	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,73247**

Error: 0,3667 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	12,00	3	0,35 A
3	12,00	3	0,35 A
8	11,56	3	0,35 A
9	11,56	3	0,35 A
4	11,34	3	0,35 A
5	11,11	3	0,35 A
1	11,00	3	0,35 A
2	10,89	3	0,35 A
6	10,89	3	0,35 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 16A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 62 días de la siembra.

**62 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
62 Días	27	0,32	0,01	14,75

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,27	8	3,16	1,04	0,4407
TRATAMIENTOS	25,27	8	3,16	1,04	0,4407
Error	54,44	18	3,02		
Total	79,72	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,97543**

Error: 3,0245 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	14,11	3	1,00 A
8	12,33	3	1,00 A
6	12,11	3	1,00 A
3	11,78	3	1,00 A
4	11,55	3	1,00 A
9	11,44	3	1,00 A
5	11,22	3	1,00 A
2	11,00	3	1,00 A
1	10,56	3	1,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 17A.** Análisis de la varianza del número de hojas a los 76 días de la siembra.

**76 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
76 Días	27	0,31	2,7E-03	12,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,78	8	2,97	1,01	0,4634
TRATAMIENTOS	23,78	8	2,97	1,01	0,4634
Error	53,05	18	2,95		
Total	76,83	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,91124**

Error: 2,9470 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	15,78	3	0,99 A
8	14,56	3	0,99 A
9	14,33	3	0,99 A
6	14,00	3	0,99 A
4	13,78	3	0,99 A
1	13,44	3	0,99 A
5	13,33	3	0,99 A
2	13,00	3	0,99 A
3	12,33	3	0,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 18A.** Análisis de la varianza de la altura de la sexta hoja a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA SEXTA HOJA	27	0,59	0,40	5,96

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	76,09	8	9,51	3,20	0,0193
TRATAMIENTOS	76,09	8	9,51	3,20	0,0193
Error	53,53	18	2,97		
Total	129,62	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,93359**

Error: 2,9739 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	31,45	3	1,00 A
4	31,26	3	1,00 A
8	30,83	3	1,00 A
6	28,68	3	1,00 A
2	28,53	3	1,00 A
9	28,20	3	1,00 A
3	27,54	3	1,00 A
1	27,33	3	1,00 A
5	26,75	3	1,00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 19A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 34 días de la siembra.

**34 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
34 Días	27	0,26	0,00	14,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,60	8	0,08	0,79	0,6145
TRATAMIENTOS	0,60	8	0,08	0,79	0,6145
Error	1,70	18	0,09		
Total	2,30	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,87941**

Error: 0,0945 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
8	2,44	3	0,18 A
4	2,33	3	0,18 A
3	2,33	3	0,18 A
1	2,11	3	0,18 A
7	2,11	3	0,18 A
6	2,11	3	0,18 A
2	2,11	3	0,18 A
9	2,00	3	0,18 A
5	2,00	3	0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 20A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 48 días de la siembra.

**48 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
48 Días	27	0,14	0,00	8,13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,80	8	0,10	0,37	0,9246
TRATAMIENTOS	0,80	8	0,10	0,37	0,9246
Error	4,90	18	0,27		
Total	5,70	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,49269**

Error: 0,2722 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	6,67	3	0,30 A
3	6,67	3	0,30 A
2	6,45	3	0,30 A
1	6,45	3	0,30 A
8	6,44	3	0,30 A
4	6,44	3	0,30 A
6	6,33	3	0,30 A
5	6,22	3	0,30 A
9	6,11	3	0,30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 21A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 62 días de la siembra.

**62 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
62 Días	27	0,24	0,00	25,41

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,00	8	0,50	0,72	0,6716
TRATAMIENTOS	4,00	8	0,50	0,72	0,6716
Error	12,48	18	0,69		
Total	16,48	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,38228**

Error: 0,6934 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	4,11	3	0,48 A
6	3,50	3	0,48 A
3	3,50	3	0,48 A
1	3,33	3	0,48 A
9	3,17	3	0,48 A
5	3,17	3	0,48 A
8	3,11	3	0,48 A
2	2,94	3	0,48 A
4	2,67	3	0,48 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 22A.** Análisis de la varianza del número de flores a los 76 días de la siembra.

**76 Días**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
76 Días	27	0,67	0,52	21,03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,49	8	1,19	4,51	0,0038
TRATAMIENTOS	9,49	8	1,19	4,51	0,0038
Error	4,73	18	0,26		
Total	14,23	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46730**

Error: 0,2630 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	3,45	3	0,30 A
4	3,22	3	0,30 A B
8	3,00	3	0,30 A B
1	2,44	3	0,30 A B
5	2,17	3	0,30 A B
9	2,11	3	0,30 A B
6	1,89	3	0,30 B
2	1,89	3	0,30 B
3	1,78	3	0,30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 23A.** Análisis de la varianza del número de frutos a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO FRUTOS	27	0,47	0,24	20,88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,39	8	4,05	2,02	0,1024
TRATAMIENTOS	32,39	8	4,05	2,02	0,1024
Error	36,04	18	2,00		
Total	68,43	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,04824**

Error: 2,0023 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	9,44	3	0,82 A
8	7,44	3	0,82 A
4	7,17	3	0,82 A
9	6,56	3	0,82 A
3	6,55	3	0,82 A
2	6,34	3	0,82 A
6	6,11	3	0,82 A
5	5,78	3	0,82 A
1	5,61	3	0,82 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 24A.** Análisis de la varianza del peso fresco de la raíz a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRESCO RAIZ	27	0,10	0,00	26,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147,73	8	18,47	0,25	0,9745
TRATAMIENTOS	147,73	8	18,47	0,25	0,9745
Error	1332,15	18	74,01		
Total	1479,88	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,61168**

Error: 74,0082 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4	37,22	3	4,97 A
8	34,33	3	4,97 A
9	33,67	3	4,97 A
7	33,11	3	4,97 A
6	32,66	3	4,97 A
5	32,00	3	4,97 A
1	31,94	3	4,97 A
2	30,28	3	4,97 A
3	28,44	3	4,97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 25A.** Análisis de la varianza del peso seco de la raíz a los 76 días de la siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SECO DE RAIZ	27	0,73	0,60	22,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	197,54	8	24,69	5,95	0,0008
TRATAMIENTOS	197,54	8	24,69	5,95	0,0008
Error	74,68	18	4,15		
Total	272,22	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,82722

Error: 4,1488 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4	12,50	3	1,18 A
9	12,39	3	1,18 A
6	11,33	3	1,18 A B
8	10,72	3	1,18 A B C
7	9,89	3	1,18 A B C
5	8,22	3	1,18 A B C
2	6,17	3	1,18 B C
3	5,94	3	1,18 B C
1	5,11	3	1,18 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 26A. Análisis de la varianza del peso fresco del tallo a los 76 días de la siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRESCO TALLO	27	0,35	0,06	19,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	667,27	8	83,41	1,21	0,3471
TRATAMIENTOS	667,27	8	83,41	1,21	0,3471
Error	1240,17	18	68,90		
Total	1907,44	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=23,74684

Error: 68,8983 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	51,66	3	4,79 A
8	46,06	3	4,79 A
4	45,55	3	4,79 A
1	40,89	3	4,79 A
2	40,78	3	4,79 A
6	39,67	3	4,79 A
9	39,17	3	4,79 A
5	37,89	3	4,79 A
3	33,78	3	4,79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Tabla 27A. Análisis de la varianza del peso seco del tallo a los 76 días de la siembra.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SECO DE TALLO	27	0,43	0,17	21,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	64,76	8	8,09	1,68	0,1726
TRATAMIENTOS	64,76	8	8,09	1,68	0,1726
Error	86,94	18	4,83		
Total	151,70	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,28739

Error: 4,8299 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	12,78	3	1,27 A
4	12,22	3	1,27 A
2	10,67	3	1,27 A
8	10,44	3	1,27 A
1	9,94	3	1,27 A
9	9,56	3	1,27 A
5	8,89	3	1,27 A
6	8,78	3	1,27 A
3	7,67	3	1,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 28A.** Análisis de la varianza del peso fresco de las hojas a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRESCO HOJAS	27	0,22	0,00	26,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2128,31	8	266,04	0,62	0,7474
TRATAMIENTOS	2128,31	8	266,04	0,62	0,7474
Error	7676,44	18	426,47		
Total	9804,75	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=59,08060

Error: 426,4686 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4	90,11	3	11,92 A
7	84,67	3	11,92 A
1	84,11	3	11,92 A
8	82,61	3	11,92 A
2	77,00	3	11,92 A
6	73,11	3	11,92 A
9	72,67	3	11,92 A
5	67,78	3	11,92 A
3	60,33	3	11,92 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 29A.** Análisis de la varianza del peso seco de las hojas a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SECO DE TALLO	27	0,80	0,71	12,57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	287,22	8	35,90	8,88	0,0001
TRATAMIENTOS	287,22	8	35,90	8,88	0,0001
Error	72,74	18	4,04		
Total	359,96	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,75095

Error: 4,0409 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4	22,45	3	1,16 A
9	17,89	3	1,16 A B
5	17,17	3	1,16 A B
7	16,72	3	1,16 A B
1	16,50	3	1,16 B
2	15,55	3	1,16 B C
6	15,22	3	1,16 B C
8	12,22	3	1,16 B C
3	10,22	3	1,16 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 30A.** Análisis de la varianza del peso fresco del fruto a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRESCO FRUTOS	27	0,48	0,25	18,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46133,92	8	5766,74	2,06	0,0965
TRATAMIENTOS	46133,92	8	5766,74	2,06	0,0965
Error	50341,44	18	2796,75		
Total	96475,36	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=151,29616

Error: 2796,7464 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	369,73	3	30,53 A
6	337,22	3	30,53 A
3	295,29	3	30,53 A
2	286,85	3	30,53 A
5	268,08	3	30,53 A
4	265,17	3	30,53 A
1	257,03	3	30,53 A
9	241,53	3	30,53 A
8	240,13	3	30,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Tabla 31A.** Análisis de la varianza del peso seco del fruto a los 76 días de la siembra.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SECO DE FRUTOS	27	0,69	0,56	16,57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	711,07	8	88,88	5,06	0,0021
TRATAMIENTOS	711,07	8	88,88	5,06	0,0021
Error	315,88	18	17,55		
Total	1026,96	26			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,98474**

Error: 17,5491 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
7	36,17	3	2,42 A
5	30,22	3	2,42 A B
6	25,78	3	2,42 A B
9	25,44	3	2,42 A B
4	25,00	3	2,42 A B
3	24,56	3	2,42 A B
1	23,11	3	2,42 B
8	19,00	3	2,42 B
2	18,28	3	2,42 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 1A.** Raíces de los tratamientos a los 76 días de la siembra



**Figura 2A.** Tallo de los tratamientos a los 76 días de la siembra



**Figura 3A.** Hojas de los tratamientos a los 76 días de la siembra



**Figura 4A.** Altura de los tratamientos a los 76 días de la siembra



**Figura 5A.** Diferencia en el número frutos entre control y ácido benzoico 0.5 g/L - 1 g/L

