



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

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

**EFFECTO DE ELICITORES EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO
DE PIMIENTO (*Capsicum annum*) SOMETIDO A ESTRÉS SALINO**

MERA CHELE CAROLINA PATRICIA

Bajo la tutoría del Profesor

Ing. Fernando Jair Toro Avelino Ph. D.

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

Salinas, Santa Elena

Mayo 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 el crecimiento y desarrollo de pimiento (*Capsicum annuum*) sometido a estrés salino**”, elaborado por la Ing. Mera Chele Carolina Patricia, egresada de la Maestría en Agropecuaria mención Gestión del Desarrollo Rural Sostenible, del Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magíster en **Agropecuaria mención Gestión del 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,

FERNANDO JAIR TORO AVELINO
DNI 48052254X

Firmado digitalmente por
FERNANDO JAIR TORO
- AVELINO - DNI 48052254X
Fecha: 2024.05.29 17:41:04
+02'00'

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MERA CHELE CAROLINA PATRICIA, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación, como requerimiento previo para la obtención del título de **Magíster en Agropecuaria, mención Gestión del Desarrollo Rural Sostenible**, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.



Firmado electrónicamente por:
CAROLINA PATRICIA
MERA CHELE

.....
Carolina Patricia Mera Chele
AUTORA
C.I.: 2400215964

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Mera Chele Carolina Patricia, 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 del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo de titulación 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.



Firmado electrónicamente por:
**CAROLINA PATRICIA
MERA CHELE**

.....
Carolina Patricia Mera Chele

AUTORA

C.I.: 2400215964

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Titulación presentado por MERA CHELE CAROLINA PATRICIA como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en Agropecuaria, mención Gestión del Desarrollo Rural Sostenible.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: 17 de mayo de 2024



Firmado electrónicamente por:
VERONICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA

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



Firmado electrónicamente por:
NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.
DOCENTE ESPECIALISTA 1



Firmado electrónicamente por:
MERCEDES SOLANDA
SANTISTEVAN
MENDEZ

Ing. Mercedes Santistevan Méndez, Ph. D.
DOCENTE ESPECIALISTA 2

Firmado digitalmente
por FERNANDO JAIR
TORO AVELINO - DNI
48052254X

Firmado digitalmente
por FERNANDO JAIR
TORO AVELINO - DNI
48052254X
Fecha: 2024.05.29
17:41:36 +02'00'

Ing. Fernando Toro Avelino Ph. D.
DOCENTE TUTOR

Ab. María Rivera González, Mgtr.

SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a Dios que permitió culminar con éxito una de las tantas metas propuestas en mi vida, brindándome sabiduría, fuerzas, conocimiento y sobre todo guiándome en todo el proceso universitario, mostrándome que de su mano puedo lograr todo.

A mis padres (Mirian y Darwin) por ser lo mejor en mi vida, mi ayuda principal y haberme apoyado constantemente pese a las adversidades que se presentaron, a mis queridos hermanos y mis abuelos por su amor, por su apoyo y por siempre estar ahí para mí.

Agradezco a mi tutor de tesis quien con su experiencia y conocimiento me oriento a la investigación, también a todos los docentes que aportaron en mi formación profesional.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo primordialmente a Dios por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este momento tan importante en mi vida.

En memoria de mi papá Darwin Mera Cobos, quien me enseñó a trabajar honradamente, mostrándome su apoyo incondicional y sacrificándose por mí y mis hermanos hasta el último día de su vida. Su ejemplo me mantuvo firme en los momentos cuando quise rendirme.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema científico.....	3
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis.....	4
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. Generalidades del pimiento	5
1.1.1. Taxonomía	5
1.1. Producción de pimiento en el Ecuador	5
1.2. Producción de pimiento en la provincia de Santa Elena.....	6
1.3. Problemas de salinidad en la parroquia Sinchal	7
1.3.1. Factores que influyen en la salinidad	7
1.5. ¿Qué son los elicitores?.....	8
1.4. Elicitores en estudio	9
1.6.1. Ácido cítrico.....	9
1.6.2. Ácido ascórbico.....	10
1.6.3. Ácido benzoico.....	10
1.6.4. Algas marinas (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	11
1.5. Salinidad.....	12
1.8. Cultivo de pimiento y salinidad.....	13
2.5. Tipo de investigación	15
2.5.1. Material Vegetal	16
2.5.2. Elicitores.....	16
2.5.3. Material de campo – equipos.....	16
2.6. Diseño de investigación.....	16
2.7. Diseño experimental.....	17
Unidad experimental	18
2.7.2. Delineamiento experimental.....	19

2.8. Manejo del experimento.....	19
Preparación del sustrato.....	19
Riego.....	20
Siembra.....	20
Fertilización.....	20
Control de maleza.....	20
Control Fitosanitario.....	21
Aplicación de elicitores.....	21
Conductividad eléctrica.....	21
2.9. Variables experimentales.....	21
Elicitores.....	21
2.9.1. Variables morfológicas.....	21
2.9.2. Variables productivas.....	23
2.9.3. Análisis económico.....	23
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1. Efecto de los elicitores en el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento sometido a estrés salino.....	24
3.1.1. Altura de la planta.....	24
3.1.3. Número de flores.....	27
3.1.4. Número de frutos.....	28
3.1.6. Peso fresco y seco de hojas.....	30
3.1.7. Altura, Diámetro, Peso fresco y seco del tallo.....	31
3.1.5. Peso fresco, diámetro y altura de fruto.....	33
3.1.9. Longitud, peso fresco y seco de raíces.....	35
3.1.10. Análisis económico.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
Conclusiones.....	38
Recomendaciones.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación botánica del pimiento	5
Tabla 2. Descripción de minerales presente en el suelo	7
Tabla 3. Descripción de la textura del suelo	7
Tabla 4. Descripción de los tratamientos y dosis	16
Tabla 5. Distribución de bloques completamente al azar	17
Tabla 6. Esquema del diseño experimental.....	17
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza del diseño experimental.....	18
Tabla 8. Efecto de elicitors en cultivo de pimiento sometidas a estrés salino (CE:4 dS m ⁻¹).....	25
Tabla 9. . Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino (C.E: 4 dS m ⁻¹).....	27
Tabla 10. Efecto de los elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹).....	28
Tabla 11. Efecto de los elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹).....	29
Tabla 12. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹)	31
Tabla 13. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹).	32
Tabla 14. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹)	33
Tabla 15. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹)	34
Tabla 16. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m ⁻¹).....	36
Tabla 17. Análisis económico, detallado flujo de caja proyectado a cinco años	37
Tabla 18. Indicador financiero VAN y TIR	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 23 días	50
Tabla 2A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días	50
Tabla 3A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 37 días	50
Tabla 4A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 51 días	51
Tabla 5A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 58 días	51
Tabla 6A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 63 días	51
Tabla 7A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 72 días	52
Tabla 8A. Análisis de varianza del número de hojas a los 23 días	52
Tabla 9A. Análisis de varianza del número de hojas a los 37 días	52
Tabla 10A. Análisis de varianza del número de hojas a los 51 días	53
Tabla 11A. Análisis de varianza del número de hojas a los 65 días	53
Tabla 12A. Análisis de varianza del número de hojas a los 79 días	53
Tabla 13A. Análisis de varianza del número de flores a los 48 días.....	54
Tabla 14A. Análisis de varianza del número de flores a los 51 días.....	54
Tabla 15A. Análisis de varianza del número de flores a los 54 días.....	54
Tabla 16A. Análisis de varianza del número de flores a los 57 días.....	55
Tabla 17A. Análisis de varianza del número de flores a los 60 días.....	55
Tabla 18A. Análisis de varianza del número de flores a los 63 días.....	56
Tabla 19A. Análisis de varianza del número de flores a los 66 días.....	56
Tabla 20A. Análisis de varianza del número de flores a los 69 días.....	57
Tabla 21A. Análisis de varianza del número de flores a los 72 días.....	57
Tabla 22A. Análisis de varianza del número de fruto a los 51 días.....	57
Tabla 23A. Análisis de varianza del número de frutos a los 58 días	58
Tabla 24A. Análisis de varianza del número de frutos a los 65 días	58
Tabla 25A. Análisis de varianza del número de frutos a los 72 días	58
Tabla 26A. Análisis de varianza de la altura de fruto.....	59
Tabla 27A. Análisis de varianza del diámetro de fruto.....	59
Tabla 28A. Análisis de varianza de peso de fruto.....	59

Tabla 29A. Análisis de varianza del peso fresco de hojas	60
Tabla 30A. Análisis de varianza del peso seco de hojas.....	60
Tabla 31A. Análisis de varianza de la altura de raíz.....	60
Tabla 32A. Análisis de varianza del peso fresco de raíces	61
Tabla 33A. Análisis de varianza del peso seco de raíces	61
Tabla 34A. Análisis de varianza de altura de tallo.....	62
Tabla 35A. Análisis de la varianza del diámetro de tallo	62
Tabla 36A. Análisis de la varianza del peso fresco de tallo.....	62
Tabla 37A. Análisis de varianza de peso seco de tallo	63
Tabla 38A. Cálculo del costo de producción del cultivo de pimiento	64
Figura 1A. Raíces del T1, T5 y tratamiento control a los 72 días de siembra.....	40
Figura 2A. Raíces del T2, T6 y tratamiento control a los 72 días de siembra.....	47
Figura 3A. Raíces del T3, T7 y tratamiento control a los 72 días de siembra.....	47
Figura 4A. Raíces y tratamiento control a los 72 días de siembra.....	47
Figura 5A. Raíces y tallos a los 72 días del cultivo de pimiento	48
Figura 6A. Tallos de los tratamientos a los 72 días de siembra.....	48
Figura 7A. Hojas de los tratamientos a los 72 días de siembra	48
Figura 8A. Altura de todos los tratamientos a los 72 días de siembra.....	49
Figura 9A. Tamaño de fruto de todos los tratamientos a los 72 días de siembra	49

GLOSARIO

Elicitores: Los elicitores son compuestos que ayudan a la defensa en las plantas; según sus vías biosintéticas, las mismas que se activan depende del compuesto utilizado, los elicitores químicos combinados más comúnmente probados son el ácido salicílico, salicilato de metilo, benzotiadiazol, ácido benzoico y el quitosano, los cuales ayudan a la producción de compuestos fenólicos y a la activación de diversas enzimas relacionadas con la defensa en las plantas. (Sohal y Singh, 2013).

Ácido cítrico: Es un ácido orgánico tricarboxílico debido a los tres grupos carboxilos con su fórmula química $C_6H_8O_7$, compuesto por tres grupos carboxilo (-COOH), refiriéndonos al campo agrícola el ácido cítrico se puede utilizar como regulador de pH favoreciendo a la microbiología del suelo, como agente quelante, para la prevención y acumulación de sales en el suelo mejorando la disponibilidad de nutriente para las plantas (Pérez *et al.*, 2014).

Ácido ascórbico: El ácido ascórbico es un compuesto antioxidante con su fórmula química $C_6H_8O_6$, en la agricultura el AA actúa como activador enzimático, mejora la tolerancia a enfermedades, plagas, reduce el daño por heladas, incrementa la biomasa, induce el crecimiento y desarrollo de las plantas ante diferentes tipos de estrés, aumenta la actividad fotosintética y antioxidante (Herrera *et al.*, 2011).

Ácido benzoico: El ácido benzoico (BA), es un ácido carboxílico aromático que se encuentra de forma natural en las plantas, desempeñando importantes en cuanto al crecimiento y desarrollo su biosíntesis se ubica en la vía de los fenilpropanoides y es precursor para una amplia gama de metabolitos primarios y secundarios, además, participa en las señales internas que regulan la respuesta de defensa de las plantas frente a diversas condiciones bióticas y abióticas, sus sales y ésteres son conocidos como benzoatos (Sepúlveda *et al.*, 2015).

Algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*): Este tipo de algas se utilizan en forma de extractos o fertilizantes orgánicos para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar los suelos, en la agricultura se utilizan como: fertilizante orgánico y estimulante de crecimiento ya que contienen compuestos naturales como citoquininas, auxinas y giberelinas que estimulan el crecimiento de las plantas, incrementa la producción y calidad del cultivo, estimula la actividad microbiana gracias a los nutrientes y compuestos bioactivos presentes en los extractos, favoreciendo la disponibilidad de los nutrimentos en las plantas (Marcillo, 2020).

Salinidad: Es la concentración total de sales disueltas en un medio acuoso dominada principalmente por los iones cloruro y sodio, puede estar compuesta por varios tipos de sales, incluidos cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, fosfatos, entre otros, se expresa generalmente en partes por mil (ppt) o en partes por millón (ppm), la salinidad en la agricultura se muestra mediante la presencia de altas concentraciones de sales en el suelo y en el agua de riego, dando como resultado efectos negativos en los cultivos y en la productividad agrícola en general como: disminución de la disponibilidad de agua, toxicidad de iones, desequilibrio nutricional y retraso del crecimiento (Lamz y González, 2013).

Suelos salinos: Los suelos salinos son los tipos de suelos que contienen concentraciones significativamente altas de sales solubles en el agua del suelo, estas sales incluyen principalmente iones como el sodio, el calcio, el magnesio, el potasio, el cloruro y el sulfato, la presencia de altas concentraciones de estas sales puede dar como resultado un entorno desfavorable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se forman principalmente debido a factores como: clima árido y semi árido, irrigación inadecuada y drenaje deficiente (Villas, 1992).

Potencial osmótico: El potencial osmótico es una parte fundamental del concepto de potencial hídrico, que es una medida integral de las fuerzas que afectan la disponibilidad de agua en el suelo y en las plantas, en la agricultura y la biología vegetal, el potencial osmótico influye en la absorción de agua por parte de las plantas y en la capacidad de las células vegetales para mantener su turgencia (rigidez) y funcionar adecuadamente, ya que las plantas deben mantener un equilibrio entre la concentración de solutos en sus células y el entorno circundante para garantizar un flujo de agua y nutrientes óptimo (Rodríguez, 2006).

Tolerancia: Capacidad que tienen plantas para resistir y adaptarse a condiciones adversas sin experimentar efectos perjudiciales en su desarrollo y/o producción, las plantas desarrollan diversas estrategias para ser más tolerantes a la salinidad, por ejemplo, restringiendo la extracción de sales y ajustando la presión osmótica a través de la síntesis de sales compatibles como la prolina, la glicina-betaína, y otros azúcares (Greenway y Munns, 1980).

Sostenibilidad: Es la capacidad de mantener y mejorar la producción de alimentos y otros productos agrícolas a lo largo del tiempo, sin agotar ni degradar los recursos naturales esenciales, ni dañar el medio ambiente, ni comprometer la salud humana, la sostenibilidad en la agricultura busca un equilibrio entre las necesidades económicas, sociales y

ambientales, con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria y el bienestar de las generaciones presentes y futuras (Gallopín, 2003).

Sistema de señalización: El sistema de señalización en las plantas se refiere a un conjunto regulado y coordinado por las vías moleculares a través de las cuales las plantas detectan y transmiten la presencia de elicitores, desencadenando respuestas de defensa frente amenazas biológicas (Macareno, 2018).

Desarrollo rural: Considera el impacto de la agricultura en las comunidades locales, la equidad en el acceso a los recursos y la mejora de las condiciones de vida de los agricultores y las poblaciones rurales; se trata de un enfoque integral que busca transformar y fortalecer las áreas rurales para que sus habitantes tengan acceso a oportunidades equitativas, servicios básicos de calidad y una mejor calidad de vida en general (Gregorio, 2016).

Estrés salino: El estrés salino en la agricultura ocurre cuando los niveles de salinidad en el suelo y el agua de riego son tan altos que afectan negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas, altas concentraciones de sales en el suelo pueden interferir con la absorción de agua y nutrientes esenciales por parte de las raíces de las plantas (Lamz y González, 2013).

Fitoalexinas: son metabolitos secundarios de naturaleza química diversa, principalmente flavonoides, de bajo peso molecular, que se sintetizan en los vegetales después de una infección microbiana, la síntesis se puede disparar por la acción de factores como elicitores o inductores, tanto exógenos producidos por patógenos, agentes químicos, daños mecánicos; como endógenos producidos por las plantas en respuesta a determinadas situaciones de estrés (García y Pérez, 2003).

Resistencia inducida: Se considera resistencia inducida cuando las plantas tienen la capacidad natural de defenderse de los agentes fitopatógenos a través de un fenómeno biológico conocido como resistencia, considerando a la susceptibilidad como una excepción a lo que naturalmente ocurre (Oramas, 2020).

Metabolitos secundarios: Son moléculas producidas por la planta para relacionarse con el entorno y que actúan como un mecanismo de defensa en respuesta a diferentes condiciones de estrés, tales como sequía, temperaturas extremas, alta radiación ultravioleta, infecciones de patógenos o incluso frente a ataques de herbívoros, los metabolitos secundarios derivan de los primarios e integran a una gran variedad de moléculas orgánicas que contribuyen a los olores, colores y sabores característicos de cada especie (Molina, 2018).

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de los elicitores ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y alga (*Kappaphycus alvarezii*) en el crecimiento y desarrollo del pimiento (*Capsicum annuum*) sometido a estrés salino con una de 4 dS/m, el experimento se desarrollo en macetas expuestas a campo abierto, se llenaron con 3,5 kg de tierra extraída de la comuna Sinchal de clase textural franco arcilloso a una profundidad de 30 cm del horizonte A, con una conductividad eléctrica de 1,11 dS/m, colocando 5 g de sustrato comercial Stender 250 l. Se utilizó el diseño de bloque completamente al azar (DBCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones con un total de 72 unidades experimentales, las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5 %, las variables analizadas fueron altura de planta, número de hojas, número de flores, número de frutos, peso fresco fruto, peso fresco y seco de hojas y peso fresco y seco de raíces. La aplicación de los elicitores, especialmente el ácido cítrico con dosis de 0,5 g/l y la combinación de ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus Alvarezii* 1 ml/l, muestran un significativo potencial para mejorar el desarrollo y crecimiento del pimiento (*Capsicum annuum*), también los elicitores evaluados, que incluyen ácido ascórbico (0,25 g/l), ácido benzoico (0,122 g/l) con *Kappaphycus alvarezii* (1 ml/l), demostraron ser superiores respecto al tratamiento control.

Palabras claves: Conductividad, elicitores, salinidad, sostenibilidad.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the effect of the elicitors citric acid, ascorbic acid, benzoic acid, algae (*Kappaphycus alvarezii*) on the growth and development of the pepper crop (*Capsicum annuum*) subjected to saline stress with an EC of 4 dS/ m, the experiment was carried out in pots exposed to the open field, they were filled with 3,5 kg of soil extracted from the Sinchal commune of clay loam textural class at a depth of 30 cm of the A horizon, with an electrical conductivity of 1,11 dS/m, placing 5 g of Stender 250 l commercial substrate. The completely randomized block design (DBCA) was used with eight treatments and three repetitions with a total of 72 experimental units. The means of the treatments were compared using the Tukey test at 5 %, the variables analyzed were plant height, number of leaves, number of flowers, number of fruits, fresh fruit weight, fresh and dry weight of leaves and fresh and dry weight of roots. The application of elicitors, especially citric acid with a dose of 0,5 g/l and the combination of benzoic acid 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, show significant potential to improve the development and growth of pepper (*Capsicum annuum*), also the elicitors evaluated, which include ascorbic acid (0,25 g/l), benzoic acid (0,122 g/l) with *Kappaphycus alvarezii* (1 ml/l), demonstrated to be superior to the control treatment.

Keywords: Conductivity, elicitors, salinity, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la producción de pimiento (*Capsicum annuum*) representa un rubro importante en el sector agrícola vinculado con esta actividad; se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos, en nuestro país se cultivó 956 ha aproximadamente como monocultivo y 189 ha como cultivo asociado, siendo las provincias costeras de Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción según (INAMHI, 2021).

En la provincia de Santa Elena existen las condiciones edafoclimáticas que favorece el desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) ya que el clima, suelo, altitud, son propicias para su desarrollo, este cultivo se puede sembrar durante toda la época del año obteniendo buenos rendimientos, sin embargo, los productores han experimentado una gran problemática relacionada directamente con problemas de salinidad en el suelo en varias partes de la provincia, debido a que el 75 % de los suelos de la península son aptos para la agricultura y el 25 % tiene problemas salinos y salinos sódicos (Vivar, 2021).

La salinidad en los suelos es uno de los principales problemas que afecta directamente a la producción de alimentos a escala mundial, para esto como concepto básico de la salinidad podemos decir que se refiere a la presencia de varios solutos minerales, electrólitos en el agua y suelo en tales concentraciones que causan pérdida de rendimientos a la mayoría de los cultivos, los solutos más comunes encontrados son: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , SO_4^{4-} , NO_3^{3-} , HCO_3^3- , entre otros, el origen de estas sales puede partir desde la aplicación de fertilizantes o irrigación, descomposición química o mecánica de las rocas, suelos formados en zonas áridas y aguas subterráneas marinas formadas en eras geológicas (Piedra y Capero, 2014).

En varias zonas de la provincia de Santa Elena existen elevadas concentraciones de sales en el suelo, este problema ha sido de mucho interés ya que se han realizados estudios

específicos para reducir el daño causado hacia los diferentes cultivos que se establecen en la península, entre ellos el cultivo de pimiento.

Según Mite (2017) expone en su investigación sobre el manejo del suelo en la provincia de Santa Elena, el cual implementó una tecnología de nutrición y manejo de suelo salino con presencia de conductividad eléctrica desde 1,00 a 5,00 dS/m implementando diferentes estrategias de riego y el uso de microorganismos para evitar la contaminación por sales en el suelo, lo cual no fue eficiente ya que el método experimentado no pudo controlar ni reducir el daño causado por el exceso de sales en el suelo.

Los agricultores de la zona de estudio, en este caso la comuna Sinchal perteneciente a la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena tienen presencia de suelos salinos, lo cual limita el desarrollo de las plantas, deterioro del suelo, bajo rendimientos de los cultivos, entre otros, estas dificultades hacen vulnerable a los agricultores ya que no tiene un plan o estrategia para enfrentarlo (Pico, 2012).

Un acondicionador de los suelos, para evitar el estrés por salinidad puede ser el uso de los elicitores, siendo una alternativa poco conocida y aplicada en el campo agrícola, ya que se desconoce los beneficios de este, estas sustancias desencadenan respuesta de defensa química en la planta ante amenazas bióticas o abióticas (Caicedo *et al.*, 2021).

La interconexión entre los elicitores y la salinidad radica en su influencia sobre la expresión génica, el metabolismo secundario y la acumulación de metabolitos especializados activan respuestas de adaptación, incluida la mejora de la eficiencia en la absorción y transporte de nutrientes esenciales y la regulación de la homeostasis iónica en presencia de elevadas concentraciones de sales en el sustrato (Guevara *et al.*, 2019)

Es indispensable, que antes de realizar una actividad agrícola se realice una analítica físico química del suelo a cultivar, una práctica importante que gran parte de los agricultores

de la península no la realizan por desconocimiento, falta de recursos económicos o por la agricultura empírica que practican; por tal razón, la presente investigación evaluó la aplicación de los elicitores como ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y algas marinas: *Kappaphycus alvarezii* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), mostrándose como una alternativa sostenible a la solución del problema de salinidad presente en la provincia de Santa Elena.

Problema científico

¿Cuál de los elicitores en estudio demuestra ser la alternativa más eficaz y precisa para maximizar de manera óptima el crecimiento y el desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) sometido a estrés salino?

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar de manera integral el efecto de elicitores en el proceso de crecimiento y desarrollo de pimiento (*Capsicum annuum*) sometido a estrés salino.

Objetivos Específicos:

- Identificar el efecto de los elicitores más eficiente que ayuda al crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*).
- Determinar la dosis de aplicación más eficiente de los elicitores para el desarrollo y crecimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) sometido a estrés salino.
- Analizar económicamente los tratamientos de estudio.

Hipótesis:

La aplicación de elicitores, tales como el ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico o alga marina, generan efecto positivo en el desarrollo y crecimiento del cultivo de pimiento sometido a estrés salino.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades del pimiento

El pimiento se originó en Bolivia y Perú en América del Sur, donde es una especie nativa, al igual que otras especies hortícolas rápidamente se unió a la lista de condimentos y vegetales del viejo mundo, en efecto la región mediterránea produce actualmente casi la mitad de la producción de pimiento nivel mundial, siendo una de las hortalizas cultivadas en la mayor parte del mundo, destacándose en España, donde, han obtenido resultados de producción más satisfactorios en los últimos años (FAO, 2002).

1.1.1. Taxonomía

La clasificación botánica según el Integrated Taxonomic Information System of North América (ITIS, 2023) se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación botánica del pimiento

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Capsiceae
Género:	Capsicum
Especie:	<i>Capsicum annuum L.</i>

1.1. Producción de pimiento en el Ecuador

Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario, el cultivo de pimiento en el Ecuador alcanza una superficie total de 956 hectáreas aproximadamente, también la asociación de productores hortofrutícolas de la costa (ASHOFRUCO) señala la existencia de 500 ha de pimiento en la provincia de Santa Elena, dentro de estas se producen cuatro variedades a escala nacional: Quetzal, Salvador, Tropical Irazú y Nathalie (INAMHI, 2021).

1.2. Producción de pimiento en la provincia de Santa Elena

Según la Asociación de Productores Hortofrutícolas de la Costa (ASHOFRUCO) la provincia de Santa Elena ha pasado a ser una de las zonas con mayor índice de producción de pimiento, los agricultores se inclinan por cultivar la variedad quetzal por su mayor demanda comercial y adaptación a climas templados, la variedad se caracteriza por contar con tres protuberancias en su parte superior llega a un tamaño de hasta 17 cm de largo y 5 cm de diámetro, ventajosamente la cosecha se la puede realizar a los tres meses, siempre y cuando haya un manejo correcto del cultivo, una producción en los dos primeros meses es generalmente de 100 a 120 sacos por cada ha, los mismos que son puestos en el mercado nacional, siendo sus principales destino Santa Elena, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas; convirtiéndose en uno de los centros de desarrollo del mercado horticultor del país, en gran parte gracias a dicho cultivo, de acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario (INAMHI, 2021).

En Santa Elena, la cosecha de pimiento abarca 150 ha, que según ASHOFRUCO guarda relación con los beneficios del clima, las zonas más factibles para sembrar son las aledañas a la presa El Azúcar, debido a que en estos sitios se ha tecnificado el sistema de riego por goteo, produciéndose la optimización de la distribución del agua, además de existir un mejor manejo del cultivo, no obstante, los meses de mayor inversión para lograr una buena producción son febrero y marzo, pues a diferencia de los otros meses los cultivos se ven afectados por las lluvias y el ataque de enfermedades y plagas, esto no permite el normal crecimiento de las plantas, siendo más comunes como: alternaria, antracnosis y botritis (Jiménez, 2018).

1.3. Problemas de salinidad en la parroquia Sinchal

La salinidad de los suelos y agua puede tener origen natural o antrópico, siendo considerado un problema que se presenta con mayor frecuencia en las zonas áridas y semiáridas del mundo, esto debido a las bajas precipitaciones, inadecuado manejo de las aguas de riego y los fertilizantes, presentándose en todos los suelos con mayor o menor grado de acumulación, afectando directamente en la fertilidad de los mismos (Lino, 2019).

Según INIAP (2023) un estudio de suelo que se realizó en el predio del agricultor Hito Borbor se mostró un pH alcalino de 8,9 y una CE de 1,11 mS/cm, datos descritos en la Tabla 2 y 3.

Tabla 2. Descripción de minerales presente en el suelo

pH.	mS/cm	Ca		Na		Mg	
	C.E.	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L	mg/L	meq/L
8,6	1,11	35,44	1,77	120,52	5,23	7,9	0,65
K		Suma		meq/L			
meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	CO ₃ [*]	CO ₃ H [*]	SO ₄ [*]	Cl [*]
36,63	0,94	200,49	8,59	0,20	1,63	3,43	1,88

Fuente: (INIAP, 2023)

Tabla 3. Descripción de la textura del suelo

*Textura (%)			Clase textural	(%)	meq/100 ml				$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca + Mg}{K}$
Arena	Limo	Arcilla	Franco-Arcilloso	* M.O.	K	*Ca	*Mg	Σ Bases			
32	40	28			1,18 B	4,26 A	13,01 A	5,03 A	22,30	2,59 M	1,18 B

Fuente: (INIAP, 2023)

Datos que fueron tomados como referencia para trabajar con el sustrato de la comuna Sinchal.

1.3.1. Factores que influyen en la salinidad

Entre los factores que influyen en la salinidad se encuentran las siguientes circunstancias:

a) Calidad de agua de riego: el uso de agua cargada de sales y de agua recirculada provocan la salinización de los suelos, ya que tras el proceso de evapotranspiración las sales se acumulan en los perfiles superficiales del suelo.

b) Aridez climática: en climas áridos la salinidad suele ser mayor, esto se debe a que las precipitaciones son menores a la evapotranspiración del suelo, provocando un déficit de humedad en el suelo, que al secarse pasarán a los perfiles superficiales del suelo, además, las escasas precipitaciones no favorecen al lavado de los suelos, promoviendo la acumulación de las sales.

c) Nivel freático: afectan de manera doble a la salinidad de los suelos, ya que además de impedir el lavado y la eliminación del exceso de las sales aplicadas a los cultivos, también facilitan el ascenso capilar de las sales disueltas que se encuentran en el nivel freático.

d) Factores topográficos de forma: en las depresiones topográficas el nivel freático puede encontrarse más elevado y presentar una mayor concentración de sales que zonas más elevadas, esto debido a la disolución, lixiviación y transporte de materiales de zonas más elevadas (Lamz y González, 2013).

1.5. ¿Qué son los elicitores?

Los elicitores son moléculas capaces de inducir cualquier tipo de defensa en la planta que son producidos por agentes estresantes bióticos y abióticos, se puede decir que la aplicación de un elicitore actúa en la planta con el mismo principio de la vacunación; se activa el metabolismo de la planta y se hace más resistente en posteriores ataques que generan estrés (Naivy y Jiménez, 2019).

Los elicitores son compuestos químicos o moleculares que desencadenan respuestas de defensa en las plantas frente a amenazas bióticas (patógenos y herbívoros) y abióticas (factores de estrés ambiental), actúan como señales para activar respuestas de defensa que

incluyen la producción de metabolitos secundarios como fitoalexinas y la activación de vías de señalización que fortalecen la resistencia de las plantas ante estrés (Thakur y Singh, 2020).

La utilización de elicitors naturales derivados de extractos vegetales y de algas mostró resultados favorables en el crecimiento de plantas de tomate infectadas con FOL, aumentando su altura y la cantidad total de biomasa, además de provocar cambios en ciertas características de calidad de los frutos (García *et al.*, 2018).

1.4. Elicitors en estudio

1.6.1. Ácido cítrico

Diversas investigaciones en tomate margaritreño muestran que aplicaciones de ácido cítrico (AC) al 1 % inducen aumento en el diámetro de tallo, lo cual refleja una mayor acumulación de fotosintatos en respuesta a este, también posee la capacidad de degradarse y en combinaciones con aceites esenciales (AE), pueden aumentar la actividad antimicrobiana y superar la resistencia de la planta (Morccolla y Bautista, 2022).

El ácido cítrico con dosis de 10^{-2} M se ha investigado como un agente mejorador de suelos en la agricultura debido a su capacidad para aumentar la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas, este compuesto orgánico puede solubilizar minerales y promover la liberación de nutrientes atrapados en el sustrato del suelo, lo que a su vez mejora el crecimiento y desarrollo de las plantas y aumenta la productividad agrícola, también mejora su capacidad para solubilizar metales pesados y otros contaminantes del suelo, aparte de contribuir a la rehabilitación de áreas afectadas por actividades industriales y agrícolas (Mallhi *et al.*, 2019).

Según Pérez *et al.* (2014), en su investigación sobre “Adición de ácido cítrico en la solución nutritiva para tomate en un suelo calcáreo” concluye que las variables agronómicas longitud de tallo, peso fresco y biomasa seca de planta fueron incrementadas favorablemente

con las aplicaciones de ácido cítrico 10^{-6} M, el cual dio lugar a un aumento del 69 % de la producción de fruto por planta en comparación con el testigo.

1.6.2. Ácido ascórbico

El ácido ascórbico es una pequeña molécula de seis carbonos, constituida por un anillo casi plano de cinco lados, trata de una molécula con capacidad oxido reductora, por lo que puede presentarse bien en su forma reducida como ácido ascórbico (AA o ASC), o bien en sus dos formas oxidadas, ácido monodehidroascórbico (MDHA) y ácido dehidroascorbato (Zechmann, 2011).

Algunos compuestos relacionados con las respuestas oxidativas originadas por factores de estrés, como el ácido ascórbico en una concentración de 600 ppm, involucran respuestas positivas de tolerancia a estrés biótico y abiótico para el desarrollo óptimo de las plantas (Shen y Yeh, 2010).

La aplicación del ácido ascórbico (AA) con dosis de 1200 ppm en el cultivo de rosa incrementó los pigmentos fotosintéticos y la actividad enzimática de la peroxidasa (POX), reflejándose en mayor longitud y diámetro de tallos, así como mayor número de yemas y brotes laterales (Herrera *et al.*, 2013).

Finalmente, la adición al medio de cultivo de 50 mg l^{-1} de ácido ascórbico, logró eliminar el pardeamiento en la base del explante, producto de la oxidación fenólica para la multiplicación y engrosamiento de los brotes *in vitro*, ya que el ácido ascórbico reduce el estrés oxidativo que sufren las células del explante cultivado *in vitro* (Medina *et al.*, 2012).

1.6.3. Ácido benzoico

Según Huang *et al.* (2019) explica que el ácido benzoico es un compuesto químico de amplio reconocimiento debido a su versatilidad funcional, presenta una estructura aromática y se identifica por su fórmula molecular $C_7 H_6 O_2$. También Elliott y Cheng (1987) manifiesta en el contexto agrícola que el ácido benzoico ha sido utilizado como elicitador para

fortalecer las respuestas de defensa en las plantas contra factores de estrés abióticos y bióticos, también mejora la eficiencia en la absorción de nutrientes en el suelo y la captación de minerales mediante el control químico en la zona de la raíz.

El ácido benzoico ha surgido como una herramienta potencial en la optimización de sistemas de cultivo, estudios realizados por Yasser *et al.*, (2019), evidencian que la administración de ácido benzoico incrementa el rendimiento del cultivo de tomate a dosis de 100 mg/l aumentando significativamente la producción al 12,5 % respecto al control, también, los análisis de contenido nutricional revelaron un incremento del 15 % en la concentración de antioxidantes en los tomates sometidos a tratamiento; sin embargo, dosis más altas como 200 mg/l, mostró una disminución en la eficacia de la respuesta defensiva, posiblemente debida a efectos fitotóxicos.

El ácido benzoico ha sido utilizado en diferentes investigaciones, una de ellas es que tiene un efecto positivo en el desarrollo de guías de melón, donde Montenegro (2007) menciona que el ácido benzoico tiene cierta influencia sobre el crecimiento, desarrollo e inducción floral de las plantas; el mismo autor en base a sus resultados de investigación sobre “el uso del ácido benzoico en diferentes especies hortícolas” concluye que el AB en concentraciones de 10^{-4} a 10^{-8} M no tiene efectos negativos sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas estudiadas como el cultivo de frijol, pepino, tomate, plántula de trigo, lechuga, calabaza y cebolla.

1.6.4. Algas marinas (Kappaphycus alvarezii)

Las algas al ser organismos autótrofos similares a las plantas en la realización de procesos fotosintéticos muestran beneficios similares a los efectos de un bioestimulantes, en su composición se han encontrado precursores hormonales de tipo auxinas, citoquininas y giberelinas, elementos nutricionales (N, P, K, Cu, Co, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo y B), proteínas, vitaminas y brasinoesteroides (Stirk *et al.*, 2014).

La aplicación foliar al 10 % de extracto de *Kappaphycus alvarezii* incrementó el rendimiento y mejoró la nutrición del garbanzo verde, debido a la presencia de microelementos y reguladores del crecimiento vegetal, especialmente citoquininas (Zodape, *et al.*, 2010)

Según la investigación realizada por, el uso extracto de alga *Ascophyllum nodosum* de la marca comercial “Acadia” han sido utilizadas como medio de cultivo para la regeneración y propagación de micro plántulas de tres variedades de algas; *Kappaphycus alvarezii*, Tambalang púrpura, Adik-adik y una variedad de *Kappaphycus striatum* var, en concentraciones (3 – 5 mg l⁻¹) se obtuvieron resultados de formación y desarrollo de brotes de las variedades *Kappaphycus alvarezii*, el uso de Acadia como medio de cultivo en la propagación de micro plántulas ayudo a la técnica de cultivo de tejidos (Hurtado *et al.*, 2008).

La aplicación foliar de 650 l/ha del extracto obtenido de *Kappaphycus alvarezii*, con concentraciones iguales o superiores al 7,5 %, en plantas de *Glycine max* durante las fases de plántula y floración, produjo un incremento significativo en la asimilación de fósforo y potasio, además, se observó un notable aumento en el rendimiento del grano llegando a alcanzar hasta un 57 % más en comparación con las plantas no tratadas (Espinosa *et al.*, 2020).

1.5. Salinidad

La productividad de muchas fincas en el Ecuador está siendo afectada por la salinidad y alcalinidad de sus suelos, los procesos de salinización y alcalinización siguen avanzando cada año, disminuyendo cada vez más los rendimientos de los cultivos, lo que afecta la economía de los agricultores y por ende del país (Bravo, 2018).

La salinización es el proceso de acumulación de varios solutos minerales electrólitos en el suelo con predominio de calcio y magnesio, estas concentraciones ocasionan pérdida de rendimientos en la mayoría de cultivos, pueden ser de origen natural o proceder de

contaminación antrópica o antropogénica; la concentración de sales solubles en el suelo se determina mediante la conductividad eléctrica, cuyas unidades de medida son el mmhos/cm (milimhos/cm) y el dS/m (deciSiemens/metro) según (Shrivastava y Kumar, 2015).

Los suelos salinos presentan altas concentraciones de sales disueltas totales, con valores de CE mayores a 4 dS m^{-1} , estos suelos tienen cantidades relativamente bajas de Na^+ en la solución del suelo o en el complejo intercambiable, por lo que los valores de SAR son menores a 13 y los valores de ESP son menores a 15 %; el pH del suelo de los suelos salinos suele ser inferior a 8,5; las altas concentraciones de sal en estos suelos promueven la floculación de coloides del suelo, es decir, los coloides individuales son atraídos formando flóculos o racimos (Kumaragamage *et al.*, 2023).

1.8. Cultivo de pimiento y salinidad

El pimiento se clasifica como un cultivo moderadamente sensitivo a la salinidad del suelo; la salinidad máxima que puede tolerar sin que se afecte el rendimiento del cultivo es de $1,5 \text{ dS/m}$, un dS/m equivale a aproximadamente 640 ppm de sales, con un aumento en la salinidad del suelo disminuye la capacidad de la planta para extraer el agua del mismo, esta situación se torna más crítica bajo condiciones calientes y secas que bajo condiciones húmedas (Martínez, 2001).

Por otra parte, un estudio demuestra que las plantas de pimiento en invernadero en la fase inicial de crecimiento frente a estrés salino con una CE de 7 dS/m demostró que los porta injertos de la variedad comercial Adigeel amortiguan el efecto del estrés salino, en cuanto a la acumulación de materia seca, siendo esta menor con los tratamientos de salinidad respecto al control especialmente con Na_2SO_4 a 8 dS m^{-1} (Jiménez, 2018).

La salinidad es un proceso complejo que causa considerables pérdidas en la producción agrícola a nivel mundial, así mismo, se señala que la presencia elevada de sales

provoca cambios significativos en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, afectando su capacidad productiva del cultivo de pimiento (Lamz y González, 2013).

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 geográficas $2^{\circ}15'50''$ S $80^{\circ}46'17''$ W, con una temperatura promedio anual 18 a 28°C y una precipitación anual promedio de 1 mm y una elevación de 26 msnm.

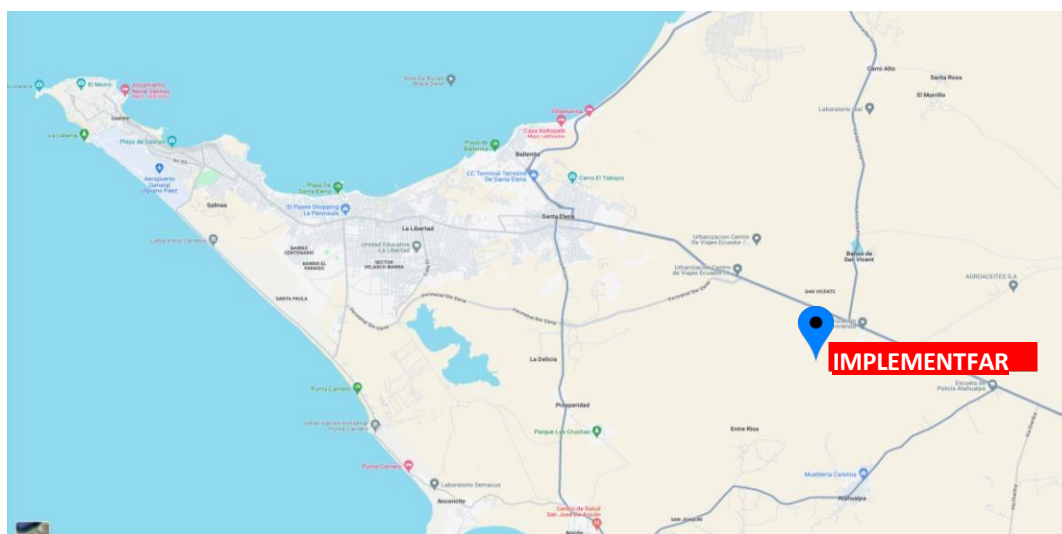


Figura 1. Vista aérea de las instalaciones de IMPLEMENTFARM tomada de Google Earth

2.5. Tipo de investigación

El trabajo de investigación fue de tipo experimental aplicada, donde se evaluó el efecto de los elicitores ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo y crecimiento del cultivo de pimiento bajo condiciones de estrés salino con una CE de 4 dS/m como alternativa sostenible para los productores de la provincia de Santa Elena.

2.5.1. Material vegetal

Se utilizó el híbrido comercial Quetzal de crecimiento semi indeterminado con el 94 % de germinación y 99 % de pureza.

2.5.2. Elicitores

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

2.5.3. Material de campo – Equipos

Macetas	Lápiz
Balanza gramera	Bomba de fumigación
Pala	Flexómetro
Rastrillo	Pie de rey
Cinta métrica	Conductímetro
Piola	pHímetro
Estacas	Martillo
Cuaderno de apuntes	Cámara fotográfica

2.6. Diseño de investigación

El diseño empleado fue de bloques completamente al azar DBCA con ocho tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos están establecidos por cuatro elicitores, ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido benzoico y alga *Kappaphycus alvarezii*; cada uno con dos concentraciones diferentes que se encuentra detallado en la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción de los tratamientos y dosis

Elicitores	Tratamientos	Dosis	
Ácido cítrico	1	0,5	g/l
Ácido ascórbico	2	0,25	g/l
Ácido benzoico	3	0,122	g/l
Alga marina (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)	4	1	ml/l
Ácido cítrico + <i>K. alvarezii</i>	5	0,5 g + 1 ml/l	
Ácido ascórbico + <i>K. alvarezii</i>	6	0,25 g + 1 ml/l	
Ácido benzoico + <i>K. alvarezii</i>	7	0,122 g + 1 ml/l	
Control	8	0	

En la Tabla 5 se describe la distribución de los bloques, compuesto por ocho tratamientos con tres repeticiones, habiendo tres macetas para cada dosis de tratamiento, con un total de 72 macetas en estudio.

Tabla 5. Distribución de bloques completamente al azar

Bloques			
I	II	III	Macetas
T2R1	T4R2	T3R3	9
T5R1	T1R2	T8R3	9
T8R1	T6R2	T2R3	9
T6R1	T5R2	T7R3	9
T4R1	T3R2	T1R3	9
T7R1	T2R2	T5R3	9
T1R1	T8R2	T6R3	9
T3R1	T7R2	T4R3	9
Total de macetas			72

2.7. Diseño experimental

La investigación se realizó basándonos en estadística descriptivas, realizando el análisis de varianza ANNOVA por el programa estadístico INFOSTAT y la separación de medias de Tukey 0,05 %, el diseño estadístico fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones para cada una de las variables (Tabla 6).

Tabla 6. Esquema del diseño experimental

Tratamientos	Dosis	Repeticiones	Bloques
T1	0,5 g/l	3	9
T2	0,25 g/l	3	9
T3	0,122 g/l	3	9
T4	1,00 ml/l	3	9
T5	0,5 g/l + 1,00 ml/l	3	9
T6	0,25 g/l + 1,00 ml/l	3	9

T7	0,122 g/l + 1,00 ml/l	3	9
T8	Control	3	9
Total UE			72

En la Tabla 7 se observa el esquema del análisis de varianza del diseño experimental, especificando el numero de repeticiones, tratamiento y el error experimental.

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza del diseño experimental

Fuente de variación	G
Repeticiones (r-1)	2
Tratamiento (t-1)	7
Error (t-1) (r-1)	14
Total	23

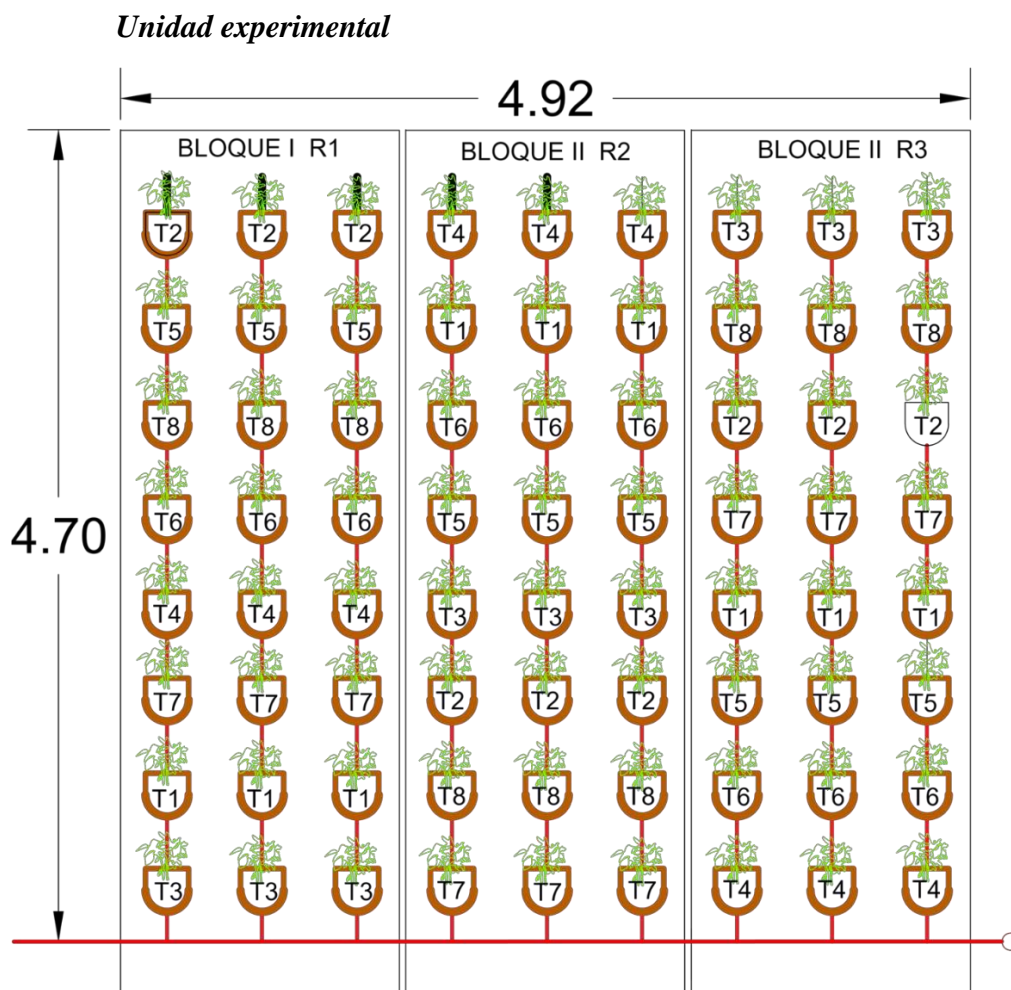


Imagen 1. Distribución de parcelas y tratamientos en el campo

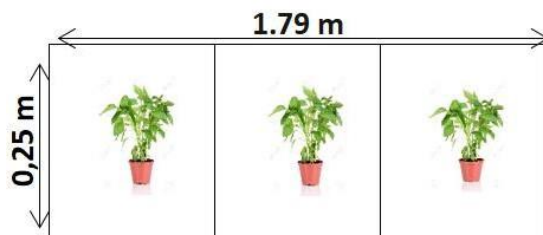


Imagen 2. Dimensiones de cada unidad experimental.

2.7.2. Delineamiento experimental

Área total de ensayo	16 m ²
Diseño experimental	DBCA
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Ancho del ensayo	4 m
Largo del ensayo	4 m
Forma de la UE	Cuadrada
Total UE	24
Ancho de la UE	0,65 m
Largo de la UE	0,25 m
Dosis	8 diferentes
Total de plantas a muestrear	72 plantas
Población total del ensayo	72 plantas

2.8. Manejo del experimento

Preparación del sustrato

Se utilizaron macetas pequeñas de labrado mini terracota, cuyas dimensiones son 25,5 cm ancho, 25,5 cm profundidad y 21 cm de alto con una capacidad de 4 kg de sustrato, se preparó una mezcla de la tierra extraída de la comuna Sinchal de clase textural franco arcilloso a una profundidad de 30 cm del horizonte A con una CE de 1,11 dS/m, en la que se realizó un agujero de 5 cm de profundidad en la parte media de la maceta, donde se colocó 5 g 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 una salinidad de $4,0 \pm 0,2$ se adiciono cloruro de sodio en concentración de 1000 ml de agua con 2,5 de NaCl ($g. l^{-1}$), obteniendo la CE deseada, agregando cada vez que sea necesario.

Riego

Las unidades experimentales se distribuyeron por tres bloques y fueron regadas mediante un sistema por goteo, consto de una tubería principal de 3 mm de 40 m, con 0,30 cm entre goteros y 0,40 cm entre planta, se regó previo a la siembra y luego se estableció riego periódico, tomando en consideración sus necesidades.

Siembra

El método de siembra fue directo, efectuando la siembra manual en cada una de las macetas a una profundidad de 1 cm, colocando 2 semillas por hoyos, una vez germinadas se dejó una planta por maceta.

Fertilización

Para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo se aplicó la dosificación en los diferentes periodos del ciclo del cultivo del fertilizante YaraMila COMPLEX, aportando N 12%; P₂O₅ 11 %; K₂O 18 %; MgO 2,7 %; S 8 %; B 0,015 %; Fe 0,2 %; Zn 0,02 % en toda la fase del cultivo, el cual consistió en la aplicación de 10 g por planta de YaraMila Complex en toda la fase vegetativa cada 14 días aplicado por drench.

Control de maleza

El control de maleza se realizó manualmente siempre que sea necesario, no se aplicó herbicidas.

Control Fitosanitario

Se evaluó el cultivo periódicamente para determinar la presencia de algún agente patógeno, es decir, identificar la sintomatología y en base a esta evaluación recurrir a la aplicación de un producto fitosanitario menos nocivo.

Aplicación de elicitores

Se realizó la primera aplicación de manera directa en el suelo después de los 15 días de siembra, luego todas las aplicaciones de los elicitores fueron vía foliar; AC; AA; AB, AM (*Kappaphycus alvarezii*), AC+AM (*Kappaphycus alvarezii*); AA+AM (*Kappaphycus alvarezii*); AB+AM (*Kappaphycus alvarezii*) después de la siembra utilizando bomba de mochila, en intervalos de 14 días hasta la cosecha.

Conductividad eléctrica

El sustrato antes preparado y extraído de la zona, se procedió a preparar el mismo hasta obtener una CE de $4 \pm 0,2$ dS/m, se preparó una solución salina y se aplicó al sustrato hasta alcanzar dicho parámetro, después de la siembra se midió la CE cada 7 días para poder mantener la CE inicial.

2.9. Variables experimentales:

Elicitores

Se evaluó el efecto de los elicitores en el cultivo de pimiento sometido a estrés salino, lo cual se vio reflejado en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

2.9.1. Variables morfológicas

2.9.1.1. Longitud de planta

Se determinó la longitud promedio de las plantas en centímetros, cada 7 días después de 14 días de siembra, para medir se considera desde la base de la planta hasta el ápice del tallo, hasta la finalización del ensayo.

2.9.1.2. Número de hojas

Se contaron el número de hojas después de 14 días después de la siembra, con una frecuencia de 14 días hasta la terminación del ensayo, con un total de siete aplicaciones.

2.9.1.3. Número de flores

Se determino cada tres días el número de flores, a los 48, 51, 54, 57, 60, 66, 69 y 72 días que finalizo el ensayo.

2.9.1.4. Diámetro, altura, peso fresco y seco del tallo

Se midió el diámetro del tallo en la parte media utilizando un pie de rey expresando sus datos en cm, para la altura se midió con un flexómetro desde la base hasta el ápice de la planta, también se utilizó una balanza gramera para realizar el peso seco y fresco del tallo, tomando en cuenta que se fragmentó el tallo , luego se colocó en bolsas pequeñas de papel para llevar a la estufa durante 48 horas a 80 °C; posterior a esto se realizó el pesaje por medio de una balanza gramera para obtener el peso seco del tallo.

2.9.1.5. Peso fresco y seco de hojas

Se utilizó una balanza gramera para realizar el fresco de las hojas, en cuanto al peso seco de las hojas se colocó en bolsas pequeñas de papel y se ubicó en la estufa marca GX-125BE por 48 horas a 80 °C seguido se realizó el pesaje una vez que se completó el tiempo de secado.

2.9.1.6. Longitud, peso fresco y seco de raíces

Se utilizó una balanza gramera para realizar el peso seco y fresco de las raíces, tomando en cuenta que el secado de las raíces se colocó en bolsas pequeñas de papel y se ubicó en la estufa por 6 días a 80 °C.

2.9.2. Variables Productivas

2.9.2.1. Número de frutos

Se contó el número de frutos cada 7 días, a los 51, 58, 65 y 72 días que finalizo el ensayo.

2.9.2.2. Peso fresco de frutos

Se realizó el peso fresco de cada uno de los frutos una vez cosechado por medio de una balanza gramera, variable evaluada a los setenta y dos días de la siembra.

2.9.2.3. Diámetro del fruto

Se midió el diámetro de cada uno de los frutos una vez cosechado, utilizando un pie de rey, variable evaluada a los setenta y dos días de la siembra.

2.9.2.4. Longitud del fruto

Se midió la longitud de cada uno de los frutos una vez cosechado, utilizando una regla en centímetros, variable evaluada a los setenta y dos días de la siembra.

2.9.3. Análisis económico

Se realizó un análisis económico en esta investigación, donde se tomó en consideración parámetros económicos relacionados a un análisis financiero, en donde los indicadores a calcular son el VAN Y TIR, con estos valores se puede recomendar cual es el elicitor tiene mayor porcentaje de incidencia para combatir la salinidad en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Efecto de los elicitores en el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento sometido a estrés salino

3.1.1. Altura de la planta

A partir de los 37 días de cultivo hasta la finalización del ensayo, se observó claramente que el ácido cítrico a dosis de 0,25 g/l; el ácido benzoico a dosis de 0,122 g/l y los tratamientos con combinaciones de elicitores ácido cítrico a dosis de 0,5 g/l + *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l ; ácido ascórbico a dosis de 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l y ácido benzoico a dosis de 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l, promovieron el crecimiento y desarrollo de las plantas de pimiento, aumentando significativamente la longitud del tallo a los 72 días respecto al control (Tabla 8).

Las plantas de pimiento aumentaron significativamente la longitud del tallo desde el inicio hasta su finalización en concentraciones de ácido cítrico con dosis de 0,25 g/l, siendo uno de los elicitores que destacaron más respecto a los otros y más aún respecto al control que siempre ha sido el de menor crecimiento y desarrollo, mientras que el ácido ascórbico a dosis de 0,25 g/l y el Alga marina *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l y Ácido benzoico 0.122 g /l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l siempre han sido igual o menor al control (Tabla 8).

La altura de planta de quinua aumentó considerablemente gracias a la aplicación exógena de ácido benzoico a una concentración de 400 mg/l siendo la de mejor resultado respecto al control (El-Bassiouny *et al.*, 2015).

En general los elicitores como alternativa sostenible son eficaz ya que todos influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate a una concentración de 0,02 g/l de ácido ascórbico (Garcia *et al.*, 2018).

También la composición de ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l ayuda considerablemente a obtener una mayor altura de planta respecto al control, así lo afirma Carmona et al. (2014) que la aplicación de extractos líquidos de algas marinas en concentraciones del 0,2 % puede tener un impacto positivo en la altura y el desarrollo de las plantas de tomate, este hallazgo sugiere que los extractos de algas marinas podrían ser una herramienta efectiva para mejorar el crecimiento de los cultivos de tomate y potencialmente, aumentar la productividad agrícola.

Tabla 8. Efecto de elicitores en cultivo de pimiento sometidas a estrés salino (CE:4 dS m⁻¹)

Tratamientos	Altura de plantas (cm)							
	23 días	30 días	37 días	51 días	58 días	65 días	72 días	
Ácido cítrico 0,5 g/l	6,31 a	10 ab	14,78 a	28,33 a	38,78 a	44,78 a	51,78 a	
Ácido ascórbico 0,25 g/l	4,78 bc	7,56 bc	9,67 d	13,33 e	24,22 c	29,67 d	34,56 c	
Ácido benzoico 0,122 g/l	4,89 bc	7,67 bc	13,89 ab	26,11 ab	32,89 ab	36,78 bc	40,44 b	
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	4,56 c	6,89 c	11,67 cd	19,56 cd	24,78 c	30,56 cd	39,11 bc	
Ácido cítrico 0,5 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	5,00 abc	8,44 bc	13,56 ab	21 bcd	27,78 bc	34,78 bcd	40 bc	
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	6,00 abc	9,33 ab	13,22 abc	22,67 abc	31,11 abc	39,44 ab	46,22 a	
Ácido benzoico 0,122 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	3,89 c	7,67 bc	13,78 abc	27,56 a	36,33 a	41,56 ab	47,44 a	
Control	3,89 c	6,67 c	10,56 cd	16,44 de	23,89 c	30,56 cd	37,11 bc	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

3.1.2. Número de hojas

La aplicación de los tratamientos que incluyen elicitores, especialmente el ácido cítrico a una concentración de 0,5 g/l junto con el T7 ácido benzoico 0,122 g/l *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l a partir de los 51 días muestran un incremento en el número de hojas en comparación con el control (Tabla 9).

También T5 Ácido cítrico 0,5 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l y el T6 Ácido ascórbico 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l muestra valores altos a los 79 días de cultivo con 30 y 27 hojas respectivamente (Tabla 9).

Por otro lado, los tratamientos ácido ascórbico 0,25 g/l con 24 hojas; ácido benzoico 0,122 g/l con 23 hojas; *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l con 22 hojas, muestran valores más altos en comparación al control con 21 hojas.

Por otra parte, se observó un aumento significativo en el número y área de hojas, así como en el peso fresco del repollo aplicando una concentración de 10^{-4} M de ácido benzoico (Labrada, 2014).

La aplicación de 400 mg/l de ácido benzoico en plantas de quinoa lo cual resultó un aumento del 3,48 % en el número de hojas en comparación con el grupo de control (El-Bassiouny *et al.*, 2015).

Finalmente, los hallazgos obtenidos al utilizar ácido ascórbico en el estudio coinciden con los resultados de Rubaiee *et al.*, (2023), quienes observaron efectos beneficiosos en la altura de las plantas y número de hojas de trigo al aplicar una concentración de 100 mg/l de ácido ascórbico en condiciones salinas.

Tabla 9. . Efecto de elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino (C.E: 4 dS m⁻¹)

Tratamientos	Número de hojas				
	23 días	37 días	51 días	65 días	79 días
Ácido cítrico 0,5 g/l	4,11 a	10,67 b	19,00 a	32,78 a	37,44 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	3,67 ab	12,89 a	18,33 a	23,78 bc	24,44 cd
Ácido benzoico 0,122 g/l	3,67 ab	10,22 ab	15,44 ab	22,44 bc	23,78 d
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	2,89 b	8,22 b	11,78 b	20,78 c	22,22 d
Ácido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	3,56 ab	9,67 ab	15,78 ab	28,44 ab	30,44 bc
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	3,67 ab	10,22 ab	15,00 ab	24,33 bc	27,11 cd
Ácido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	4,33 a	12,33 a	19,44 a	28,56 ab	33,56 ab
Control	3,00 b	8,67 b	12 b	19,33 c	21,67 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

3.1.3. Número de flores

La floración inicio a los 48 días después de la siembra, iniciando con botones florales, observándose claramente qué desde el inicio hasta la finalización de la floración a los 72 días, el tratamiento con ácido cítrico 0,5 g/l fue significativamente mayor que el control, de igual forma las combinaciones de elicitores de ácido cítrico 0,5 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/L; ácido ascórbico 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l y ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l tuvieron un incremento significativo respecto al control a partir de día 54 hasta los 72 días, mientras que los tratamientos de ácido ascórbico 0,25 g/l; ácido benzoico 0,122 g/l y el alga marina *Kappaphycus Alvarezii* a dosis de 1 ml/l fueron iguales que control (Tabla 10).

El ácido cítrico se considera el de mayor rendimiento, datos que concuerdan con Mallhi et al. (2019) ya que expresa que el ácido cítrico actúa como un inductor floral al influir en la expresión génica y en los procesos de señalización que desencadenan la

formación de flores en las plantas de (*Ricinus communis* L.) a una concentración de 5,1 mmol/kg⁻¹ de suelo.

Según Delgado et al. (2018), explica que al añadir 10⁻² M de ácido cítrico en germinados de lenteja, esta aplicación aumenta significativamente los compuestos fenólicos y flavonoides totales, así como la capacidad antioxidante total de los germinados.

Así mismo la investigación llevada a cabo por Seesangboon et al. (2018) reveló que la aplicación de una concentración de 25 mg/l de ácido benzoico tiene un efecto notable en el rendimiento floral y el desarrollo vegetativo de la manzanilla.

Tabla 10. Efecto de los elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Tratamientos	Número de flores								
	48 días	51 días	54 días	57 días	60 días	63 días	66 días	69 días	72 días
Ácido cítrico 0,5 g/l	1,11 a	1,56 a	2,11 a	3,22 a	5,00 a	6,11 a	7,67 a	7,89 ab	9,56 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	1,11 a	1,11 ab	1,67 b	1,67 bc	2,56 cde	2,67 c	3,22 cd	3,89 d	5,00 c
Ácido benzoico 0,122 g/l	0,44 ab	0,78 b	1,44 bc	1,44 bc	1,44 e	1,78 c	2,44 d	2,89 d	3,78 c
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	0,44 ab	0,44 b	1,78 bc	1,78 bc	2,22 de	2,67 c	3,22 cd	3,89 d	4,56 c
Ácido cítrico 0,5 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,56 ab	0,56 b	1,11 bc	2,44 ab	3,56 bc	4,22 b	4,89 b	5,78 bc	7,11 b
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,78 ab	0,78 b	1,22 bc	1,78 bc	3,00 bc	4,00 b	5,33 b	6,67 b	7,67 b
Ácido benzoico 0,122 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,71 b	0,78 b	1,33 b	2,00 bc	4,00 ab	5,44 ab	7,11 a	8,44 a	9,11 a
Control	0,33 b	0,33 b	0,56 c	1,22 c	2,11 de	2,33 c	3,56 cd	4,22 d	4,89 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas p<0,05).

3.1.4. Número de frutos

En cuanto al parámetro número de frutos, observamos que tanto el ácido cítrico a dosis de 0,5 g/l y la combinación del ácido benzoico a dosis de 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l promueven el número de frutos de pimiento sometidos a estrés salino desde

el inicio del cuajado 51 días hasta la finalización del ensayo a los 72 días, siendo significativamente mayor al control, al igual que otros parámetros analizados se observa que las combinaciones de elicitores de ácido cítrico 0,5 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l; ácido ascórbico 0,25 gr/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l y ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l tuvieron un incremento significativo respecto al control a partir del día 65 hasta los 72 días de finalizado el ensayo, solo a partir de los 72 días el ácido ascórbico obtuvo un mayor número de frutos respecto al control, mientras que los tratamientos de ácido ascórbico 0,25 g/l y el alga marina *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l tuvieron un incremento, aunque no significativo respecto al control (Tabla 11).

Los siguientes resultados están relacionados con lo anterior ya que explica que observo un aumento en la producción de frutos de chile piquín al aplicar una concentración de 10^{-4} M de ácido benzoico (Foroughbakhch, 2011).

También coincide con la investigación realizada por Perez et al. (2014) donde indica que el tratamiento 10^{-6} M de ácido cítrico dio lugar a un aumento del 69 % de la producción de fruto por plantas de tomate en comparación con el testigo.

Al aplicar una dosis de 1 l/ha de extractos de algas en el cultivo de *Cucumis sativus* L, donde se observó un aumento notable tanto en la cantidad de frutos, los cuales mostraron una calidad superior, además de un incremento significativo en el rendimiento general del cultivo (Loría et al., 2022).

Tabla 11. Efecto de los elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Tratamientos	Número de frutos			
	51 días	58 días	65 días	72 días
Ácido cítrico 0,5 g/l	1,33 a	3,22 a	6,00 a	10,22 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	0,0 c	0,11 c	1,00 cd	3,67 cd
Ácido benzoico 0,122 g/l	0,00 c	0,00 c	0,78 cd	5,11 bc
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	0,00 c	0,11 c	1,22 cd	3,67 cd
Ácido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,00 c	0,33 c	2,11 c	6,56 b

Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,00 c	0,11 c	2,00 c	6,11 b
Ácido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,00 b	2,11 b	4,33 b	8,78 a
Control	0,00 c	0,00 c	0,67 d	3,78 d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

3.1.6. Peso fresco y seco de hojas

Los promedios presentados en la Tabla 12 demuestran que el T1 ácido cítrico 0,5 g/l y ácido benzoico 0,122 g /l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l destacaron en cuanto al peso fresco y seco de hojas, superando al control. También se observa que los tratamientos alga marina a dosis de 1 ml/l; ácido cítrico 0,5 g/l y ácido ascórbico 0,25 g/l combinado con alga marina 1ml/l se obtuvo peso fresco y seco de hojas superando al control, finalmente el ácido ascórbico y ácido benzoico a 0,25 g/l y 0,122 g/l no se obtuvieron valores significativos (Tabla 12).

Aplicando 0,1 % (213,0 g) y 0,05 % (139,3 g) de ácido cítrico ayuda al ancho y peso de las hojas en cultivo de limón Interdonat y naranja Valencia (Yokas *et al.*, 2012).

El uso de un extracto de *Kappaphycus alvarezii* al 10 % aplicado en las hojas aumentó la producción y favoreció la salud nutricional de los garbanzos verdes, atribuido a la presencia de microelementos y compuestos reguladores del crecimiento vegetal (Zodape *et al.*, 2010).

Al emplear una combinación de 20 mg/l de ácido ascórbico y 0,5 g de glucosa por litro de solución, se observó una mitigación efectiva del estrés inducido por NaCl, lo que resultó en un aumento significativo del área foliar, el tamaño del tallo y el peso seco total de las plantas (Geyer *et al.*, 2004).

Tabla 12. Efecto de elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Peso seco y fresco de hojas		
Tratamientos	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Ácido cítrico 0,5 g/l	67,56 a	7,78 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	34,56 bc	4,78 bc
Ácido benzoico 0,122 g/l	32,78 c	5,78 abc
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	33,44 bc	6,67 ab
Ácido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	41,89 bc	6,78 ab
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	39,78 bc	6,89 ab
Ácido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	44,89 b	7,78 a
Control	19,00 d	4,00 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$).

3.1.7. Altura, Diámetro, peso fresco y seco del tallo

En la Tabla 13 se evidencian en los resultados que la aplicación de los elicitores como el ácido cítrico a una concentración de 0,5 g/l y el tratamiento ácido benzoico 0,122 g /l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l, muestran un diámetro y altura superior en comparación con el control. Seguido por las combinaciones del ácido cítrico 0,5 g /l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l y el ácido ascórbico 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l se obtuvieron valores significativos respecto al tratamiento control. Finalmente el ácido ascórbico 0,25 g/l y ácido benzoico 0,122 g/l y Alga marina *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, no se obtuvo valores significativos, siendo igual o menor que el control (Tabla 13).

La aplicación de extractos de alga mejora diversos parámetros de crecimiento, tales como la longitud, la superficie, el peso seco y fresco, así como el contenido de clorofila y minerales de las plantas de ciclo corto (Dhiba *et al.*, 2018).

Finalmente González *et al.* (2015), logro un incremento del 2,72 % en el peso seco de tallo en comparación con el grupo de control, y un contenido de agua del 76,16 % en

relación al peso fresco del tallo en el cultivo de tomate, aplicando una concentración de 10^{-5} M de ácido benzoico.

Tabla 13. Efecto de elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹).

Diámetro y altura de tallo		
Tratamientos	Diámetro (cm)	Altura (cm)
Ácido cítrico 0,5 g/l	1,62 a	39,89 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	0,64 de	11,67 e
Ácido benzoico 0,122 g/l	0,66 de	11,22 ef
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	0,68 de	13,78 d
Ácido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,71 d	15,22 cd
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	0,93 c	15,22 cd
Ácido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	1,38 b	35,00 b
Control	0,5 e	9,67 f

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p<0,05$).

En la Tabla 14, se evidencian resultados de la aplicación de los elicitores como el ácido cítrico a una dosis de 0,5 g/l y el tratamiento ácido benzoico 0,122 g /l + + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l; ácido ascórbico 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, en la que muestran un incremento de peso fresco y seco superior al control, seguido por ácido cítrico 0,5 g /l + *Kappaphycus alvarezii* a 1 ml/l que refleja valores significativamente mayor respecto al tratamiento control, por otro lado el ácido ascórbico 0,25 g/l; ácido benzoico 0,122 g/l y Alga marina (*Kappaphycus alvarezii*) 1 ml/l, no expresan resultados positivos, siendo el grupo estadístico que no muestra diferencias significativas en cuanto al peso fresco y seco del tallo con valores igual o menor que el control (Tabla 14).

La aplicación exogena de acido cítrico en *Leymus chinensis* contrarresta en nivel de salinos del suelo, ya que aplicando 50 ppm/l de acido citrico, mejorò el desarrollo de las

plantas y aumentò las actividades de las enzimas que actuan como mecanismo de defensa ante estres salino (Hong y Sun, 2011).

Al aplicar una concentracion de 10^{-6} y 10^{-4} mol/l en cultivo de tomate, mostro un desarrollo optimo de la produccion, calidad, peso fresco y seco de la planta y un mayor potencial de ntioxidante y contenido de vitamina por la presencia de fotisintatos (Labrada, 2014).

Tabla 14. Efecto de elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Peso fresco y seco de tallo		
Tratamientos	Peso fresco	Peso seco
�cido cítrico 0,5 g/l	38,44 a	9,44 a
�cido ascórbico 0,25 g/l	11,33 d	3,44 c
�cido benzoico 0,122 g/l	15,67 cd	3,00 c
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	16,22 cd	3,44 c
�cido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	22,78 bc	6,44 b
�cido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	32,00 ab	8,56 a
�cido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	32,33 a	8,22 ab
Control	19,11 cd	3,67 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$).

3.1.5. Peso fresco, diámetro y altura de fruto

En este caso con la aplicación de los elicitores se observa que el acido citrico a dosis de 0,5 g/l desde los 51 dias hasta los 72 días de la finalizacion del ensayo, incrementó el peso fresco, diametro y altura de los frutos de pimiento sometidos a estrés salino, superando significativamente al control, asi mismo se obseva que la combinacion del ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l; ácido ascórbico 0,25 gr/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/L y ácido cítrico 0,5 g /l + *Kappaphycus alvarezii* ml/l, se obtuvo un incremento

significativo de diámetro, peso fresco y altura de fruto respecto al control. Mientras que el ácido ascórbico a dosis de 0,25 g/l y el Alga marina *Kappaphycus alvarezii* a dosis de 1 ml/l, siempre han sido igual o menor al control (Tabla 15).

Los resultados obtenidos concuerdan Bilal et al. (2017), que aplicó concentraciones de ácido ascórbico de 0,4 g/l y 0,2 g/l en plantas de melocoton, alcanzando un peso de 22,14 kg/plantas en comparación al control.

Al aplicar una concentración edáfica de 4 mM de ácido ascórbico observaron un incremento del 18 % en la producción en comparación con el grupo de control se registró en plantas de tomate cultivadas en condiciones semi controladas (Zakaria et al., 2022).

Al aplicar una concentración de 10^{-4} M de AB y obtuvo un efecto positivo en el desarrollo y producción de fruto *Lycopersicon esculentum* en suelos calcáreos (Benavides et al., 2013).

Tabla 15. Efecto de elicitors en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Peso fresco, altura y diámetro de fruto			
Tratamientos	Peso fresco (g)	Altura (cm)	Diámetro (cm)
Ácido cítrico 0,5 g/l	49,2 a	8,97 a	4,37 b
Ácido ascórbico 0,25 g/l	11,58 f	3,31 e	2,54 d
Ácido benzoico 0,122 g/l	9,30 g	2,37 g	1,37 e
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	13,33 e	3,10 ef	2,57 d
Ácido cítrico 0,5 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	19,87 d	5,19 d	3,38 c
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	23,29 c	5,91 c	4,24 b
Ácido benzoico 0,122 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	26,56 b	7,95 b	5,09 a
Control	7,91 g	2,70 fg	1,39 e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

3.1.9. Longitud, peso fresco y seco de raíces

Los promedios de longitud de raíces presente en la Tabla 16 evidencian que el ácido cítrico con dosis 0,5 g/l y la combinación de ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, promueven considerablemente el desarrollo de las raíces, obteniendo valores significativos, respecto al control. Por otra parte, el ácido ascórbico 0,25 g/l; ácido benzoico 0,122 g/l; Alga marina *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l y ácido cítrico 0,5 g /l+ *Kappaphycus Alvarezii* 1 ml/l, mantienen valores inferiores junto con el control, con valores no significativos.

También se observa en la Tabla 16 que las variables peso fresco y peso seco de la raíz se ve influenciado principalmente por el tratamiento con ácido cítrico con dosis de 0,5 g/l y la combinación de ácido benzoico 0,122 g /l y *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, ya que promueven el peso fresco y seco de las raíces de pimiento sometido a estrés salino.

También se observa que la combinación con ácido ascórbico 0,25 g/l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l también favorece al desarrollo de las raíces en las plantas de pimiento, por otra parte, los tratamientos de ácido benzoico 0,122 g/l; Alga marina *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l y ácido cítrico 0,5 g /l + *Kappaphycus alvarezii* 1 ml/l, no favorecen al desarrollo de las raíces, de la misma forma el tratamiento control presenta valores inferiores en comparación a los tratamientos con elicitores (Tabla 16).

En conformidad con Muñoz et al. (2014) describe que el ácido cítrico mejora la asimilación de micronutrientes, ayuda a controlar la alcalinidad de los suelos y contribuyen a un desarrollo de raíces y crecimiento más propicio para los cultivos.

El incremento de peso fresco y seco de las raíces de trigo aumentarion al aplicar una concentracion de 2,17 mmol/l de acido ascorbico, bajo condiciones de salinidad (Rubaiee et al., 2023).

La aplicación de ácido benzoico a una concentración de 10^{-6} M resultó en un aumento significativo del peso fresco de la raíz en acelga, brócoli y repollo, en comparación con el grupo de control (Alberto *et al.*, 2020).

Tabla 16. Efecto de elicitores en plantas de pimiento sometidas a estrés salino. (C.E: 4 dS m⁻¹)

Longitud, peso fresco y seco de raíces			
Tratamientos	Longitud (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Ácido cítrico 0,5 g/l	24,33 a	13,78 a	2,62 a
Ácido ascórbico 0,25 g/l	14,78 e	6,56 bc	0,47 bc
Ácido benzoico 0,122 g/l	12,22 f	4,56 c	0,58 bc
Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>) 1 ml/l	17,67 d	2,67 d	0,27 c
Ácido cítrico 0,5 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	19,78 c	4,89 c	0,59 bc
Ácido ascórbico 0,25 g/l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	20,89 c	8,11 b	0,92 b
Ácido benzoico 0,122 g /l + <i>Kappaphycus alvarezii</i> 1 ml/l	22,33 b	12,78 a	2,39 a
Control	10,22 g	3,00 d	0,24 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0,05$.

3.1.10. Análisis económico

Según la evaluación del análisis económico se tomo en consideración el tratamiento mas eficiente en cuanto al crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento, a continuacion se muestra el flujo de caja obtenido en el analisis realizado (Tabla 17).

El flujo de caja proyectado proporciona una perspectiva financiera integral del proyecto de cultivo de pimiento, demostrando su potencial para generar ingresos consistentes a lo largo del tiempo y respaldando la viabilidad económica de la inversión inicial, tomando en cuenta que se considero el T1 ácido cítrico 0,5 g/l.

Inicialmente el flujo de caja comienza con una cifra negativa de -\$6 319,25 lo que indica que se requiere una inversión inicial para poner en marcha la produccion, en el segundo año el flujo de caja experimenta un incremento notable, alcanzando \$12 391,87 en los años

subsiguientes, volviéndose viable para generar ganancias consistentes durante los siguientes periodos (Tabla 17).

Tabla 17. Análisis económico, detallado flujo de caja proyectado a cinco años

Flujo de caja	-\$ 6 319,25	\$ 12 391,87	\$ 17 232,45	\$ 17 700,13	\$ 18 401,64	\$ 17 991,03
----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

A continuación en la Tabla 18 se muestran los valores del VAN (valor actual neto) de \$ 1 063,94 podemos decir que este indicador al calcular la cantidad total en aumento del capital en el proyecto se obtienen valores mayor a 0 lo cual significa que el T1 muestra resultados fatibles y recomendables siendo una buena alternativa y una inversion segura para el productor, tambien se muestra el valor del TIR (tasa interna de retorno) con 26,42 % lo que significa que el proyecto es altamente rentable ya que el TIR manifiesta que es superior a la tasa de interés por lo que se recomienda trabajar con el tratamiento antes mencionado (acido citrico 0,5 g/l).

Tabla 18. Indicador financiero VAN y TIR

VAN	\$ 1 063,94
TIR	26,42 %

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La aplicación de los elicitores, especialmente el ácido cítrico con dosis de 0,5 g/l y la combinación de ácido benzoico 0,122 g/l + *Kappaphycus Alvarezii* 1 ml/l, muestran un significativo potencial para mejorar el desarrollo y crecimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) bajo condiciones salinas de 4 dS/m, siendo los tratamientos más eficaces en cuanto a longitud de planta, número de hojas, número de flores, número de frutos, peso fresco y seco de raíces, hoja y tallo.

Los elicitores evaluados, que incluyen ácido ascórbico (0,25 g/l), ácido benzoico (0,122 g/l), alga marina (*Kappaphycus alvarezii*) (1 ml/l), ácido cítrico (0,5 g/l) solo y combinado con *Kappaphycus alvarezii* (1 ml/l), y ácido ascórbico (0,25 g/l) combinado con *Kappaphycus alvarezii* (1 ml/l), demostraron ser superiores al control en términos de mejora del desarrollo y crecimiento del cultivo de pimiento bajo estrés salino.

Los resultados del análisis financiero confirman que el tratamiento T1, basado en la aplicación de ácido cítrico a una concentración de 0,5 g/l representa el tratamiento más eficaz desde una perspectiva económica para los agricultores que buscan mejorar el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de pimiento bajo condiciones de estrés salino.

Recomendaciones

Considerando los resultados prometedores obtenidos con el ácido cítrico y la combinación de ácido benzoico con *Kappaphycus alvarezii* en la mejora del crecimiento del pimiento bajo estrés salino, se recomienda realizar investigaciones adicionales para comprender los mecanismos de defensas de los elicitores a nivel molecular y fisiológico.

Se sugiere ampliar la investigación realizando ensayos en diversos entornos agrícolas y diferentes cultivos para evaluar la capacidad de los elicitores para mitigar una amplia gama de estreses bióticos y abióticos, este enfoque diferente permitirá comprender mejor la versatilidad y la efectividad de los mismos en diferentes contextos agrícolas, así como su potencial para fortalecer la tolerancia y/o resistencia de las plantas ante diversos factores bióticos y abióticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberto, S., Roberto, S., Benavides, A., Robledo, V., Alonso, R.(2020). *Efecto del ácido salicílico y ácido benzoico en la germinación y biomasa de betabel y lechuga en medio salino*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Bilal, W., Rab, A., Iqbal, Z., Irshad, K., Sajid, M., y Khan, M. (2017). Anti-Oxidant Activities, Chemical Attributes and Fruit Yield of Peach Cultivars as Influenced by Foliar Application of Ascorbic Acid. *Gesunde Pflanzen*, 69(2).
- Bravo, M. (2018). *Evaluación de la salinidad del suelo en la hacienda La Calera Iancem para determinar medidas de manejo y conservación*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Caicedo, L., Villagómez, A., Sáenz, de la O., Zavala, G., Espinoza, M., y Romero, Z. (2021). Elicidores: implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana. *Revista Bioética*, 29(1), 11.
- Delgado, J., Preciado, C., Gonzales, J., Garay, A., Castruita, M., y Pérez, L. (2018). La aplicación de ácido cítrico incrementa la calidad y capacidad antioxidante de germinados de lenteja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 20, 4301-4309.
- Dhiba, D., Meftah, K., Mzibra, A., Aasfar, E., y Khoulood, M. (2018). Polysaccharides extracted from Moroccan seaweed: a promising source of tomato plant growth promoters. *Journal of Applied Phycology*, 30(3).
- El-Bassiouny, H., Elewa, T., y El Sebai, A. (2015). Effect of salicylic acid and benzoic acid on growth, yield and some biochemical aspects of quinoa plant grown in sandy soil. 8(216-225).
- Elliott, L., y Cheng, H. (1987). Evaluación de la alelopatía entre microbios y plantas. *ACS Publications*, 330, 504-515.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma: Producción y protección vegetal.
- Foroughbakhch, P., Robledo, T., Sandoval, R., y Alvarado, V. (2011). Influencia de ácidos orgánicos sobre el crecimiento, perfil bromatológico y metabolitos secundarios en Chile piquín. *Terra Latinoamericana*, 29(4), 395-401.

- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico*. Chile: Publicacion de las Naciones Unidad; CEPAL.
- Garcia, E., Armando, R., Benavides, A., Solís, S., y González, S. (2018). Efecto de elicitors de origen natural sobre plantas de tomate sometidas a estrés biótico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(20), 11.
- Garcia, M., y Pérez, L. (2003). Fitoalexinas: Mecanismos de defensa de las plantas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del medio Ambiente*, 9(1), 5-10. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62990101>
- Geyer, H., y Buxton, G. (2004). Effects of ascorbic acid, charcoal, glucose, and salicylic acid in nutrient solutions on vegetative growth and the susceptibility of *Phaseolus vulgaris* to sodium chloride. *Revista de Ciencias Agrícolas de Ghana*, 31(1).
- González, M., Benavides, M., Adalberto, V., y Sepúlveda, L. (2015). Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1667-1678.
- Greenway, M. (1980). *Mecanismos de tolerancia a la sal en plantas no alofilas*. Ann. Rev. Plant Physiol. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.pp.31.060180.001053>.
- Gregorio, J. (2016). Aproximación al concepto de comunidad como una respuesta a los problemas del desarrollo rural en américa latina. *Contribuciones a las ciencias sociales*, 11, 14.
- Guevara, G., Villagomez, A., Ferrusquia, J., y Martinez, R., (2019). *Elicitors en la agricultura: bases teoricas y algunas aplicaciones*. Universidad de Almeira.
- Herrera, M., Velázquez, J., Delgado, H., García, V., y González, D. (2013). Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. *Scielo*, 31(3).
- Herrera, M., Delgado, L., Velasco, G., y Diaz, G. (2011). Gerardo Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. *Revista Chapingo. Serie horticultura Scielo*, 17(2), 12.
- Hong, S., Sun, Y. (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*, 62(2), 129-139.

- Hortega, D., Hugo, R., Benavides, M., y Alberto, L. (2013). El ácido benzoico y el poliácido acrílico-quitosán en la calidad y el rendimiento del tomate cultivado en. *Terra Latinoamericana*, 261-268.
- Huang, K., Li, M., Liu, Y., Zhu, M., Zhao, G., Zhou, Y., Zhang, L., Wu, Y., Dai, X., Xia, T., y Gao, L. (2019). Análisis funcional de las 3-deshidroquinato deshidratasa/shikimato deshidrogenasas implicadas en la vía del shikimato en *Camellia sinensis*. *Frontiers in plant Science*, 12.
- Hurtado, A., Yunque, D., Tibubos, K., y Critchley, A. (2008). Uso de polvo de extracto de planta marina de *Acadia* de *Ascophyllum nodosum* en cultivo de tejidos de variedades de *Kappaphycus*. *Revista de Fisiología Aplicada*, 21, 633-639. <https://doi.org/10.1007/s10811-008-9395-4>
- INAMHI Instituto nacional de meteorología e hidrología. (2021). Retrieved 2023, from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/#>
- INIAP Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias. (2023). *Informe de Análisis de Suelo*. Santa Elena.
- ITIS Taxonómica Sistema Integrado de Información. (2023). *Capsicum annuum L.* https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30492#null
- Jimenes, A. (2015). *Selección de diferentes accesiones de pimiento frente al estrés salino para ser usadas como porta - injertos*. Valencia.
- Jiménez, S. (2018). Identificación del agente causal(s) de la pudrición radicular en pimiento (*Capsicum annuum L.*) en Tumbaco. 95.
- Kumaragamage, D., Warren, J., y Spiers, G. (2023). Química del suelo. *Excavando en los suelos canadienses: una introducción a la ciencia del suelo* (págs. 121-150). Recursos Educativos Abiertos (OER).
- Labrada, F., y Ramírez, H. (2014). Adición de ácido cítrico en la solución nutritiva para tomate en un suelo calcáreo. *Terra Latinoamericana*, 32(3), 251-255.
- Lamz, A., González, M. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *SciELO, Cultivos Tropicales*, 34(4), 11.

- Lino, S. (2019). Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo Manglaralto UPSE. Santa Elena: Ciencias Agrarias No.0251.
- Loría, C., Salazar, S., y Monge, P. (2022). Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Avances e investigación agropecuaria*, 26(1), 177-189.
- Macareno, O. (2018). *Efecto del ácido salicílico y metil Jasmonato sobre el crecimiento e inducción de resistencia de Vanilla planifolia Jacks. a Fusarium oxysporum f. sp. Vanillae*. Veracruz: Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada.
- Mallhi, Z., Rizwan, M., Mansha, A., Ali, Q., Asim, S., Ali, S., Hussain, A., Alrokayan, S., Khan, H., Alam, P., y Ahmad, P. (2019). El ácido cítrico mejora el crecimiento vegetal, la fotosíntesis y la fitoextracción de plomo al aliviar el estrés oxidativo en las semillas de ricino. *Department of Environmental Science and Engineering, Government College University*, 8(11).
- Marcillo, C. (2020). *Producción de Kappaphycus alvarezii en el cultivo en mar abierto durante los meses de marzo - junio del 2020 en la parroquia Santa Rosa de Salinas – Santa Elena – Ecuador*. Santa Elena.
- Martínez, S. (2001). Suelo y preparación del terreno. Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto, *Conjunto Tecnológico para la producción de pepinillo de ensalada* (págs. 9-11). Estación Experimental Agrícola.
- Medina, S., Kosky, R., Pérez, L., Rodríguez, R., Suárez, Maira., Vega, M., Benitez, M., Torres, D., Pons, M., Cárdenas, M., Chávez, A., y Tejeda, M. (2012). Efecto de dos citoquininas, ácido ascórbico y sacarosa en la obtención de plantas in vitro de Sorghum bicolor para la formación de callos. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(2), 101-110.
- Mite, F. (2017). Problemas de acumulación de sales en suelos del Ecuador . *INIAP Estación Experimental Tropical “Pichilingue”*, II(20), 42.
- Molina, A. (2018). La influencia del estrés abiótico en la síntesis de metabolitos secundarios de plantas medicinales . *Dpto. Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal*, 18.

- Montenegro, M. (2007). *Curva del ácido Benzoico en diferentes especies hortícolas*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <https://doi.org/http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3838>
- Morccolla, Y., y Bautista, Y. (2022). Eficiencia del quitosano entrecruzado con ácido cítrico (QAC) y aceite esencial de canela (QC) como control fúngico del fitopatógeno *Rhizoctonia Solani*. Lima: Universidad Peruana Union.
- Muñoz, V., Saenz, G., Lopez, L., Cantù, S., y Barajas, B. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante . *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12), 6.
- Naivy, P., y Jiménez, A. (2019). Producción de metabolitos secundarios de plantas mediante el cultivo in vitro. *Biotecnología Vegetal*, 11(4).
- Oramas, B. (2020). La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal, Scielo*, 10.
- Perez, F., Benavides, A., Vasquez, M., y Ramires, H. (2014). Adición de ácido cítrico en la solución nutritiva para tomate en un suelo calcáreo. *Terra Latinoamericana*, 32(3).
- Pérez, L. (2006). Implicaciones fisiológicas de la osmorregulación en plantas. *Scielo, Fisiología de cultivos*, 24(1), 10.
- Pico, G. (12 de Febrero de 2012). *Los suelos de la Península son propensos a la salinidad*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Piedra, L., y Capero, G. (2014). La salinidad como problema en la agricultura, la mejora vegetal una solución inmediata. *Scielo, cultivos tropicales*, 34(4), 31-42. <https://doi.org/ISSN 0258-5936>
- Rubaiee, A., y Alaywe, Fadhil. (2023). Efecto del remojo de granos con ácido ascórbico sobre el crecimiento y rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.) expuesto a estrés salino. *AIP Conference Proceedings*, 2414(1). <https://doi.org/10.1063/5.0114508>
- Seesangboon, P., Hedden, E., y Tovanaronte, P. (2018). Effects of 6-Benzyladenine on *Jatropha* Gene Expression and Flower Development. *Russian Journal of Plant Physiology*, 65(3), 345–356.
- Sepúlveda, L., Morales, S., Mendoza, A. (2015). Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas, Scielo*, 6(7).

- Shen, C., y Yeh, K. (2010). La red de señales de la homeostasis del ascorbato. *Pubmed Comportamiento de la señal de la planta*, 5(2).
- Shrivastava, R., (2015). Salinidad del suelo: un grave problema ambiental y las bacterias promotoras del crecimiento vegetal como una de las herramientas para mitigarlo. *Revista Saudita de Ciencias Biológicas*, 22(2), 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>
- Sohal, M. (2013). Papel de los inductores en la inducción de resistencia en plantas contra la infección por patógenos: una revisión. *Avisos de investigación académica internacional Hindawi*, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2013/762412>
- Stirk, W., Tarkowská, D., Turecová, V., Strand, M., y Staden, J. (2014). Ácido abscísico, giberelinas y brasinoesteroides en Kelpak , un extracto de alga comercial elaborado a partir de *Ecklonia maxima*. *Fisiología Aplicada*, 26, 561-567. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10811-013-0062-z>
- Thakur, M. (2020). "Elicitors in Plant-Pest Interactions: A Balancing Act Between Resistance and Tolerance". *Annual Review of Phytopathology*, 20(13).
- Villas, D. (1992). Suelos afectados por sales. En *Unitatd Ecologia (UAB)* (Vol. 8, pág. 21). Bellaterra ,Barcelona.
- Vivar, F. (2021). Memorias del II Simposio de manejo y fertilidad de suelos. *Archivos Académicos Universidad San Francisco de Quito USFQ*(45), 42.
- Yasser, N., Taha, N., Elzaawely, A., Xuan., Tran, D., Mohammed, A., Ahmed, M., Nagar, A. (2019). Benzoic Acid and Its Hydroxylated Derivatives Suppress Early Blight of Tomato (*Alternaria solani*) via the Induction of Salicylic Acid Biosynthesis and Enzymatic and Nonenzymatic Antioxidant Defense Machinery. *Journal of fungi - MDPI*, 26.
- Yokas, I.,Guneri, M., Misirli, A. (2012). Citric acid treatments on the vegetative, fruit properties and yield in Interdonat lemon and Valencia orange . *African Journal of Agricultural*, 7(40), 5525-5529.
- Zakaria, M., Mia, B., Biswas, S., y Rahman, A. (2022). Ascorbic Acid Influences on Growth and Yield of Tomato. *Annals of Bangladesh Agriculture*, 25(1), 55-56

Zechman, B.(2011). Distribución subcelular de ascorbato en plantas. *Plant Signaling y Behavior* , 6(3), 360-363.

Zodape, M., Soumita, E., y Chikara, J. (2010). Rendimiento mejorado y calidad nutricional en garbanzo verde (*Phaseolus radiata L*) tratado con extracto de algas marinas (*Kappaphycus alvarezii*). *Revista de Investigación Científica e Industrial (JSIR)*, 69, 468- 471. <https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/286020475>

ANEXOS

Figura 1A. Raíces del T1, T5 y tratamiento control a los 72 días de siembra



Figura 2A. Raíces del T2, T6 y tratamiento control a los 72 días de siembra



Figura 3A. Raíces del T3, T7 y tratamiento control a los 72 días de siembra



Figura 4A. Raíces y tratamiento control a los 72 días de siembra



Figura 5A. Raíces y tallos a los 72 días del cultivo de pimiento



Figura 6A. Tallos de los tratamientos a los 72 días de siembra.



Figura 7A. Hojas de los tratamientos a los 72 días de siembra

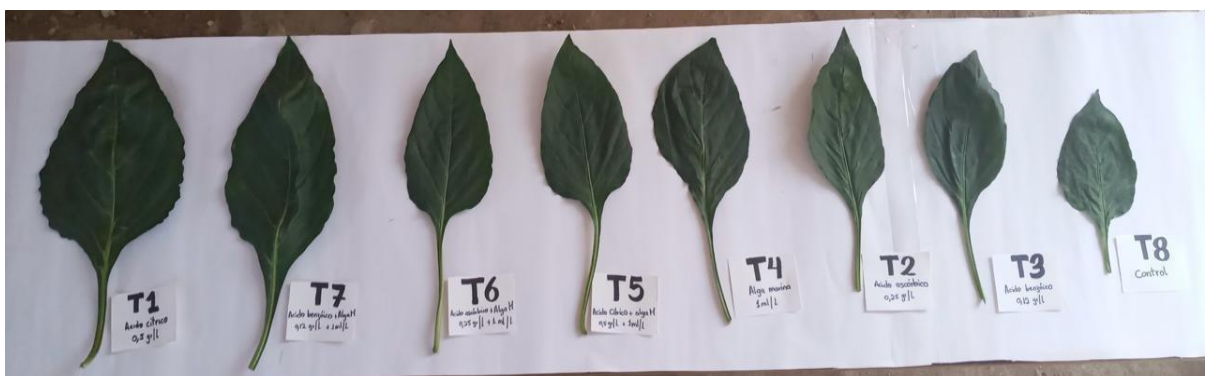


Figura 8A. Altura de todos los tratamientos a los 72 días de siembra



Figura 93A. Tamaño de fruto de todos los tratamientos a los 72 días de siembra



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

Tabla 1A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 23 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
23 días	72	0,48	0,43	18,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,06	7	7,01	8,55	<0,0001
TRATAMIENTO	49,06	7	7,01	8,55	<0,0001
Error	52,44	64	0,82		
Total	101,50	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33710

Error: 0,8194 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	6,33	9	0,30 A
T6	6,00	9	0,30 A B
T5	5,00	9	0,30 A B C
T3	4,89	9	0,30 B C
T2	4,78	9	0,30 B C
T4	4,56	9	0,30 C
T8	3,89	9	0,30 C
T7	3,89	9	0,30 C

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

Tabla 2A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30 días	72	0,43	0,36	16,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84,61	7	12,09	6,83	<0,0001
TRATAMIENTO	84,61	7	12,09	6,83	<0,0001
Error	113,33	64	1,77		
Total	197,94	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,96559

Error: 1,7708 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	10,00	9	0,44 A
T6	9,33	9	0,44 A B
T5	8,44	9	0,44 A B C
T7	7,67	9	0,44 B C
T3	7,67	9	0,44 B C
T2	7,56	9	0,44 B C
T4	6,89	9	0,44 C
T8	6,67	9	0,44 C

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

Tabla 3A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 37 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
37 días	72	0,46	0,40	15,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	204,61	7	29,23	7,67	<0,0001
TRATAMIENTO	204,61	7	29,23	7,67	<0,0001
Error	244,00	64	3,81		
Total	448,61	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,88409

Error: 3,8125 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	14,78	9	0,65 A
T3	13,89	9	0,65 A B
T7	13,78	9	0,65 A B
T5	13,56	9	0,65 A B
T6	13,22	9	0,65 A B C
T4	11,67	9	0,65 B C D
T8	10,56	9	0,65 C D
T2	9,67	9	0,65 D

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

Tabla 4A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 51 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
51 días	72	0,62	0,58	19,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1810,32	7	258,62	14,78	<0,0001
TRATAMIENTO	1810,32	7	258,62	14,78	<0,0001
Error	1119,56	64	17,49		
Total	2929,88	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,17785

Error: 17,4931 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T1	28,33	9	1,39	A			
T7	27,56	9	1,39	A			
T3	26,11	9	1,39	A	B		
T6	22,67	9	1,39	A	B	C	
T5	21,00	9	1,39		B	C	D
T4	19,56	9	1,39			C	D
T8	16,44	9	1,39				D E
T2	13,33	9	1,39				E

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

Tabla 5A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 58 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
58 días	72	0,54	0,49	17,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2067,06	7	295,29	10,55	<0,0001
TRATAMIENTO	2067,06	7	295,29	10,55	<0,0001
Error	1790,89	64	27,98		
Total	3857,94	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,81356

Error: 27,9826 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T1	38,78	9	1,76	A			
T7	36,33	9	1,76	A			
T3	32,89	9	1,76	A	B		
T6	31,11	9	1,76	A	B	C	
T5	27,78	9	1,76		B	C	
T4	24,78	9	1,76			C	
T2	24,22	9	1,76			C	
T8	23,89	9	1,76			C	

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

Tabla 6A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 63 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
63 días	72	0,59	0,55	12,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1991,43	7	284,49	13,18	<0,0001
TRATAMIENTO	1991,43	7	284,49	13,18	<0,0001
Error	1381,56	64	21,59		
Total	3372,99	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,86276

Error: 21,5868 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T1	44,78	9	1,55	A			
T7	41,56	9	1,55	A	B		
T6	39,44	9	1,55	A	B		
T3	36,78	9	1,55		B	C	
T5	34,78	9	1,55		B	C	D
T8	30,56	9	1,55			C	D
T4	30,56	9	1,55			C	D
T2	29,67	9	1,55				D

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

Tabla 7A. Análisis de varianza de la altura de planta a los 72 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
72 días	72	0,69	0,66	9,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2133,94	7	304,85	20,77	<0,0001
TRATAMIENTO	2133,94	7	304,85	20,77	<0,0001
Error	939,56	64	14,68		
Total	3073,50	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,65947

Error: 14,6806 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	51,78	9	1,28 A
T7	47,44	9	1,28 A
T6	46,22	9	1,28 A
T3	40,44	9	1,28 B
T5	40,00	9	1,28 B C
T4	39,11	9	1,28 B C
T8	37,11	9	1,28 B C
T2	34,56	9	1,28 C

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

Tabla 8A. Análisis de varianza del número de hojas a los 23 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
23 días	72	0,39	0,32	16,96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,11	7	2,16	5,76	<0,0001
TRATAMIENTO	15,11	7	2,16	5,76	<0,0001
Error	24,00	64	0,38		
Total	39,11	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90452

Error: 0,3750 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T7	4,33	9	0,20 A
T1	4,11	9	0,20 A
T6	3,67	9	0,20 A B
T3	3,67	9	0,20 A B
T2	3,67	9	0,20 A B
T5	3,56	9	0,20 A B
T8	3,00	9	0,20 B
T4	2,89	9	0,20 B

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

Tabla 9A. Análisis de varianza del número de hojas a los 37 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
37 días	72	0,31	0,23	23,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	165,06	7	23,58	4,04	0,0010
TRATAMIENTO	165,06	7	23,58	4,04	0,0010
Error	373,56	64	5,84		
Total	538,61	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,56855

Error: 5,8368 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2	12,89	9	0,81 A
T7	12,33	9	0,81 A
T1	10,67	9	0,81 A B
T6	10,22	9	0,81 A B
T3	10,22	9	0,81 A B
T5	9,67	9	0,81 A B
T8	8,67	9	0,81 B
T4	8,22	9	0,81 B

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

Tabla 10A. Análisis de varianza del número de hojas a los 51 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
51 días	72	0,33	0,26	26,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	551,76	7	78,82	4,55	0,0004
TRATAMIENTO	551,76	7	78,82	4,55	0,0004
Error	1109,56	64	17,34		
Total	1661,32	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,15020

Error: 17,3368 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T7	19,44	9	1,39 A
T1	19,00	9	1,39 A
T2	18,33	9	1,39 A
T5	15,78	9	1,39 A B
T3	15,44	9	1,39 A B
T6	15,00	9	1,39 A B
T8	12,00	9	1,39 B
T4	11,78	9	1,39 B

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

Tabla 11A. Análisis de varianza del número de hojas a los 65 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
65 días	72	0,49	0,43	18,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1290,44	7	184,35	8,73	<0,0001
TRATAMIENTO	1290,44	7	184,35	8,73	<0,0001
Error	1351,33	64	21,11		
Total	2641,78	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,78728

Error: 21,1146 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	32,78	9	1,53 A
T7	28,56	9	1,53 A B
T5	28,44	9	1,53 A B
T6	24,33	9	1,53 B C
T2	23,78	9	1,53 B C
T3	22,44	9	1,53 B C
T4	20,78	9	1,53 C
T8	19,33	9	1,53 C

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

Tabla 12A. Análisis de varianza del número de hojas a los 79 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
79 días	72	0,65	0,62	14,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2064,61	7	294,94	17,30	<0,0001
TRATAMIENTO	2064,61	7	294,94	17,30	<0,0001
Error	1090,89	64	17,05		
Total	3155,50	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,09824

Error: 17,0451 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	37,44	9	1,38 A
T7	33,56	9	1,38 A B
T5	30,44	9	1,38 B C
T6	27,11	9	1,38 C D
T2	24,44	9	1,38 C D
T3	23,78	9	1,38 D
T4	22,22	9	1,38 D
T8	21,67	9	1,38 D

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

Tabla 13A. Análisis de varianza del número de flores a los 48 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
48 días	72	0,27	0,19	70,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,72	7	0,82	3,36	0,0041
TRATAMIENTO	5,72	7	0,82	3,36	0,0041
Error	15,56	64	0,24		
Total	21,28	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72821
 Error: 0,2431 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	1,11	9	0,16 A
T2	1,11	9	0,16 A
T6	0,78	9	0,16 A B
T7	0,78	9	0,16 A B
T5	0,56	9	0,16 A B
T3	0,44	9	0,16 A B
T4	0,44	9	0,16 A B
T8	0,33	9	0,16 B

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

Tabla 14A. Análisis de varianza del número de flores a los 51 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
51 días	72	0,37	0,30	62,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,11	7	1,30	5,43	0,0001
TRATAMIENTO	9,11	7	1,30	5,43	0,0001
Error	15,33	64	0,24		
Total	24,44	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72299
 Error: 0,2396 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	1,56	9	0,16 A
T2	1,00	9	0,16 A B
T6	0,78	9	0,16 B
T7	0,78	9	0,16 B
T3	0,78	9	0,16 B
T5	0,56	9	0,16 B
T4	0,44	9	0,16 B
T8	0,33	9	0,16 B

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

Tabla 15A. Análisis de varianza del número de flores a los 54 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
54 días	72	0,41	0,35	43,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,32	7	1,76	6,42	<0,0001
TRATAMIENTO	12,32	7	1,76	6,42	<0,0001
Error	17,56	64	0,27		
Total	29,88	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77361
 Error: 0,2743 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	2,11	9	0,17 A
T7	1,33	9	0,17 B
T2	1,33	9	0,17 B
T6	1,22	9	0,17 B C
T5	1,11	9	0,17 B C
T3	1,00	9	0,17 B C
T4	1,00	9	0,17 B C
T8	0,56	9	0,17 C

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

Tabla 16A. Análisis de varianza del número de flores a los 57 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60 días	72	0,65	0,61	28,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	83,88	7	11,98	17,00	<0,0001
TRATAMIENTO	83,87	7	11,98	17,00	<0,0001
Error	45,11	64	0,70		
Total	128,99	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,24010

Error: 0,7049 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.					
T1	5,00	9	0,28	A				
T7	4,00	9	0,28	A	B			
T5	3,56	9	0,28		B	C		
T6	3,00	9	0,28		B	C	D	
T2	2,56	9	0,28			C	D	E
T4	2,22	9	0,28				D	E
T8	2,11	9	0,28				D	E
T3	1,44	9	0,28					E

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

Tabla 17A. Análisis de varianza del número de flores a los 60 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
57 días	72	0,41	0,34	38,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,11	7	3,59	6,26	<0,0001
TRATAMIENTO	25,11	7	3,59	6,26	<0,0001
Error	36,67	64	0,57		
Total	61,78	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,11802

Error: 0,5729 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.					
T1	3,22	9	0,25	A				
T5	2,44	9	0,25	A	B			
T7	2,00	9	0,25		B	C		
T6	1,78	9	0,25		B	C		
T4	1,78	9	0,25		B	C		
T2	1,67	9	0,25		B	C		
T3	1,44	9	0,25		B	C		
T8	1,22	9	0,25				C	

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

Tabla 18A. Análisis de varianza del número de flores a los 63 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
63 días	72	0,76	0,73	23,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	152,10	7	21,73	28,84	<0,0001
TRATAMIENTO	152,10	7	21,73	28,84	<0,0001
Error	48,22	64	0,75		
Total	200,32	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28215

Error: 0,7535 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1	6,11	9	0,29	A		
T7	5,44	9	0,29	A	B	
T5	4,22	9	0,29		B	C
T6	4,00	9	0,29			C
T4	2,67	9	0,29			D
T2	2,67	9	0,29			D
T8	2,33	9	0,29			D
T3	1,78	9	0,29			D

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

Tabla 19A. Análisis de varianza del número de flores a los 66 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
66 días	72	0,81	0,79	19,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	232,32	7	33,19	39,83	<0,0001
TRATAMIENTO	232,32	7	33,19	39,83	<0,0001
Error	53,33	64	0,83		
Total	285,65	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,34839

Error: 0,8333 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1	7,67	9	0,30	A		
T7	7,11	9	0,30	A		
T6	5,33	9	0,30		B	
T5	4,89	9	0,30		B	C
T8	3,56	9	0,30			C D
T4	3,22	9	0,30			D
T2	3,22	9	0,30			D
T3	2,44	9	0,30			D

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

Tabla 20A. Análisis de varianza del número de flores a los 69 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
69 días	72	0,81	0,79	18,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	264,99	7	37,86	38,52	<0,0001
TRATAMIENTO	264,99	7	37,86	38,52	<0,0001
Error	62,89	64	0,98		
Total	327,88	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46420

Error: 0,9826 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T7	8,44	9	0,33	A
T1	7,89	9	0,33	A B
T6	6,67	9	0,33	B C
T5	5,78	9	0,33	C
T8	4,22	9	0,33	D
T4	3,89	9	0,33	D
T2	3,89	9	0,33	D
T3	2,89	9	0,33	D

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

Tabla 21A. Análisis de varianza del número de flores a los 72 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
72 días	72	0,85	0,84	14,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	305,21	7	43,60	52,98	<0,0001
TRATAMIENTO	305,21	7	43,60	52,98	<0,0001
Error	52,67	64	0,82		
Total	357,88	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33993

Error: 0,8229 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	9,56	9	0,30	A
T7	9,11	9	0,30	A
T6	7,67	9	0,30	B
T5	7,11	9	0,30	B
T2	5,00	9	0,30	C
T8	4,89	9	0,30	C
T4	4,56	9	0,30	C
T3	3,78	9	0,30	C

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

Tabla 22A. Análisis de varianza del número de fruto a los 51 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
51 días	72	0,78	0,76	94,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,00	7	2,29	32,91	<0,0001
TRATAMIENTO	16,00	7	2,29	32,91	<0,0001
Error	4,44	64	0,07		
Total	20,44	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38925

Error: 0,0694 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	1,33	9	0,09	A
T7	0,78	9	0,09	B
T6	0,11	9	0,09	C
T5	0,00	9	0,09	C
T2	0,00	9	0,09	C
T3	0,00	9	0,09	C
T4	0,00	9	0,09	C
T8	0,00	9	0,09	C

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

Tabla 23A. Análisis de varianza del número de frutos a los 58 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
58 días	72	0,83	0,81	72,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	94,39	7	13,48	45,16	<0,0001
TRATAMIENTO	94,39	7	13,48	45,16	<0,0001
Error	19,11	64	0,30		
Total	113,50	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,80716

Error: 0,2986 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	3,22	9	0,18	A
T7	2,11	9	0,18	B
T5	0,33	9	0,18	C
T6	0,11	9	0,18	C
T4	0,11	9	0,18	C
T2	0,11	9	0,18	C
T8	0,00	9	0,18	C
T3	0,00	9	0,18	C

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

Tabla 24A. Análisis de varianza del número de frutos a los 65 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
65 días	72	0,81	0,78	41,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	231,99	7	33,14	37,88	<0,0001
TRATAMIENTO	231,99	7	33,14	37,88	<0,0001
Error	56,00	64	0,88		
Total	287,99	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,38168

Error: 0,8750 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	6,00	9	0,31	A
T7	4,33	9	0,31	B
T5	2,11	9	0,31	C
T6	2,00	9	0,31	C D
T4	1,22	9	0,31	C D
T2	1,00	9	0,31	C D
T3	0,78	9	0,31	C D
T8	0,67	9	0,31	D

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

Tabla 25A. Análisis de varianza del número de frutos a los 72 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
72 días	72	0,84	0,82	18,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	401,54	7	57,36	47,61	<0,0001
TRATAMIENTO	401,54	7	57,36	47,61	<0,0001
Error	77,11	64	1,20		
Total	478,65	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,62134

Error: 1,2049 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	10,22	9	0,37	A
T7	8,78	9	0,37	A
T5	6,56	9	0,37	B
T6	6,11	9	0,37	B
T3	5,11	9	0,37	B C
T4	3,67	9	0,37	C D
T2	3,67	9	0,37	C D
T8	3,33	9	0,37	D

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

Tabla 26A. Análisis de varianza de la altura de fruto

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	316	0,93	0,92	12,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1824,22	7	260,60	550,65	<0,0001
Tratamiento	1824,22	7	260,60	550,65	<0,0001
Error	145,77	308	0,47		
Total	1969,98	315			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49772

Error: 0,4733 gl: 308

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
T1	8,97	60	0,09	A					
T7	7,95	55	0,09		B				
T6	5,91	45	0,10			C			
T5	5,19	47	0,10				D		
T2	3,31	26	0,13					E	
T4	3,10	30	0,13					E	F
T8	2,70	23	0,14						F G
T3	2,37	30	0,13						G

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

Tabla 27A. Análisis de varianza del diámetro de fruto

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (cm)	316	0,80	0,80	18,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	498,82	7	71,26	176,76	<0,0001
Tratamiento	498,82	7	71,26	176,76	<0,0001
Error	124,17	308	0,40		
Total	622,99	315			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45937

Error: 0,4031 gl: 308

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
T7	5,09	55	0,09	A					
T1	4,37	60	0,08		B				
T6	4,24	45	0,09		B				
T5	3,38	47	0,09			C			
T4	2,57	30	0,12				D		
T2	2,54	26	0,12				D		
T8	1,39	23	0,13					E	
T3	1,37	30	0,12					E	

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

Tabla 28A. Análisis de varianza de peso de fruto

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (g)	316	0,97	0,97	9,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59145,95	7	8449,42	1635,98	<0,0001
Tratamiento	59145,95	7	8449,42	1635,98	<0,0001
Error	1590,74	308	5,16		
Total	60736,69	315			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,64421

Error: 5,1648 gl: 308

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
T1	49,20	60	0,29	A					
T7	26,56	55	0,31		B				
T6	23,29	45	0,34			C			
T5	19,87	47	0,33				D		
T4	13,33	30	0,41					E	
T2	11,58	26	0,45						F
T3	9,30	30	0,41						G
T8	7,91	23	0,47						G

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

Tabla 29A. Análisis de varianza del peso fresco de hojas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO FRESCO HOJAS	72	0,75	0,72	20,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12131,43	7	1733,06	27,07	<0,0001
TRATAMIENTO	12131,43	7	1733,06	27,07	<0,0001
Error	4097,56	64	64,02		
Total	16228,99	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,81890

Error: 64,0243 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	67,56	9	2,67 A
T7	44,89	9	2,67 B
T5	41,89	9	2,67 B C
T6	39,78	9	2,67 B C
T2	34,56	9	2,67 B C
T4	33,44	9	2,67 B C
T3	32,78	9	2,67 C
T8	19,00	9	2,67 D

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

Tabla 30A. Análisis de varianza del peso seco de hojas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO SECO HOJAS	72	0,38	0,32	27,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	116,61	7	16,66	5,71	<0,0001
TRATAMIENTO	116,61	7	16,66	5,71	<0,0001
Error	186,67	64	2,92		
Total	303,28	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,52260

Error: 2,9167 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T7	7,78	9	0,57 A
T1	7,78	9	0,57 A
T6	6,89	9	0,57 A B
T5	6,78	9	0,57 A B
T4	6,67	9	0,57 A B
T3	5,78	9	0,57 A B C
T2	4,78	9	0,57 B C
T8	4,00	9	0,57 C

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

Tabla 31A. Análisis de varianza de la altura de raíz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	72	0,97	0,97	4,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1569,33	7	224,19	304,56	<0,0001
TRATAMIENTO	1569,33	7	224,19	304,56	<0,0001
Error	47,11	64	0,74		
Total	1616,44	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,26729

Error: 0,7361 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1	24,33	9	0,29 A
T7	22,33	9	0,29 B
T6	20,89	9	0,29 C
T5	19,78	9	0,29 C
T4	17,67	9	0,29 D
T2	14,78	9	0,29 E
T3	12,22	9	0,29 F
T8	10,22	9	0,29 G

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

Tabla 32A. Análisis de varianza del peso fresco de raíces

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO FRESCO RAICES	72	0,89	0,87	21,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1133,54	7	161,93	71,31	<0,0001
TRATAMIENTO	1133,54	7	161,93	71,31	<0,0001
Error	145,33	64	2,27		
Total	1278,88	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,22586

Error: 2,2708 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	13,78	9	0,50	A
T7	12,78	9	0,50	A
T6	8,11	9	0,50	B
T2	6,56	9	0,50	B C
T5	4,89	9	0,50	C D
T3	4,56	9	0,50	C D
T8	3,00	9	0,50	D
T4	2,67	9	0,50	D

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

Tabla 33A. Análisis de varianza del peso seco de raíces

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO SECO RAICES	72	0,90	0,89	31,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56,76	7	8,11	80,24	<0,0001
TRATAMIENTO	56,76	7	8,11	80,24	<0,0001
Error	6,47	64	0,10		
Total	63,22	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46952

Error: 0,1010 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	2,62	9	0,11	A
T7	2,39	9	0,11	A
T6	0,92	9	0,11	B
T5	0,59	9	0,11	B C
T3	0,58	9	0,11	B C
T2	0,47	9	0,11	B C
T4	0,27	9	0,11	C
T8	0,24	9	0,11	C

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

Tabla 34A. Análisis de varianza de altura de tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA	72	0,99	0,99	6,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8524,22	7	1217,75	868,10	<0,0001
TRATAMIENTO	8524,22	7	1217,75	868,10	<0,0001
Error	89,78	64	1,40		
Total	8614,00	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,74944

Error: 1,4028 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1	39,89	9	0,39	A		
T7	35,00	9	0,39		B	
T6	15,56	9	0,39			C
T5	15,22	9	0,39			C D
T4	13,78	9	0,39			D
T2	11,67	9	0,39			E
T3	11,22	9	0,39			E F
T8	9,67	9	0,39			F

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

Tabla 35A. Análisis de la varianza del diámetro de tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO	72	0,91	0,90	13,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,08	7	1,44	94,07	<0,0001
TRATAMIENTO	10,08	7	1,44	94,07	<0,0001
Error	0,98	64	0,02		
Total	11,06	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18278

Error: 0,0153 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1	1,62	9	0,04	A		
T7	1,38	9	0,04		B	
T6	0,93	9	0,04			C
T5	0,71	9	0,04			D
T4	0,68	9	0,04			D E
T3	0,66	9	0,04			D E
T2	0,64	9	0,04			D E
T8	0,50	9	0,04			E

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

Tabla 36A. Análisis de la varianza del peso fresco de tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO FRESCO TALLO	72	0,69	0,66	27,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5901,76	7	843,11	20,33	<0,0001
TRATAMIENTO	5901,76	7	843,11	20,33	<0,0001
Error	2654,22	64	41,47		
Total	8555,99	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,51225

Error: 41,4722 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T1	38,44	9	2,15	A		
T7	32,33	9	2,15	A		
T6	32,00	9	2,15	A	B	
T5	22,78	9	2,15		B	C
T8	19,11	9	2,15			C D
T4	16,22	9	2,15			C D
T3	15,67	9	2,15			C D
T2	11,33	9	2,15			D

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

Tabla 37A. Análisis de varianza de peso seco de tallo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO SECO TALLO	72	0,81	0,79	22,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	455,78	7	65,11	39,07	<0,0001
TRATAMIENTO	455,78	7	65,11	39,07	<0,0001
Error	106,67	64	1,67		
Total	562,44	71			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,90690

Error: 1,6667 gl: 64

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T1	9,44	9	0,43	A
T6	8,56	9	0,43	A
T7	8,22	9	0,43	A B
T5	6,44	9	0,43	B
T8	3,67	9	0,43	C
T4	3,44	9	0,43	C
T2	3,44	9	0,43	C
T3	3,00	9	0,43	C

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

Tabla 38A. Cálculo del costo de producción del cultivo de pimiento

AÑOS	0	1	2	3	4	5
VENTA DE PRODUCCIÓN		\$ 32 142,86	\$ 35 357,14	\$ 36 000,00	\$ 36 964,29	\$ 38 571,43
Costo de venta		-\$ 964,29	-\$ 1 060,71	-\$ 1 080,00	-\$ 1 108,93	-\$ 1 157,14
Preparación de Terreno		-\$ 125,00	-\$ 128,75	-\$ 128,75	-\$ 128,75	-\$ 128,75
Insumos Directos + Elicitores		-\$ 4 716,75	-\$ 4 716,75	-\$ 4 716,75	-\$ 4 716,75	-\$ 4 716,75
Mano de Obra		-\$ 1 275,00	-\$ 1 275,00	-\$ 1 275,00	-\$ 1 275,00	-\$ 1 275,00
Infraestructura Riego		-\$ 3 340,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Gestión de Proyecto		-\$ 4 420,00	-\$ 4 420,00	-\$ 4 420,00	-\$ 4 420,00	-\$ 4 420,00
(-) Despreciación Riego (-10%)		-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00
(-) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
(-) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
(-) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Utilidad antes de impuestos		\$ 16 967,82	\$ 23 421,93	\$ 24 045,50	\$ 24 980,86	\$ 26 539,79
impuesto a la renta 25%		\$ 4 241,96	\$ 5 855,48	\$ 6 011,38	\$ 6 245,21	\$ 6 634,95
Utilidad antes de participacion trabajadores		\$ 12 725,87	\$ 17 566,45	\$ 18 034,13	\$ 18 735,64	\$ 19 904,84
Utilidad Neta		\$ 12 725,87	\$ 17 566,45	\$ 18 034,13	\$ 18 735,64	\$ 19 904,84
(-) Despreciación Riego (-10%)		-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00	-\$ 334,00
(+) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
(+) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
(+) Depreciación (%)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
(-) Capital de Trabajo	-\$ 6 319,25					
VALOR DE DESECHO25%						-\$ 1 579,81
FLUJO DE CAJA	-\$ 6 319,25	\$ 12 391,87	\$ 17 232,45	\$ 17 700,13	\$ 18 401,64	\$ 17 991,03
VAN	\$ 1 063,94					
TIR	26,42 %					

