



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

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

**EFFECTOS DE ELICITORES EN EL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) BAJO
CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO, COMO ALTERNATIVA PARA
LOS PRODUCTORES DE SANTA ELENA.**

Ing. Maritza Jackeline Maliza Yazuma

Bajo la tutoría del Profesor/a
Ing. Fernando Jair Toro Avelino, PhD

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

Salinas, Santa Elena

Enero de 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

TUTOR: Ing. Fernando Jair Toro Avelino, PhD

CERTIFICA:

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “EFECTOS DE ELICITORES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO, COMO ALTERNATIVA PARA LOS PRODUCTORES DE SANTA ELENA”, elaborado por la Ing. Maritza Jackeline Maliza Yazuma, egresada de la Maestría en AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magíster AGROPECUARIA MENCIÓN EN 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,

Ing. Fernando Jair Toro Avelino, PhD
TUTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Maritza Jackeline Maliza Yazuma, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del título de MAGÍSTER AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.

Maritza Jackeline Maliza Yazuma
AUTORA
C.I.0250101516

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Maritza Jackeline Maliza Yazuma
C.I. 0250101516

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Titulación presentado por **Maritza Jackeline Maliza Yazuma** como requisito parcial para la obtención del grado de Máster en Agropecuaria, mención Desarrollo Rural Sostenible.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: 17/03/2024 (Día, mes, año)

Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD.

**COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

Ing. Mercedes Santistevan Mendez,
PhD.

DOCENTE ESPECIALISTA 1

Ing. Nadia Rosaura Quevedo Pinos,
PhD.

DOCENTE ESPECIALISTA 2

Ing. Fernando Jair Toro Avelino, PhD.

DOCENTE TUTOR

Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Península de Santa Elena por brindarme docentes de calidad quienes impartieron sus conocimientos que fortalecieron nuestra formación en todo este proceso de Maestría, en especial al Ing. Fernando Toro, PhD tutor de esta investigación, por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada.

A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos.

A mis amigas con las cuales he compartido no solo un aula, sino muchas experiencias bonitas y me han brindado de su apoyo incondicional y amistad sincera.

Ing. Maritza Maliza

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a Dios, por ser el motor principal de mi vida y darme inteligencia, fortaleza y capacidad de enfrentar los obstáculos que se presentaron, en el transcurso de este camino y así concluir una meta más en mi vida profesional.

A mis padres, Luis Humberto Maliza Cáceres y María Presentación Yazuma Caluña, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a culminar un logro más en mi vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de superación, esfuerzo y valentía; ustedes son el motivo e inspiración de cada uno de mis logros.

A mis hermanos (as) por su apoyo incondicional, sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona, que ha contribuido en el proceso de mi formación profesional.

Ing. Maritza Maliza

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN -----	1
Problema científico -----	2
Objetivos -----	3
Objetivo General: -----	3
Objetivos Específicos: -----	3
Hipótesis:-----	3
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO -----	4
1.1. Origen del pimiento (<i>Capsicum annuum</i>)-----	4
1.2. Clasificación taxonómica-----	4
1.3. Características botánicas-----	4
• Sistema radicular-----	4
• Tallo principal-----	5
• Hojas-----	5
• Flor-----	5
• Fruto-----	5
• Semillas-----	5
1.4. Importancia del cultivo de pimiento-----	5
1.5. Requerimientos edafoclimáticos-----	6
1.6. Estrés-----	8
1.7. Estrés salino-----	8
1.8. Elicitores-----	9
1.9. Ácido benzoico-----	10
1.10. Ácido salicílico-----	11
1.11. Alga (<i>Ascophyllum nodosum</i>)-----	12
1.12. Alga (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)-----	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS -----	16
2.1 Ubicación del área de estudio-----	16
2.2 Tipo de investigación-----	16
2.3 Diseño de investigación-----	16
2.4 Diseño experimental-----	17
2.5 Parámetros evaluados-----	19

2.1. Manejo del experimento -----	20
2.6 Análisis de los resultados -----	21
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	22
3.1 Resultado del efecto de los elicitores en el comportamiento agronómico del pimiento Capsicum annuum sometidas a estrés salino de 2,5 y 5 mS. -----	22
3.1.1 Germinación-----	22
3.1.2 Altura de planta -----	25
3.1.3 Diámetro del tallo -----	28
3.1.4 Número de hojas-----	30
3.1.5 Días a la floración -----	32
3.1.6 Número de Flores-----	34
3.1.7 Pesos frescos y secos de las hojas -----	35
3.1.8 Pesos frescos y secos de los tallos-----	38
3.1.9 Pesos frescos y secos de las raíces -----	40
3.1.10. Fotografía de raíz-----	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	44
Conclusiones-----	44
Recomendaciones -----	44
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:.....	17
Tabla 2. Descripción de los tratamientos:	18
Tabla 3. Cantidad de NaCl requerida para obtener CE en un litro de agua:.....	20
Tabla 4. Efectos de los elicitores en la germinación del pimiento sometidas a estrés salino.	24
Tabla 5. Efectos de elicitores en la altura de plantas de pimiento sometidas a estrés salino.	27
Tabla 6. Efecto de elicitores en el diámetro de tallo de pimiento sometidas a estrés salino.	29
Tabla 7. Efecto de elicitores en el número de hojas de pimiento sometidas a estrés salino.	31
Tabla 8. Efectos de elicitores en la floración de plantas de pimiento sometidas a estrés salino.....	34
Tabla 9. Efectos de elicitores en el número de flores de pimiento sometidas a estrés salino.	35
Tabla 10. Efecto de elicitores sobre los pesos frescos y secos de las hojas de pimiento sometidas a estrés salino.....	37
Tabla 11. Efecto de elicitores sobre los pesos frescos y secos de tallos de pimiento sometidos a estrés salino.	39
Tabla 12. Efecto de elicitores en los pesos frescos y secos de las raíces de pimiento sometidas a estrés salino.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento	16
Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos	18
Figura 3. Germinación del cultivo de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.....	24
Figura 4. Germinación del cultivo de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.....	25
Figura 5. Altura de planta de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.....	27
Figura 6. Altura de planta de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.....	28
Figura 7. Diámetro del tallo bajo el efecto de los elicitores con 2,5 mS de salinidad.	29
Figura 8. Diámetro del tallo bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.	30
Figura 9. Número de hojas bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.	31
Figura 10. Número de hojas bajo el efecto de los elicitores con 5 Ms de salinidad.....	32
Figura 11. Días a la floración de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS y 5mS de salinidad.....	34
Figura 12. Número de flores de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS y 5 mS de salinidad.....	35
Figura 13. Peso fresco y seco de las hojas bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.....	37
Figura 14. Peso fresco y seco de las hojas bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.....	38
Figura 15. Peso fresco y seco de los tallos bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.....	40
Figura 16. Peso fresco y seco de los tallos bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.....	40
Figura 17. Peso fresco y seco de las raíces bajo el efecto de los elicitores con 2,5 mS de salinidad.....	42
Figura 18. Peso fresco y seco de las raíces bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.....	42
Figura 19. Raíces bajo el efecto de los elicitores con 2.5 y 5 mS de salinidad.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de sistema Antiplagio Compilatio

Anexo 2. Fotografías

Figura 1A. Preparación del sustrato

Figura 2A. Peso de NaCl para 2.5 de salinidad

Figura 3A. Peso de NaCl para 5 de salinidad

Figura 4A. Sustrato humedecido con su respectiva salinidad y siembra de las semillas

Figura 5A. Germinación

Figura 6A. Altura de planta

Figura 7A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo del pimiento.

Figura 8A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo del pimiento.

Figura 9A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo del pimiento

Figura 10A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de pimiento.

Figura 11A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo del pimiento.

Figura 12A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo del pimiento.

Figura 13A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de pimiento.

Figura 14A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo del pimiento.

Figura 15A. Efecto de diferentes concentraciones de elicitores sobre la floración y cuajado del pimiento a) 2.5mS b)5 mS.

Figura 16A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo de las raíces con 2.5 mS de salinidad.

Figura 17A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo de las raíces con 2.5 mS de salinidad.

Figura 18A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de las raíces con 2.5 mS de salinidad.

Figura 19A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de las raíces con 2.5 mS de salinidad.

Figura 20A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.

Figura 21A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.

Figura 22A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.

Figura 23A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.

GLOSARIO

Termogénesis.- Es la capacidad de generar calor en el organismo debido a las reacciones metabólicas.

Elicitores.- Sustancias naturales o minerales que al ser aplicadas en las plantas de forma preventiva ayudan a reducir o evitar daños producidos por enfermedades, plagas o factores abióticos adversos.

Salinidad.- Se conoce como la acumulación en el suelo de sales solubles tales como los aniones: cloruro, sulfato, bicarbonato, boro, y los cationes: calcio, magnesio, sodio. Siendo el cloruro y el sodio los que habitualmente causan más problemas a nivel agronómico.

Fotoasimilados.- (sustancias sintetizadas a partir del CO₂ y de la energía solar) son empleados por las células para la obtención de energía metabólica, para los procesos de biosíntesis celular, o son almacenados para ser usados posteriormente.

Fenilpropanoides.- Son una familia diversa de compuestos orgánicos que las plantas sintetizan a partir de los aminoácidos naturales fenilalanina y tirosina.

Pretratar.- Es la etapa inicial de un sistema de tratamiento de aguas en la que se lleva a cabo la remoción de todo aquel material sólido grueso, fino y abrasivo que pudiese dañar o afectar los equipos o procesos de etapas posteriores de ese mismo sistema.

Aleloquímico.- Sustancias químicas liberadas por un organismo que ejercen efectos conductuales o fisiológicos, generalmente adversos, en otro organismo.

Ahilamiento.- Anomalía del crecimiento de las plantas desarrolladas con poca luz.

Semicartilaginosa.- Es una estructura semirígida que permite mantener la forma de numerosos órganos, recubre la superficie de los huesos en las articulaciones y es el principal tejido de soporte durante el desarrollo embrionario, cuando el hueso aún no está formado.

RESUMEN

En Santa Elena el principal problema del cultivo de pimiento es el estrés abiótico producido por la salinidad del suelo. En pimiento la mayoría de los efectos son adversos las altas concentraciones de sales disminuyen el porcentaje de germinación y el tiempo que este proceso se lleva a cabo se prolonga, el crecimiento de sistema radicular se reduce, los tallos alcanzan menor altura y las hojas disminuyen en número presentando desecación en sus bordes. Ante esto los elicitors son una alternativa sostenible para la agricultura ya que permite reducir las dosificaciones de químicos en la producción de alimentos. Su mecanismo de acción varía de acuerdo a su aplicación. Por lo tanto el presente trabajo de investigación tuvo como objetivos: Analizar el efecto del ácido benzoico, ácido salicílico alga *Ascophyllum nodosum* y alga *Kappaphycus alvarezzi* en plantas de pimiento sometidas a estrés salino; establecer la concentración óptima de los elicitors para promover el crecimiento y desarrollo del pimiento y seleccionar el elicitor más eficiente en el comportamiento agronómico del pimiento bajo condiciones de estrés salino. Los tratamientos en estudio fueron para el factor A (Elicitors y dosis) para el factor B (Niveles de salinidad) y un control. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar DBCA en arreglo factorial, 4 tratamientos, 2 dosis, 2 niveles de CE con 3 repeticiones. Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5%. Los componentes agronómicos evaluados fueron: Porcentaje de germinación, altura de planta en cm, diámetro del tallo en mm, número de hojas, días a la floración, número de flores, peso fresco y seco de hojas, tallo, raíz y fotografía de raíz. Los resultados obtenidos demostraron que los elicitors como el ácido benzoico, ácido salicílico, alga *Ascophyllum nodosum* y alga *Kappaphycus alvarezzi* promueven la germinación, crecimiento y desarrollo en plantas de pimiento sometidas a 2,5 y 5 mS de salinidad en las dos concentraciones evaluadas, manifestándose claramente como promotores del desarrollo fisiológico de pimiento, en condiciones de salinidad.

Palabras claves: Comportamiento agronómico, conductividad eléctrica, elicitors y dosis.

ABSTRACT

The main problem of the bell pepper crop grown in the province of Santa Elena is the abiotic stress, produced by soil salinity. In peppers, most of the effects happen to be unfavourable, as high concentrations of salts reduce the germination percentage and the time that this process takes place is prolonged, the growth of the root system is reduced, the stems reach a lower height and the leaves decrease in number presenting desiccation on their edges. In view of this, elicitors are a sustainable alternative for agriculture since they allow reducing the dosage of chemicals in food production. Their mechanism of action varies according to their application. Therefore, the present research work had the following objectives: to analyze the effect of benzoic acid, salicylic acid, *Ascophyllum nodosum* algae and *Kappaphycus alvarezzi* algae on bell pepper plants subjected to salt stress; to establish the optimum concentration of elicitors to promote the growth and development of bell pepper and to select the most efficient elicitor in the agronomic behavior of bell pepper under salt stress conditions. The treatments under study were for factor A (elicitors and doses), factor B (salinity levels) and a control. The DBCA randomized complete block design was operated in factorial arrangement as 4 treatments, 2 doses, 2 EC levels with 3 replicates. The means of the treatments were compared using Tukey's test at 5%. The agronomic components evaluated were: germination percentage, plant height as cm, stem diameter as mm, number of leaves, days until flowering, number of flowers, fresh and dry weight of leaves, stem, root and root photography. The results obtained have demonstrated that elicitors such as benzoic acid, salicylic acid, *Ascophyllum nodosum* algae and *Kappaphycus alvarezzi* algae promote germination, growth and development in bell pepper plants subjected to 2.5 and 5 mS of salinity in the two evaluated concentrations, evidently manifesting themselves as promoters of physiological development of bell pepper under salinity conditions.

Key words: agronomic behavior, electrical conductivity, elicitors and doses.

INTRODUCCIÓN

El pimiento es uno de los cultivos más comunes en todo el mundo y se encuentra en la elaboración de casi todas las cocinas, siendo especialmente significativo en la gastronomía latinoamericana y asiática. El pimiento tiene una historia que se remonta a alrededor de 7000 a 9000 años. Se han encontrado restos prehistóricos en Perú y México, donde se encuentra su centro de origen, que es Mesoamérica, Centro y Sur de América. Se han descubierto 31 especies, de las cuales cinco se cultivan en todo el mundo (Calatayud y Serrano, 2020).

El Pimiento es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad del suelo; la salinidad máxima que puede tolerar sin que afecte el rendimiento del mismo es de 1.5 dS/m. Valores superiores puede causar graves problemas nutricionales en la planta (Martínez, 2019).

Uno de los principales problemas que tiene el cultivo de pimiento es el estrés abiótico, lo que se enfrenta a nivel mundial los sistemas productivos, esta situación puede ser producida por la salinidad del suelo. En las regiones áridas y semiáridas se considera como uno de los factores principales que limita y afecta la producción de todos los vegetales, en especial el cultivo de pimiento (Sánchez *et al.*, 2020).

La alta concentración de sales en el suelo causa a la planta un desequilibrio iónico y estrés osmótico. Lo que provoca que la planta no realice una adecuada fotosíntesis debido al cierre de estomas y a la limitación de entrada de CO₂. Lo que inhibe el crecimiento de la planta afectando principalmente la calidad del fruto (Jiménez *et al.*, 2020)

En pimiento la mayoría de los efectos son adversos, las altas concentraciones de sales disminuyen el porcentaje de germinación y el tiempo en que este proceso se lleva a cabo se prolonga. A nivel de raíces las sales alteran la absorción de agua afectando el crecimiento de estos órganos. Los órganos del sistema aéreo también se alteran por efecto de las sales, los tallos alcanzan una menor altura, las hojas se reducen en número y presentan desecación en sus bordes de modo que hay menos producción de fotoasimilados, (Rodríguez, 2019). También reduce el número de frutos y peso lo que afecta significativamente a los productores de pimiento de Santa Elena en el rendimiento final.

Los elicitores se presentan como alternativas para el área agrícola, permitiendo el desarrollo adecuado de las plantas, obteniendo así un mejor rendimiento, con ello se considera un sistema agrícola sostenible, al permitir reducir las dosificaciones de los químicos en la producción de alimentos. A pesar, de que los elicitores siguen en investigación. Es importante mencionar que han descubierto diferentes tipos, que ayudan en el desarrollo vegetativo y expresión genética de las plantas. Aunque su mecanismo de acción en la agricultura varía de acuerdo a su aplicación (López *et.al.*, 2021).

Por lo tanto la importancia de aplicar sustancias elicitoras nace el tema de investigación, efectos de elicitores en el comportamiento agronómico de pimiento *Capsicum annuum* bajo condiciones de estrés salino, como alternativa para los productores de Santa Elena, que tiene como objetivos, analizar el efecto del ácido benzoico, ácido salicílico, alga *Ascophyllum nodosum* y alga *Kappaphycus alvarezzi* en plantas de pimiento, establecer la concentración óptima de los elicitores para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas y seleccionar el elicitor más eficiente en el comportamiento agronómico del pimiento bajo condiciones de estrés salino.

La presente investigación permitió generar información sobre el efecto de la aplicación de sustancias elicitoras en el cultivo de pimiento cultivadas en condiciones de salinidad; asegurando el desarrollo fisiológico de la planta para mejorar su producción y demostrar que el uso de elicitores es una herramienta que mejora las defensas de las plantas ante factores adversos, ayudando a contrarrestar el estrés causado por la salinidad de los suelos de la Península de Santa Elena.

Problema científico

¿El efecto de los elicitores en el comportamiento agronómico de pimiento es una alternativa bajo condiciones de estrés salino?

Objetivos

Objetivo General:

- Evaluar los efectos de elicitores en el comportamiento agronómico de pimiento *Capsicum annuum* bajo condiciones de estrés salino, como alternativa sostenible para los productores de Santa Elena.

Objetivos Específicos:

- Analizar el efecto del ácido benzoico, ácido salicílico, alga *Ascophyllum nodosum* y alga *Kappaphycus alvarezzi* en plantas de pimiento sometidas a estrés salino.
- Establecer la concentración óptima de los elicitores para promover el crecimiento y desarrollo del pimiento frente al estrés salino.
- Seleccionar el elicitor más eficiente en el comportamiento agronómico del pimiento bajo condiciones de estrés salino.

Hipótesis:

Hi: Bajo condiciones de estrés salino el efecto de los elicitores es sustentable en el crecimiento y desarrollo del pimiento.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Origen del pimiento (*Capsicum annuum*)

Es una planta originaria de América del Sur, su cultivo se extendió por el resto del continente a través de los indios que ocupaban el territorio, constituyéndose en uno de los alimentos indispensables para su alimentación (Mendoza, 2021).

1.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Astaranae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: Capsicum

Especie: Capsicum annuum

Nombre científico: *Capsicum annuum*

Nombre común: pimiento (Moreno, 2018).

1.3. Características botánicas

➤ Planta

Es una planta herbácea que se cultiva anualmente en zonas templadas, pero también puede crecer como perenne en zonas tropicales debido a su sensibilidad a las heladas. Su estatura es baja y su desarrollo y altura varían significativamente según el cultivar. Si la parte aérea crece mucho, se rompe por su peso (Pino, 2020).

➤ Sistema radicular

Pivotante y profundo, con numerosas raíces adventicias que pueden alcanzar una longitud de 0,50 y 1 m (Chiriboga, 2019).

➤ **Tallo principal**

El tallo principal es de crecimiento definido y rígido que alcanza entre 0.5 y 1.5 m de altura posee de 2 a 3 ramificaciones dependiendo de la variedad (Cruz, 2020).

➤ **Hojas**

Posee hojas de color verde brillante, lanceoladas con un peciolo largo y nervadura pronunciada que llegan casi al borde del limbo. Crecen de forma alternada y su tamaño depende de la variedad cultivada (Mendoza, 2020).

➤ **Flor**

Las flores en el pimiento son hermafroditas, es decir en la misma flor se producen gametos masculinos y femeninos. En las formas domesticadas de *C. annuum* las flores aparecen solitarias en cada nudo. Miden entre 10 a 20 mm, poseen de 5 sépalos de color blanco (Jimenez, 2019).

➤ **Fruto**

Es un fruto hueco de color y tamaño variable. Su peso comprende entre los 80 y 200 gramos según la variedad de la que se trate (Ortega, 2021).

➤ **Semillas**

Se encuentran insertadas dentro del fruto. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm (Benito, 2020).

1.4. Importancia del cultivo de pimiento

El cultivo del pimiento *Capsicum annuum* en nuestro país, se cultiva en las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja donde las condiciones climáticas y geográficas son favorables para este cultivo (Cruz, 2020).

El ciclo vegetativo del pimiento depende de la variedad. Algunas se cosechan entre los 4 y 6 meses. Además esta hortaliza posee numerosos beneficios que contribuyen a la nutrición diaria de los seres humanos, debido a que contiene vitamina A, B, C, antioxidantes que son beneficiosos para el sistema nervioso, previniendo enfermedades crónicas degenerativas (Pinto, 2018).

En el Ecuador el rendimiento promedio es de alrededor de 4.58 T/ha, promedio que resulta bajo en comparación a los registrados en otros países, lo cual se debe a varios factores. En cultivo bajo invernadero la densidad de plantas es de 20000 a 25000 plantas/ha⁻¹, en condición es de campo llega hasta 60000 plantas/ha⁻¹ (Orozco, 2019).

El pimiento es considerado un rubro importante dentro del sector agrícola que se cultiva tanto en la costa como en los valles interandinos. Según La Colina Agroecológica (2022) el pimiento *Capsicum annuum* alcanza una superficie total de 2232 hectáreas cultivadas en Ecuador, siendo Guayas Manabí y Esmeraldas las zonas de mayor producción.

En Ecuador la exportación de pimiento se dio en 1996, principalmente a los mercados de España y Holanda. Lo que influyó a los agricultores el uso de híbridos para satisfacer la demanda de estos mercados (Guato, 2017). En el país son pocas las provincias que se encuentran actualmente cultivando el pimiento entre ellas Pichincha, la misma que en su mayoría comercializa su producción en los mercados internos (Álvarez y Armendáris, 2018).

1.5. Requerimientos edafoclimáticos

➤ Suelo

La planta de pimiento se desarrolla eficientemente en suelos franco arenosos, profundos con alto contenido de materia orgánica que tengan una buena infiltración de agua. El pH óptimo es de 6.5 a 7 aunque puede tolerar una acidez de 5.5. En suelos con antecedentes de *Phytophthora sp.*, es conveniente realizar una desinfección previa a la plantación (Quintero, 2018).

➤ **Altitud**

En campo hasta 1200 msnm. En invernadero hasta 2800 msnm (Villavicencio y Vásquez, 2020).

➤ **Humedad**

La humedad relativa adecuada para este cultivo esta entre los 50 a 70%. Valores superiores provocan el desarrollo de enfermedades que causan daños en la estructura física de la planta, impide la fecundación de las flores, causando la caída de flores y frutos cuajados (Jara, 2019).

➤ **Temperatura**

La temperatura óptima para este cultivo principalmente en fase de germinación y desarrollo vegetativo oscila entre los 22 y 25 °C. Mientras que para floración y fructificación requieren de 26 a 28 °C. Temperaturas bajas provocan la formación de frutos deformes y de menor tamaño (Robles, 2018).

➤ **Luminosidad**

El pimiento es una planta exigente en luz durante todo el ciclo vegetativo especialmente en la floración, con escasa luminosidad esta se reduce y las flores son más débiles, la falta de luz produce un cierto ahilamiento, con alargamiento de los entrenudos y de los tallos, así estos son más débiles y no podrán soportar una cosecha abundante de frutos (Moreno, 2018).

➤ **Precipitación**

Requiere de una precipitación media de 600 a 1200 mm regularmente bien distribuidas durante todo el periodo vegetativo (Robles, 2018).

➤ **Viento**

Este fenómeno natural es el limitante de todos los cultivos agrícolas debido a que causa daños físicos como quebrado del tallo, ruptura de ramas, caída de flores y frutos produciendo pérdidas económicas altas (Guato, 2017).

1.6. Estrés

El estrés en las plantas es la presencia de factores externos, como los provocados por cambios en el medio ambiente, que repercuten negativamente en el desarrollo óptimo de las plantas. También se considera como una condición que perjudica o interfiere con el metabolismo, crecimiento o desarrollo de las plantas (Reyes, 2022).

El estrés es un factor que impide que las plantas alcancen su máximo potencial. Las situaciones estresantes pueden durar segundos, minutos, horas o incluso días. Durante este tiempo, las plantas utilizan la fotosíntesis para protegerse de tales condiciones (Intiagri, 2023).

García (2019) menciona que el estrés es la pérdida de homeostasis, que consiste en el máximo equilibrio entre los organelos celulares y el potencial de trabajo que una célula puede tener. Cualquier circunstancia que afecte el equilibrio celular es una situación de estrés que puede ser recuperable, reversible o totalmente irreversible y ocasionar la muerte del vegetal.

Chaves (2017) indica que el estrés afecta los sistemas radicales de las plantas, causando una limitada absorción de agua y nutrientes. Que se ve reflejado en el desarrollo vegetativo y la productividad de las plantas.

1.7. Estrés salino

Es uno de los factores limitante que afecta significativamente el crecimiento, desarrollo vegetativo y rendimiento de los cultivos. El exceso de sal en los suelos reduce el crecimiento de las raíces lo que causa limitación del potencial hídrico. Debido a que la salinidad causa deficiencia de agua en las plantas aun cuando en el suelo exista suficiente cantidad de agua (Méndez, Espinoza y Vallejo, 2019).

En altas concentraciones el cloruro de sodio es muy tóxico para las plantas dificultan la permeabilidad selectiva de las membranas celulares de las raíces; Por lo que, la planta será incapaz de absorber los nutrientes necesarios, que aporten en su desarrollo (Méndez, Espinoza y Vallejo, 2019).

Rodríguez (2019) menciona que la salinidad es el problema mas prevaleciente que cuasa estrés osmótico e iónico en los cultivos. Cuando existe disminucion de los pontenciales hidricos, causados por la presencia de sales en la zona radicular de los cultivos, las plantas se marchitan.

Núñez & Vázquez (2017) infieren que la salinidad es un proceso complejo y variable en el tiempo, que provocan grandes pérdidas en la producción agrícola a nivel mundial. Además menciona que la presencia elevada de sales genera cambios biológicos, físicos y químicos que alteran las propiedades productivas de los suelos.

Caiza (2021) determina que la alta concentración de sales en el suelo influye en el crecimiento de cualquier especie de plantas debido a factores como, toxicidad iónica y deficiencia de asimiliacion de nutrientes.

Mora, Pando, Borja y Moran (2020) indican que el estrés hídrico, toxicidad, trastornos nutricionales, estrés oxidativo, alteración de los procesos fisiológicos y reducción de la división celular es causado por la salinidad del suelo.

Cherlinka (2023) menciona que la salinización del suelo tiene un impacto negativo en el desarrollo de las plantas y conduce a la degradación del suelo. Los suelos salinos provocan una disminución de la productividad agrícola, empeorando el bienestar de los agricultores y la situación económica de la región. Tratar la salinidad del suelo en una etapa temprana ayuda a revertirla. Si no se toman medidas tempranas, los dos problemas más comunes son la pérdida total de tierras cultivables y la desertificación. En las últimas décadas, cada día se han perdido más de 5000 hectáreas en todo el mundo.

Según el informe de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, 2018) el principal efecto de la salinidad del suelo sobre el crecimiento de las plantas es la alteración de la absorción de agua. Incluso con suficiente

humedad en el suelo, los cultivos se marchitan y mueren debido a la incapacidad de absorber suficiente agua.

1.8.Elicitores

Los elicitores fueron descritos por primera vez en la década del 70 y desde entonces se ha demostrado ampliamente el efecto de estas sustancias, ya sean compuestos derivados de patógenos o microorganismos benéficos, así como compuestos químicos o factores bióticos. Los efectos están asociados a la inducción de respuestas de defensa en plantas, tanto a nivel de campo o en cultivo de tejidos; asimismo, el uso de elicitores es una herramienta que modifica el contenido fotoquímico de las plantas (Martínez y Ortega, 2020).

Alvarez (2020) menciona que los elicitores actúan como compuestos señalizadores a bajas concentraciones, ofrecen información a la planta para la activación de defensas, y se diferencian de las toxinas, pues estas solo actúan a concentraciones altas y afectan la planta de forma perjudicial sin participación de un mecanismo activo.

Rodríguez *et al.*, (2019) deducen que los elicitores son sustancias que pueden inducir respuestas defensivas cuando se adicionan en tejidos o en células de plantas.

Enciso *et al.*, (2018) infieren que los elicitores provienen de fuentes orgánicas e inorgánicas que al ser aplicados sobre las plantas inducen efectos fisiológicos mediante la activación de respuestas defensivas y reserva de fitoalexinas

1.9. Ácido benzoico

El ácido benzoico (BA), es un promotor de crecimiento que se encuentra de forma natural en las plantas. Es precursor de los metabolitos primarios y secundarios, participa en las señales internas que se activan como defensa frente a condiciones de estrés abiótico (Sepúlveda, Morales y Mendoza, 2017).

Sepúlveda *et al.*, (2015) mencionan que el ácido benzoico (AB) cumple diferentes funciones en las plantas y realiza la modificación de la rizosfera constituyendo parte de los

exudados radicales, que aumentan la absorción de minerales. También el AB en grandes cantidades actúa como un aleloquímico.

Montenegro (2019) considera que el ácido benzoico es un precursor del ácido salicílico; es un ácido orgánico que ejerce diferentes efectos en las plantas como modificar el perfil de nutrientes minerales acumulados en los tejidos, inducir tolerancia al estrés abiótico y biótico, mejorar la germinación en medios salinos e incrementar la producción o la calidad de flores entre otros. Además se ha demostrado que bajo condiciones de estrés el ácido benzoico ejerce un efecto positivo sobre las plantas. En suelos calcáreos incrementa el rendimiento en un 40%.

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 a dosis 10^{-4} M, donde Palafox (2001) menciona que el ácido benzoico tiene cierta influencia sobre el crecimiento, desarrollo e inducción floral de las plantas. Cabeza (2001) obtuvo un aumento en la tuberización de papa al aplicar ácido benzoico a dosis de 10^{-4} M. García (2002) se reporta que al aplicar ácido benzoico a dosis de 0.0122g/l se obtiene un mayor número de botones iniciales de *Lilium cv. Dreamland*.

1.10. Ácido salicílico

El ácido salicílico (AS) forma parte de un gran grupo de compuestos llamados fenólicos, y se encuentran en todos los órganos de las plantas, desempeñan un papel fundamental en la regulación del crecimiento, desarrollo e interacción de las plantas con otros organismos patógenos, así como en la inducción de la defensa de las plantas a condiciones adversas. La defensa de las plantas contra cualquier tipo de estrés esta mediada a través de varias vías de señalización que conducen a la producción de muchas proteínas defensivas y compuestos no proteicos (Escolano, 2019).

Gómez (2020) propone el uso del ácido salicílico ya que es una hormona que induce mecanismos de defensa en las plantas frente a gran variedad de patógenos.

El ácido salicílico (AS) desarrolla diferentes funciones en las plantas. Sin embargo Tucuch *et al.*, (2019) infirieron que el ácido salicílico aplicado de forma foliar a las plántulas de maíz en concentración de 1 μ M, incrementa la reserva de fenoles solubles en el grano.

Haas *et al.*, (2015) reportan que el ácido salicílico a concentraciones de 1 μ M incrementa el rendimiento de cultivos hortícolas tales como pepino, tomate y chile habanero.

Sánchez *et al.*, (2020) manifiestan que el ácido salicílico influye en procesos como la germinación, división celular, cierre de estomas, senescencia de los órganos, respuesta al estrés abiótico y en la resistencia de enfermedades. Además se ha mencionado que el efecto del AS puede ser de forma indirecta debido a que altera la señalización de otras hormonas.

Tucuch *et al.*, (2019) mencionaron que aaspersiones foliares de 1 μ M de ácido salicílico (AS) al dosel de plántulas de chile habanero incrementa significativamente la longitud, peso fresco y peso seco de raíces, tallos, hojas y frutos de esta especie, al igual favorece la acumulación de macro y micronutrientes que benefician su crecimiento y desarrollo.

1.11. Alga (*Ascophyllum nodosum*)

Son algas marinas de color marrón cuyo nombre científico es *Ascophyllum nodosum*. Son muy usadas como una materia prima para la fabricación de productos fertilizantes y estimulantes de crecimiento. Por su alto contenido de fibra, elementos mayores y menores, que ayudan a mejorar la absorción de nutrientes, reduce la degradación del suelo que es generado por varios fertilizantes químicos, y actúa como un estimulante natural que ayuda en el crecimiento y desarrollo de las estructuras de las plantas, esto es debido a que posee gran contenido de Citoquininas. Además brinda tolerancia a la planta en condiciones de estrés (Pérez, 2022).

Ventajas de aplicar *Ascophyllum nodosum* en las plantas:

- Estimulan el crecimiento de las raíces y el crecimiento vegetativo.
- Motivan el intercambio entre la raíz y el suelo.
- Recuperación de los cultivos que sufren un estrés.
- Desarrollan el poder de absorción radicular de nutrientes.

- Mejoran el sistema radicular.
- Mejoran el trasplante.
- Potenciador de cultivos.
- Aumentan el número de frutos y mejoran su calidad.
- Reducen la absorción de sodio por parte de la planta.
- Plantas más resistentes a situaciones de estrés (Tarazona, 2019).

Cuando se agregan algas o sus derivados al suelo, sus enzimas causan o activan reacciones catalíticas reversibles de hidrólisis enzimática, además regulan el pH, aumentan el contenido de materia orgánica, mejorando sus propiedades físicas y químicas, aumenta la flora microbiana presente en el suelo dándole vitalidad y fertilidad (Meza y Almeida, 2022).

López (2020) menciona que al aplicar extractos de algas en el suelo hidroliza los compuestos no solubles presentes en el suelo, desmineralizándolo, desintoxicándolo y desalinizándolo. Convirtiéndolo un medio favorable para que las plantas cumplan su ciclo de desarrollo.

Perez (2022) encontró que la aplicación de extracto de *Ascophyllum nodosum* en cultivo de frejol a dosis de 2 cc/l, mejora el desarrollo y rendimiento.

Grijalva (2018) indicó que la aplicación de *Ascophyllum nodosum* + aminoácidos a dosis de 1 cc/l, incremento la longitud del tallo floral, diámetro del tallo floral, longitud del botón floral y el diámetro del botón floral con respecto al testigo en la variedad de rosa Freedom.

1.12. Alga (*Kappaphycus alvarezii*)

Es una de las especies de algas más cultivadas en el mundo, debido a su alto contenido de compuestos bioactivos con reportes antioxidantes y bioestimulantes. El uso de las algas como fertilizante se dio desde tiempos antiguos donde el hombre utilizaba para alimentar al hato y también como alimentación humana. En el año 2700 a.c. se utilizó para realizar enmiendas agrícolas. Mientras que en el siglo XII su uso se extendió a Europa (Lema *et al.*, 2023).

Rodríguez *et al.*, (2015) destacan que los biofertilizantes a base de extractos de algas son sustancias bioactivas naturales que son solubles en agua; Se trata de fertilizantes orgánicos naturales que favorecen la germinación de las semillas y así aumentan el desarrollo y la productividad de los cultivos agrícolas. Se pueden utilizar como aditivos alimentarios, bioestimulantes o fertilizantes en agricultura y horticultura; se puede aplicar vía foliar o al suelo a dosis de 1 l/ ha⁻¹ .

Los extractos algas marinas contienen un conjunto de elementos bioactivas como vitaminas, reguladores del crecimiento, minerales, agentes humectantes, compuestos orgánicos, coloides mucilaginosas que favorecen la retención de agua y nutrientes en las capas superiores del suelo (López *et. al.* 2020)

Espinosa *et al.*, (2020) mencionaron que el uso de extractos de algas marinas aumenta la flora microbiana del suelo, mejora la disponibilidad de nutrientes para la planta y reducen la compactación del suelo. Tiene un efecto positivo en la respiración y movilización del nitrógeno, crea un medio adecuado para el crecimiento de la raíz.

Lema *et al.*, (2023 describen algunos beneficios del uso de extractos de algas en la agricultura:

- Estimula la germinación de semillas
- Aumenta el rendimiento de los cultivos
- Incrementa el desarrollo de las plantas
- Ayuda a tolerar el estrés biótico y abiótico
- Brinda tenacidad a enfermedades fúngicas y bacterianas.

Ubilla (2017) encontró que al aplicar extracto de alga *Kappaphycus alvarezii* en dosis de 1.5 l/ha en cultivo de maíz, obtuvo mayor desarrollo de las plantas, cosechó mazorcas de mayor longitud, diámetro, número de hileras y buen peso. Zermeño *et.al.*, (2015) mencionaron que la aplicación del biofertilizante Algaenzims en dosis de 2 l/ha⁻¹ y 0.5 l/ha aumentó en 7.72 % la tasa de asimilación de CO₂, por lo cual el rendimiento de frutos fue 13.9 % mayor y el de grados Brix 3.04 % en plantación de vid.

Espinosa *et al.*, (2020) infirieron que la aspersion foliar de 650 l/ ha⁻¹ del extracto de *Kappaphycus alvarezii* (concentraciones $\geq 7.5\%$) en *Glycine max*, en fases de plántula y floración, incrementó de forma significativa la asimilación de P, K e incremento hasta 57% el rendimiento del grano .

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la parroquia Pascuales, sector Bastión Popular Bloque 8, a una altitud de 19 msnm, temperatura promedio 27,5°C, precipitación media anual de 1755 mm y 81% de humedad relativa (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2023).



Fuente: Google Maps, 2023. **Figura 1.** Ubicación del experimento

2.2 Tipo de investigación

La investigación fue experimental bajo condiciones semicontroladas donde se evaluó los efectos de elicitores en el comportamiento agronómico de pimiento *Capsicum annuum* bajo condiciones de estrés salino, como alternativa para los productores de Santa Elena.

2.3 Diseño de investigación

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar DBCA en arreglo factorial, 4 tratamientos, 2 dosis, 2 niveles de CE con 3 repeticiones.

El Factor A son: Elicitores y dosis

- Ácido Benzoico: 0,5 g y 1 g/litro
- Ácido Salicílico: 0,25 g y 0,5 g/litro
- Alga *Ascophyllum nodosum* 0,5 g y 1 g/litro
- Alga *Kappaphycus Alvarezzi*: 0,5 cc y 1 cc/litro

Factor B: Niveles de salinidad

- C.E. 2,5
- C.E. 5,0
- Control

Los grados de libertad del experimento se detallan en siguiente tabla:

Tabla 1. Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques (r-1)	2
Factor A (a-1)	11
Factor B (b-1)	2
AxB (a-1) (b-1)	22
Error (axb-1) (r-1)	70
Total (axbxr)-1	107

Fuente: (Fisher, 1930)

2.4 Diseño experimental

Esta investigación contó con ocho tratamientos, sometidas a dos dosis y tres repeticiones. Cada tratamiento tuvo tres macetas, dando un total de 18 macetas experimentales por tratamiento, adicional 18 macetas testigos. El total de macetas experimentales fueron 162 las mismas que estuvieron distribuidas en bloques completamente al azar.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos:

Salinidad (CE)	Tratamientos	Dosis	
2,5	Control		
	Ácido Benzoico	0.5 g/litro	1 g/litro
	Ácido Salicílico	0.25 g/litro	0.5 g/litro
	Alga <i>Ascophyllum nodosum</i>	0.5 g/litro	1 g/litro
	Alga <i>Kappaphycus Alvarezzi</i>	0.5 cc/litro	1 cc/litro
5	Control		
	Ácido Benzoico	0.5 g/litro	1 g/litro
	Ácido Salicílico	0.25 g/litro	0.5 g/litro
	Alga <i>Ascophyllum nodosum</i>	0.5 g/litro	1 g/litro
	Alga <i>Kappaphycus alvarezzi</i>	0.5 cc/litro	1 cc/litro

Fuentes: Propios del autor, 2024.

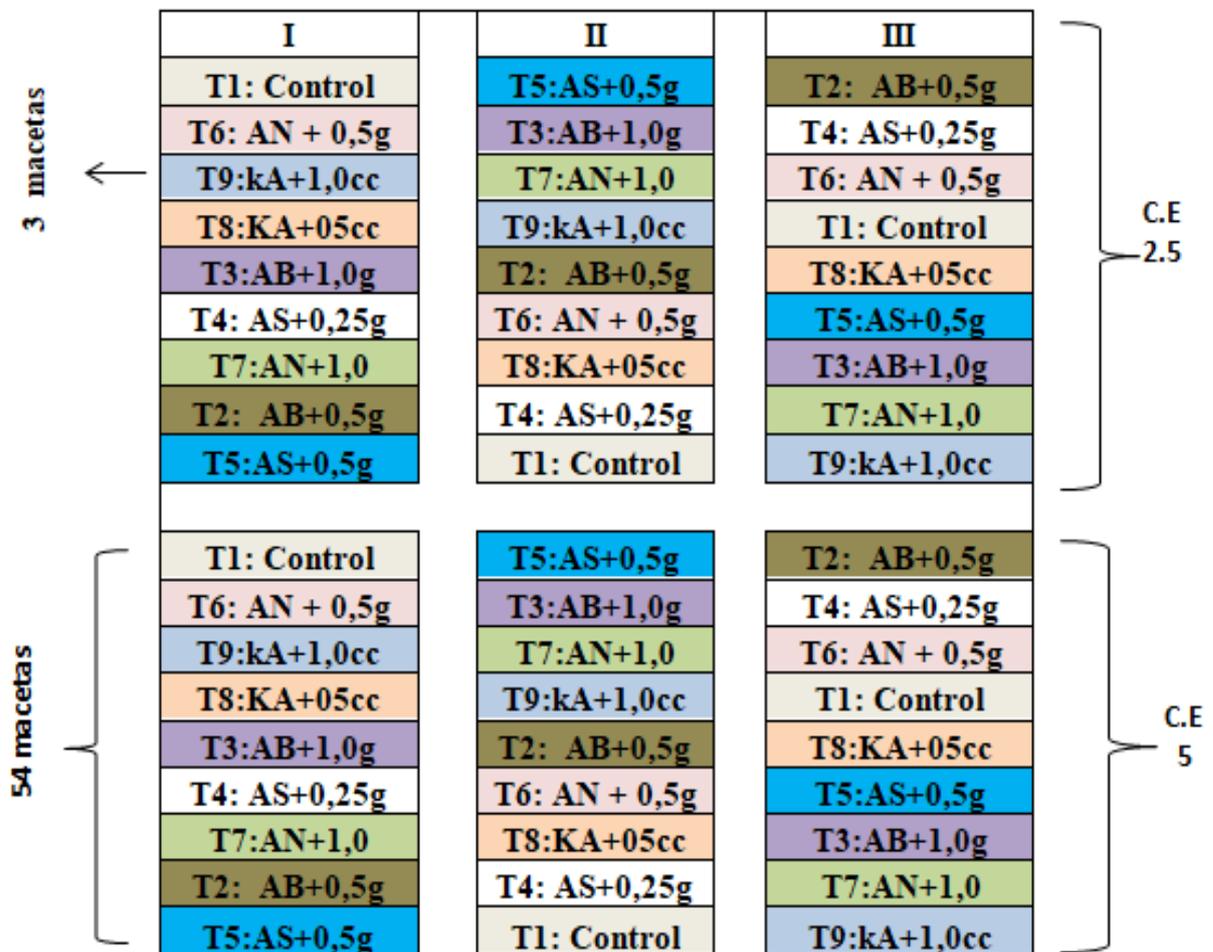


Figura 2. Croquis de distribución de tratamientos

Descripción de la codificación de los tratamientos:

AB.- Ácido benzoico

AN.- Alga *Ascophyllum nodosum*

AS.- Ácido salicílico

KA.- Alga *Kappaphycus alvarezzi*

Dosis.- 0.5, 0.25, 1g y 1cc.

2.5 Parámetros evaluados

➤ Porcentaje de germinación

Se evaluó a partir de los 4 días hasta llegar al 100% de germinación, en cada una de las macetas experimentales y sus datos se registraron en porcentaje.

➤ Altura de planta

Se evaluó a los 21, 28, 35, 45, 60 y 90 días, con la ayuda de un flexómetro, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice terminal y sus datos se expresaron en cm.

➤ Diámetro del tallo

Se registró a los 21, 35, 45, 60 y 90 días, en las plantas de cada maceta, colocando un calibrador de vernier en la parte media del tallo y sus datos se expresaron en milímetros.

➤ Número de hojas

Se contó la cantidad de hojas de las plantas de cada tratamiento a los 21, 28, 35, 45, 60 y 90 días después de la germinación.

➤ Días a la floración

Se registró contabilizando el número de días, después de la germinación hasta cuando el 50% de las plantas presentaron flores.

➤ **Número de flores**

Se registró contando el número en cada una de las plantas.

➤ **Peso fresco y seco de hojas, tallo y raíz**

Al finalizar el experimento, se realizó los respectivos pesos frescos de hojas, tallos y raíces y los pesos secos de cada uno de los tratamientos, dichas muestras se colocaron en una estufa a 80 °C durante 5 días, hasta obtener un valor constante de las hojas, tallos y raíces, los datos se expresaron en gramos.

➤ **Fotografía de raíz**

Con una cámara fotográfica, se tomó la foto de la raíz de una planta de cada tratamiento, con sustrato y sin sustrato para compararlas entre tratamientos.

2.1. Manejo del experimento

➤ **Preparación de sustrato**

Se colocó 75% de tierra de sembrado y 25% de perlita en cada maceta, posteriormente se humedeció el sustrato, con la solución salina correspondiente, los mismos que fueron preparados de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3. Cantidad de NaCl requerida para obtener CE en un litro de agua:

	CE (Ms)		
	0	2.5	5
Agua (ml)	1000	1000	1000
NaCl (g.l ⁻¹)	0	1.3	2.8

Fuente: Propio del autor, 2024.

➤ **Siembra**

Se colocó dos semillas de pimiento en cada una de las macetas.

➤ **Raleo**

Esta actividad se realizó después de la germinación, dejando la planta más vigorosa.

➤ **Aplicación de elicitores**

Se aplicaron al momento de la siembra y cada 14 días después de la germinación utilizando las dosis establecidas para cada tratamiento.

➤ **Fertilización**

Esta labor se realizó de forma manual después de la germinación y durante el desarrollo del cultivo aplicando fertilizantes edáficos como el 10-30-10 y 0-52-34 y foliares como el Evergren, calciboro con un alto contenido de macro y micro nutrientes que suplen las necesidades nutricionales del cultivo.

➤ **Riego**

Se realizó cada dos días según la necesidad del cultivo y con su respectiva salinidad.

➤ **Controles fitosanitarios**

Se realizó mediante monitoreos permanentes.

2.6 Análisis de los resultados

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% utilizando el software estadístico Statistix 9.

Statistix es un potente programa de análisis estadístico que se utiliza para analizar rápidamente los datos. Este programa nos ofrece procedimientos estadísticos básicos y avanzados (StatSoft, 2014).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultado del efecto de los elicitores en el comportamiento agronómico del pimiento *Capsicum annuum* sometidas a estrés salino de 2.5 y 5 mS.

3.1.1 Germinación

Las semillas de *Capsicum annuum*, cultivadas en conductividad eléctrica de 2.5 mS, tuvo un incremento de la germinación del 45 al 67% a los 7 días, en todos los elicitores respecto al control con un 33%. A los 8 días las concentración de 0.5 cc/l del alga *Kappaphycus alvarezzi* germinó al 100%, seguidas de las concentraciones de ácido benzoico en ambas dosis, ácido salicílico a dosis de 0.5 g/l y alga *Ascophyllum nodosum* a 1.0 g/l que obtuvieron un 89% de germinación a los 8 días, siendo significativamente mayor al control que solo logró el 55.7%. Mientras que el ácido salicílico a dosis de 0.25 y 1.0 g/l, alga *Ascophyllum nodosum* en dosis de 0.5g/l y alga *Kappaphycus alvarezzi* solo alcanzó el 77.4%, ocasionando un incremento no significativo respecto al control.

Sin embargo se pudo observar que a los 9 días las semillas sembradas con ácido salicílico y la alga *Kappaphycus alvarezzi* en ambas dosis y el alga *Ascophyllum nodosum* a dosis de 1.0 g/l obtuvieron el 100%, mientras que el control y los otros elicitores aplicados lograron el 100% de germinación a los 10 días (Tabla 4 y figura 3).

En conductividad eléctrica de 5 mS, todos los elicitores fueron significativamente mayores al control desde el inicio de la germinación hasta los 10 días. Dentro del grupo de elicitores el que más destaco fue el ácido salicílico en dosis de 0.25 g/l, obteniendo una germinación del 100% a los 9 días, seguido por ácido benzoico y *Ascophyllum nodosum* a dosis de 1.0 g/l con un 89%, siendo significativamente mayor al control que solo obtuvo el 33%.

Elicitores como el ácido benzoico a dosis de 0.5 y 1.0 g/l, ácido salicílico a 0.25 y 0.5 g/l, *Ascophyllum nodosum* 1.0 g/l obtuvieron el 100% de germinación a los 10 días, seguidos por *Ascophyllum nodosum* y *Kappaphycus alvarezzi* a la menor concentración con un porcentaje de germinación del 89%, mientras que control solo alcanzó un 67%. (Tabla 4 y figura 4).

Los resultados obtenidos, concuerda con lo mencionado por Amir *et al.*, (2011) que el uso de los elicitores ayuda a las semillas a tolerar el estrés y por ende mejora la germinación en el tiempo a pesar de que se le añada diferentes concentraciones de NaCl.

Gonzabay (2015) registró que con una concentración de 10^{-3} M de ácido salicílico en pimiento tuvo germinación al 100%, al noveno día, mientras que con una concentración de 10^{-4} M obtuvo el 100% a partir del día once con conductividad de 2.5. En cuanto a la conductividad eléctrica de 5 indicó que con una concentración de 10^{-3} M de ácido salicílico tubo germinación al 100%, a los catorce días, mientras que con una concentración de 10^{-4} M obtuvo el 100% a los nueve días.

Villanueva *et al.*, (2021) obtuvieron mayor germinación de tomate *Solanum lycopersicum* L., aplicando ácido salicílico a concentraciones de 1 y 0.01 μ M. También García *et al.*, (2015) mencionaron que el ácido salicílico estimula la germinación desde el primer día de la siembra en concentraciones 10^{-2} M, 10^{-4} M y 10^{-6} M en tomate verde *Physalis ixocarpa*.

Además es importante señalar que concentraciones 10^{-2} y 10^{-3} M de ácido salicílico inhiben la germinación de semillas de chile Tampiqueño variedad 74. Mientras que utilizando concentraciones bajas de 10^{-5} M se reportan datos de germinación con un comportamiento similar al testigo (Benavides *et al.*, 2004).

Mediante una investigación Guamán (2023) mencionó que al aplicar un bioestimulante a base de alga *Ascophyllum nodosum* a dosis de 3.5 y 2.5 cc/l, obtuvo un 92.75% de germinación en cultivo de arveja mientras que el testigo solo registró el 87.25% a los 8 días.

También López *et al.*, (2020) observaron la estimulación de la germinación y la disminución del tiempo de emergencia de las plantas en el cultivo de habichuela por la inmersión de semillas en un extracto de alga *Ascophyllum nodosum* a una concentración de 0.8 ml/l durante 15 minutos.

Tabla 4. Efectos de los elicitores en la germinación del pimiento sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	% de germinación					
		Días del cultivo					
		4	7	8	9	10	11
2.5	Control	0 a	33.0 d	55.7 e	90 b	100 a	-
	A. Benzoico 0.5 g/l	0 a	56.0 b	89.0 b	90 b	100 a	-
	A. Benzoico 1.0 g/l	0 a	45.0 c	89.0 b	90 b	100 a	-
	A. Salicílico 0.25 g/l	0 a	56.0 b	77.4 c	100 a	100 a	-
	A. Salicílico 0.5 g/l	0 a	45.0 c	89.0 b	100 a	100 a	-
	A. nodosum 0.5 g/l	0 a	56.0 b	66.4 d	90 b	100 a	-
	A. nodosum 1.0 g/l	0 a	55.6 b	89.0 b	100 a	100 a	-
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	0 a	56.0 b	100 a	100 a	100 a	-
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	0 a	67.0 a	77.4 c	100 a	100 a	-
5	Control	0 a	0 a	0 d	33.3 e	67 c	100 a
	A. Benzoico 0.5 g/l	0 a	0 a	33.6 c	78.0 c	100 a	100 a
	A. Benzoico 1.0 g/l	0 a	0 a	56.0 a	89.3 b	100 a	100 a
	A. Salicílico 0.25 g/l	0 a	0 a	44.6 b	100 a	100 a	100 a
	A. Salicílico 0.5 g/l	0 a	0 a	44.6 b	78.3 c	100 a	100 a
	A. nodosum 0.5 g/l	0 a	0 a	56.0 a	77.3 d	89.3 b	100 a
	A. nodosum 1.0 g/l	0 a	0 a	55.6 a	89.3 b	100 a	100 a
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	0 a	0 a	45.0 b	77.3 d	89.3 b	100 a
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	0 a	0 a	44.9 b	78.3 c	100 a	100 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

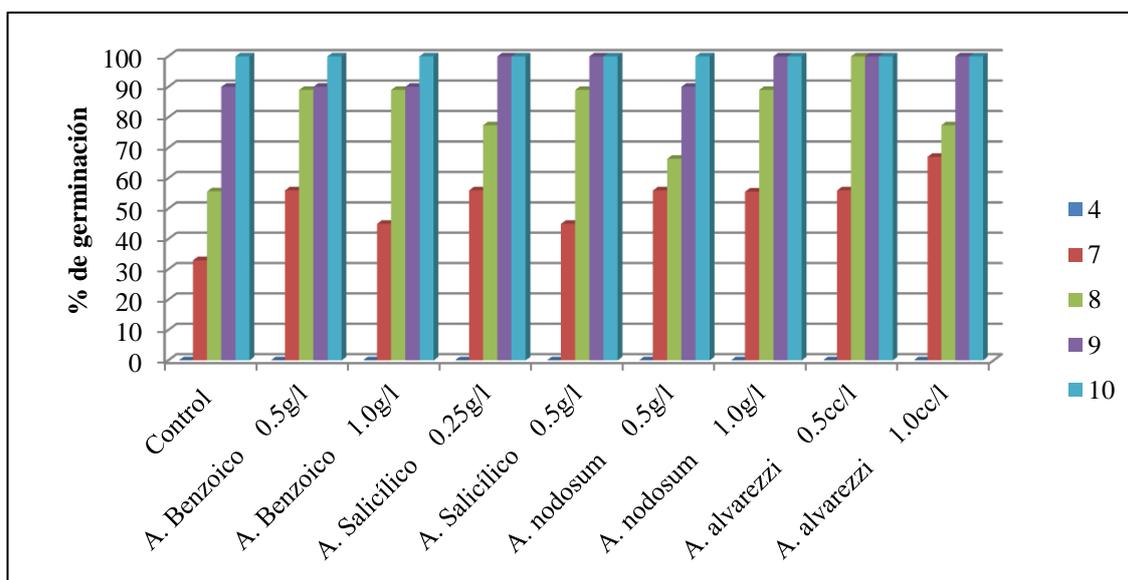


Figura 3. Germinación del cultivo de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.

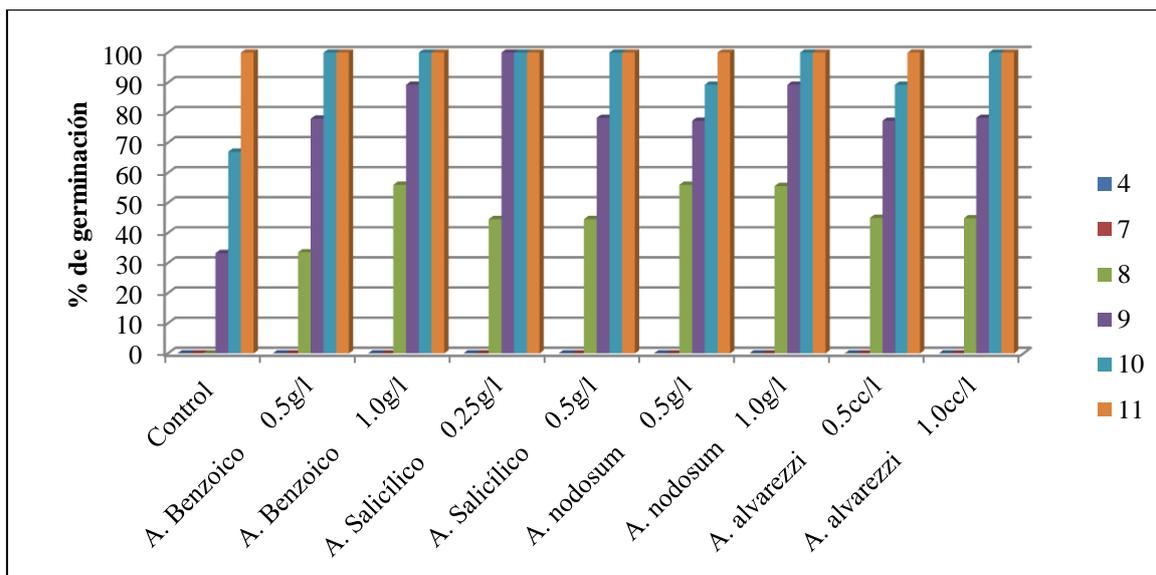


Figura 4. Germinación del cultivo de pimiento bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.2 Altura de planta

La respuesta del análisis estadístico para altura de planta a los 28, 35, 45, 60 y 90 días fue significativamente diferente al control. Los elicitores en las diferentes concentraciones, incrementaron la altura de las plantas sembradas con salinidad de 2.5 mS. Observándose que con la concentración de 1.0 cc/l de alga *Kappaphycus alvarezzi* se obtuvo mayor incremento sobre el parámetro evaluado al compararlo con el control (Tabla 4 y figura 3).

A los 21, 28, 35, 45, 60 y 90 días en pimiento cultivadas en 5 mS de salinidad, la altura de las plantas se incrementó con las aplicaciones de las diferentes concentraciones de elicitores, registrando un incremento significativo con la aplicación de alga *Kappaphycus alvarezzi* en una dosis de 1.0 cc/l respecto al control (Tabla 4 y figura 4).

Los Resultados obtenidos coinciden con lo mencionado por Rodríguez *et al.*, (2015) que la aplicación de extractos de algas marinas, promueve la germinación de semillas, incrementan el desarrollo y rendimiento de cultivos. También Salazar, *et al.*, (2022) encontraron que la aplicación de extractos de alga en pimiento mejora el crecimiento, el rendimiento y la calidad, aumenta la tolerancia al estrés por salinidad a enfermedades como *Alternaria solani* y *Phytophthora capsici*.

Con respecto a la altura de la planta, Vega (2015) con una aplicación de 200 g/ha⁻¹ de extracto de alga *Ascophyllum nodosum* a los 60 días, obtuvo 69.6 cm de altura en plantas de pimiento, mientras que en la presente investigación se hallaron valores inferiores a los informados por el investigador, probablemente debido a las diferentes condiciones de crecimiento del cultivo.

Tsukanka (2023) obtuvo mayor altura del maíz híbrido Dekalb 7088 a los 90 días, con la aplicación de 2 l/ha⁻¹ de extracto de alga *Ascophyllum nodosum* con 205 cm, esto estadísticamente superior a los otros tratamientos que demostraron valores entre 191.15 y 178.03 cm.

Zambrano (2023) obtuvo la mayor altura de planta en lechuga hidropónica con la aplicación de ácido salicílico en dosis de 25 cc/l con salinidad de 3.5 y 7.0 dS y mencionó que el ácido ayuda a que las plantas toleren el estrés salino y se desarrollen. Tucuch *et.al.*, (2015) reportaron que con una aplicación de 1 µM de ácido salicílico aspergeado en cultivo de trigo obtuvieron 3.6 cm más de altura que las plántulas control, infiriendo que es un regulador de crecimiento. De la misma manera Castillo (2020) al utilizar una concentración de 0.0375 mM de ácido salicílico en semillas de *Annona muricata L.*, mediante imbibición de 8 horas antes de la siembra, obtuvo mayor longitud del tallo respecto al control. Tucuch *et.al.*, (2017) mencionaron que al aplicar concentraciones de 1 µM AS a las hojas de maíz, obtuvieron mayor altura de planta y diámetro de tallo respecto al testigo.

Valdez *et al.*, (2015) indican que la aplicación foliar del ácido benzoico a concentraciones de 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶ M en plántulas de la familia solanácea (tomate, tomatillo y pimiento) la altura de plántula, área foliar y diámetro del tallo aumentó significativamente respecto al control.

Lainez (2015) demostró que con las pulverizaciones de concentraciones de 0.1 y 1 mM de ácido benzoico la longitud del tallo en tomate y berenjena se incrementó significativamente con respecto al control durante los 28 días de ensayo cultivados en 2.5 y 5 mS de salinidad; en tomate el mayor incremento de éste parámetro obtuvo con la concentración de 0.1 mM de AB en los dos niveles de salinidad ensayados y en berenjena el incremento significativo sucede con 1 mM de AB.

Tabla 5. Efectos de elicitores en la altura de plantas de pimienta sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	Altura de planta (cm)					
		Días del cultivo					
		21	28	35	45	60	90
2.5	Control	4.0 a	4.4 e	5.1 c	10.5 e	18.6 h	40.1 e
	A. Benzoico 0.5 g/l	4.0 a	5.0 c	5.8 bc	12.6 bc	23.0 d	54.5 b
	A. Benzoico 1.0 g/l	4.7 a	5.3 b	5.7 bc	12.3 bcd	23.6 c	47.7 d
	A. Salicílico 0.25 g/l	4.3 a	4.6 d	5.2 c	12.8 b	21.5 g	54.1 b
	A. Salicílico 0.5 g/l	4.0 a	4.7 d	5.6 c	12.1 cd	22.0 f	48.7 d
	A. nodosum 0.5 g/l	4.8 a	5.3 b	5.7 bc	11.8 d	22.1 f	51.1 c
	A. nodosum 1.0 g/l	4.8 a	5.6 a	6.4 ab	13.9 a	24.7 b	54.4 b
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	4.3 a	4.7 d	5.7 bc	12.7 b	22.3 e	58.7 a
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	4.8 a	5.7 a	6.7 a	14.0 a	27.0 a	59.1 a
5	Control	2.7 ab	3.4 ab	3.5 c	8.0 d	13.1 e	34.7 f
	A. Benzoico 0.5 g/l	2.6 ab	3.4 ab	4.2 abc	9.1 c	15.7 d	51.1 d
	A. Benzoico 1.0 g/l	2.3 ab	3.5 ab	4.6 ab	9.3 c	17.3 c	45.3 e
	A. Salicílico 0.25 g/l	2.8 ab	3.6 ab	4.1 abc	9.2 c	15.9 d	50.5 d
	A. Salicílico 0.5 g/l	2.1 b	3.1 b	4.0 bc	9.4 bc	18.2 b	51.2 d
	A. nodosum 0.5 g/l	3.1 a	3.6 ab	4.4 abc	9.5 bc	16.4 d	53.4 c
	A. nodosum 1.0 g/l	3.4 a	4.3 a	4.9 ab	9.9 ab	18.6 ab	57.5 b
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	2.7 ab	3.6 ab	4.4 abc	9.6 abc	17.4 c	50.5 d
	A. alvarezzi 1.0cc/l	3.5 a	4.3 a	5.1 a	10.1 a	19.0 a	59.9 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

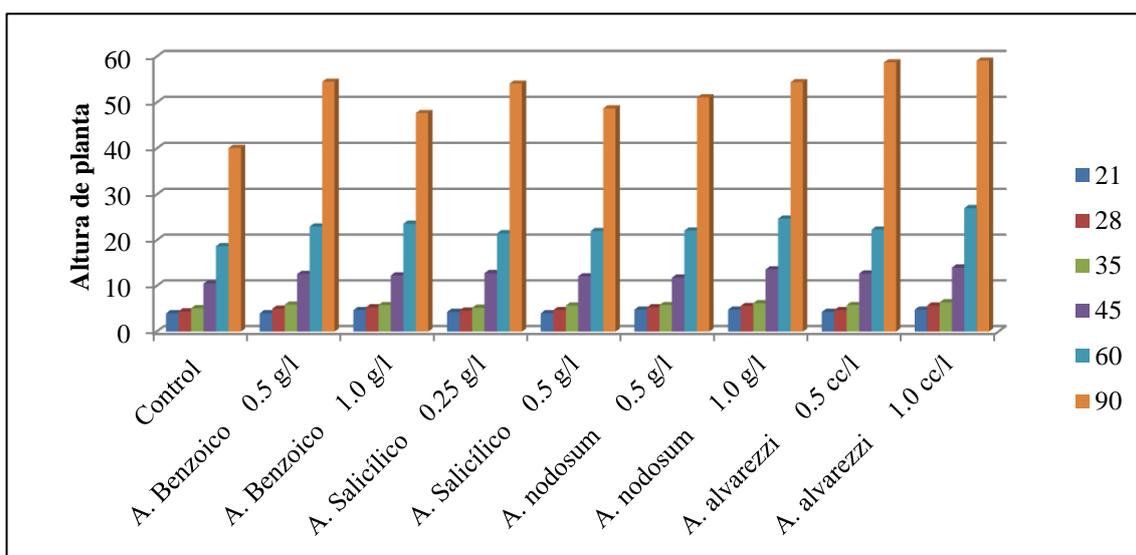


Figura 5. Altura de planta de pimienta bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.

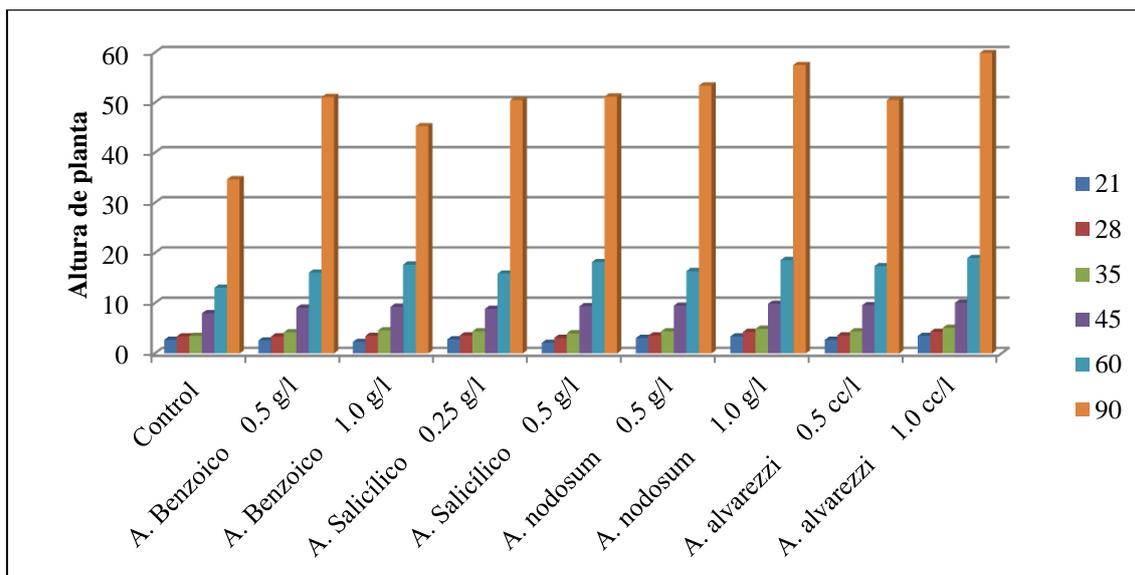


Figura 6. Altura de planta de pimienta bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.3 Diámetro del tallo

El análisis estadístico para este componente agronómico no registró diferencias entre los promedios evaluados. Es decir que el diámetro del tallo presentó similitud entre los tratamientos y el control. Deduciendo que los elicitores influyeron en esta característica agronómica pero no se logró observar diferencias.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Guzmán (2019) que los elicitores aplicados de forma foliar en las plantas, han sido expuestos como inductores de tolerancia al estrés, pero la variedad de condiciones agroclimáticas donde se evalúan induce a que los resultados sean diferentes. Por lo que sería importante establecer condiciones que las sustancias elicitoras debería manejar para obtener resultados explícitos ante la mayor cantidad de condiciones adversas.

López *et al.*, (2021) mencionaron que los elicitores son una alternativa sostenible para la agricultura frente al uso innadecuado de agroquímicos. Su acción depende del uso que se de en la agricultura. Pero sin embargo todos influyen en el crecimiento y expresión genética de las plantas. Pequeñas cantidades pueden activar su respuesta de defensa y estimular la capacidad de adaptación a través de la producción de metabolitos secundarios.

Tabla 6. Efecto de elicitors en el diámetro de tallo de pimiento sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	Diámetro de tallo				
		Días del cultivo				
		21	35	45	60	90
2.5	Control	1a	2a	3.0 a	5.2 a	5.2 a
	A. Benzoico 0.5 g/l	1a	2a	3.0 a	5.1 a	5.7 a
	A. Benzoico 1.0 g/l	1a	2a	3.2 a	5.1 a	5.3 a
	A. Salicílico 0.25 g/l	1a	2a	3.2 a	4.8 a	5.3 a
	A. Salicílico 0.5 g/l	1a	2a	3.0 a	4.7 a	5.3 a
	A. nodosum 0.5 g/l	1a	2a	3.0 a	5.0 a	5.5 a
	A. nodosum 1.0 g/l	1a	2a	3.0 a	5.0 a	5.3 a
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	1a	2a	3.3 a	5.4 a	5.5 a
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	1a	2a	2.9 a	4.7 a	5.4 a
5	Control	1a	2a	2.0 a	4.2 a	4.5 a
	A. Benzoico 0.5 g/l	1a	2a	2.3 a	4.2 a	5.1 a
	A. Benzoico 1.0 g/l	1a	2a	2.3 a	4.0 a	4.9 a
	A. Salicílico 0.25 g/l	1a	2a	2.0 a	4.3 a	4.7 a
	A. Salicílico 0.5 g/l	1a	2a	2.3 a	4.4 a	5.3 a
	A. nodosum 0.5 g/l	1a	2a	2.3 a	4.4 a	5.1 a
	A. nodosum 1.0 g/l	1a	2a	2.3 a	4.3 a	5.1 a
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	1a	2a	2.3 a	4.6 a	5.1 a
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	1a	2a	2.3 a	4.3 a	5.5 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

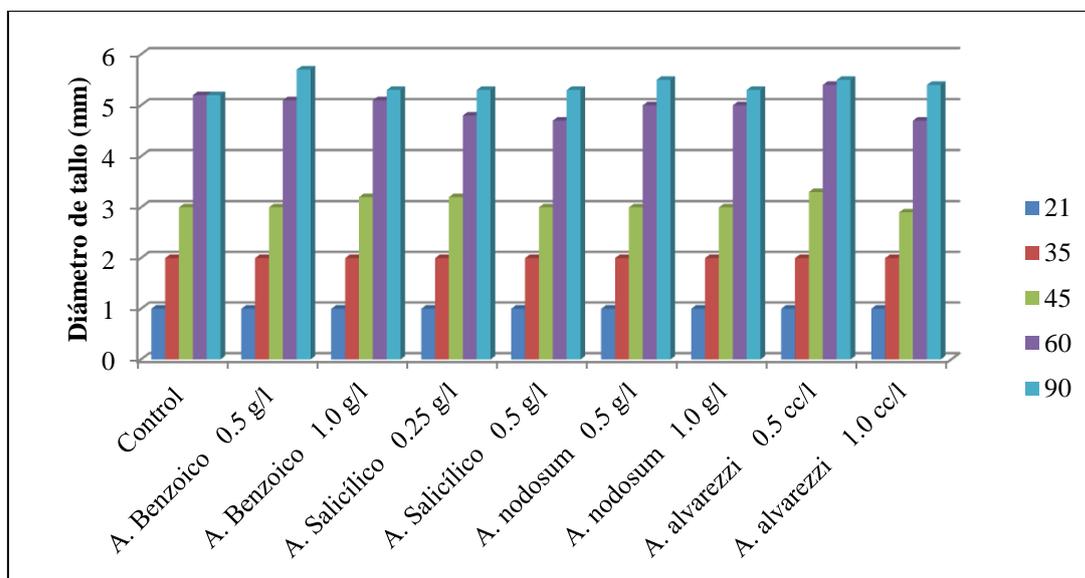


Figura 7. Diámetro del tallo bajo el efecto de los elicitors con 2.5 mS de salinidad.

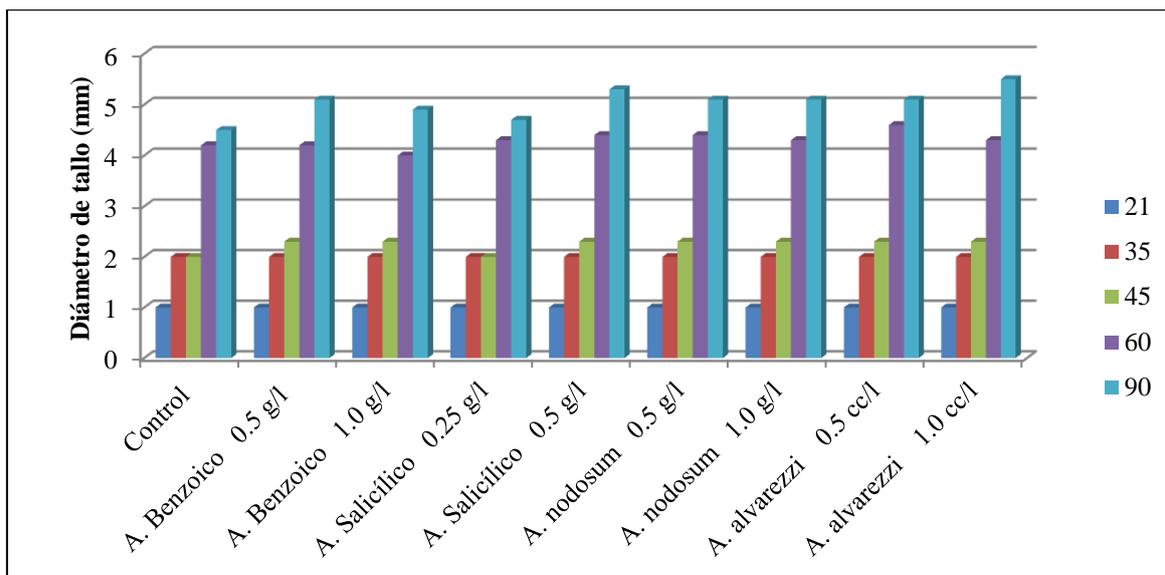


Figura 8. Diámetro del tallo bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.4 Número de hojas

Los elicitores en el cultivo de pimiento en ambas concentraciones, desarrollo un mayor número de hojas en 2.5 mS de salinidad, demostrando significancia a los 45 y 90 días respecto al control. Observándose mayor incremento de hojas con la concentración de 1.0 g/l de alga *Ascophyllum nodosum* a los 45 días y alga *Kappaphycus alvarezzi* a dosis de 1.0 cc/l a los 90 días respecto al control.

En cuanto a las plantas con 5 mS de salinidad no se encontraron diferencias significativas respecto al control a los 21, 28, 35, 45 y 60 días. Sin embargo a los 90 días se pudo observar un incremento significativo en todos los elicitores aplicados en relación al control. Obteniendo que la concentración de 1.0 cc/l de alga *Kappaphycus alvarezzi* registró un mayor incremento en relación a los otros elicitores y el control.

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten corroborar lo inferido por Monge *et al.*, (2024) que los extractos de algas marinas se usan en agricultura por sus componentes bioactivos únicos que tienen propiedades que estimulan un aumento en el crecimiento vegetal, promueven respuestas de defensa en las plantas, contribuyen a la resistencia de problemas fitosanitarios y tolerancia al estrés causado por sequía, salinidad y frío.

Tabla 7. Efecto de elicitors en el número de hojas de pimiento sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	Número de hojas					
		Días del cultivo					
		21	28	35	45	60	90
2.5	Control	2 a	3 a	6 a	9 ab	16 a	23 d
	A. Benzoico 0.5 g/l	2 a	4 a	7 a	9 ab	16 a	34 abc
	A. Benzoico 1.0 g/l	2 a	4 a	6 a	10 ab	17 a	30 bc
	A. Salicílico 0.25 g/l	2 a	3 a	6 a	8 b	15 a	36 ab
	A. Salicílico 0.5 g/l	2 a	4 a	6 a	10 ab	17 a	35 ab
	A. nodosum 0.5 g/l	2 a	3 a	7 a	8 b	17 a	28 cd
	A. nodosum 1.0 g/l	2 a	4 a	7 a	11 a	17 a	35 ab
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	2 a	4 a	7 a	10 ab	17 a	36 cd
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	2 a	3 a	6 a	9 ab	16 a	38 a
5	Control	2 a	3 a	5 a	7 a	12 a	21 d
	A. Benzoico 0.5 g/l	2 a	4 a	6 a	8 a	14 a	33 ab
	A. Benzoico 1.0 g/l	2 a	4 a	6 a	8 a	15 a	24 cd
	A. Salicílico 0.25 g/l	2 a	4 a	6 a	7 a	14 a	33 ab
	A. Salicílico 0.5 g/l	2 a	4 a	6 a	7 a	16 a	35 ab
	A. nodosum 0.5 g/l	2 a	3 a	5 a	7 a	14 a	24 cd
	A. nodosum 1.0 g/l	2 a	3 a	5 a	7 a	12 a	33 ab
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	2 a	4 a	6 a	7 a	14 a	29 bc
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	2 a	4 a	6 a	7 a	14 a	36 a

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

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

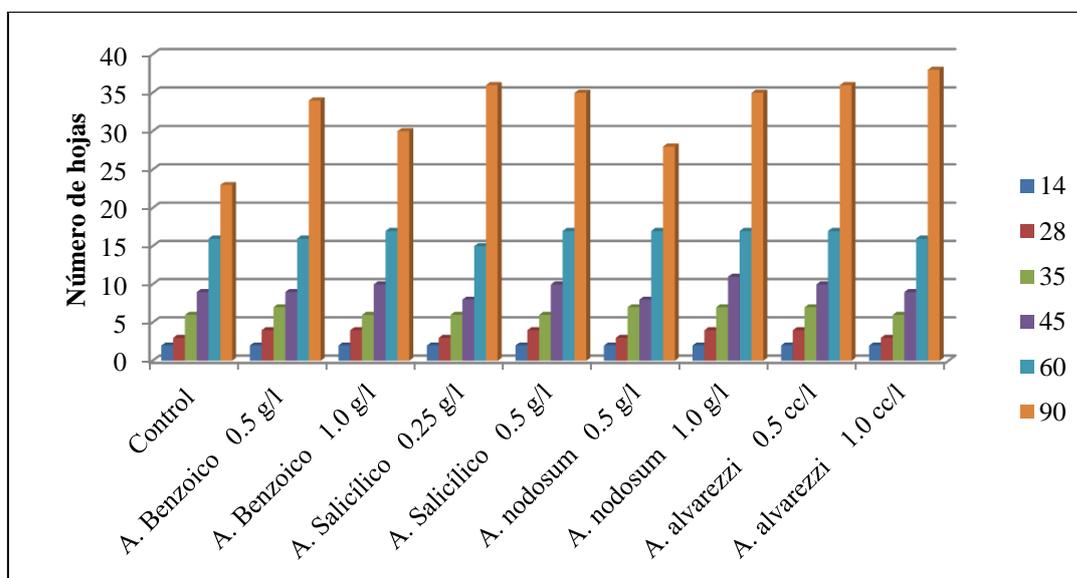


Figura 9. Número de hojas bajo el efecto de los elicitors con 2.5 mS de salinidad.

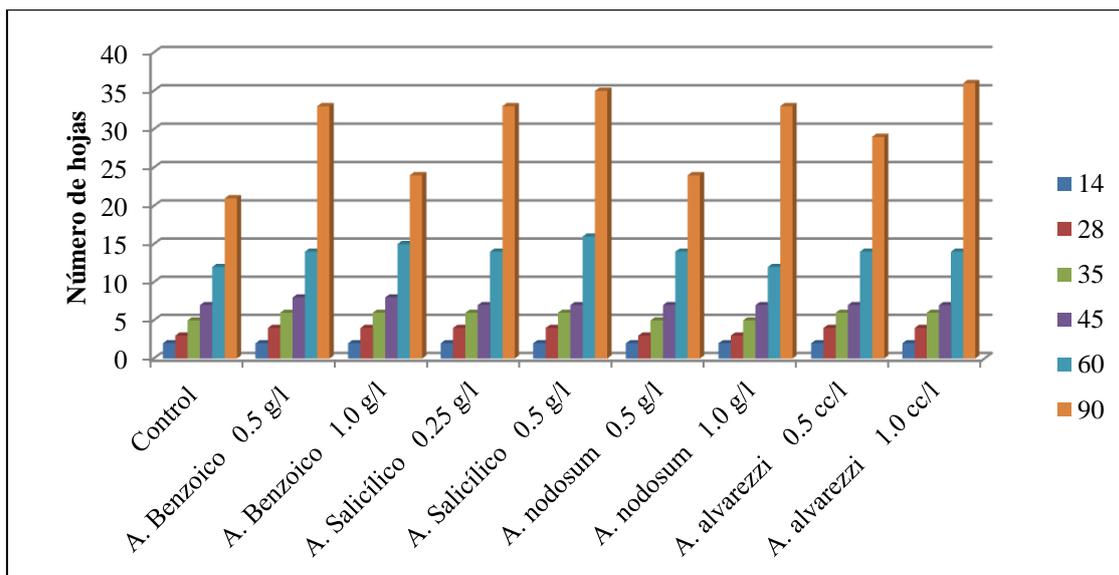


Figura 10. Número de hojas bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.5 Días a la floración y cuajado

Los elicitores que influyeron en la floración y cuajado del pimiento fueron: ácido benzoico en dosis de 0.5 g/l, ácido salicílico en ambas concentraciones y alga *Kappaphycus alvarezzi* en dosis de 0.5 cc/l con 77 días, seguido de la concentración de alga *Kappaphycus alvarezzi* a dosis de 1.0 cc/l con 81 días, mientras que el control y los otros elicitores mostraron floración a los 83 días con 2.5 mS de salinidad. Sin embargo con la concentración de 0.25 g/l de ácido salicílico se pudo observar los primeros frutos en relación a los otros elicitores y el control.

Mientras que las plantas con 5 mS de salinidad no mostraron diferencias respecto al control, deduciendo que los elicitores no influyeron en esta característica agronómica del pimiento bajo esta condición salina.

Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Montenegro (2019) que el ácido benzoico incrementa la producción o la calidad de flores entre otros. Además se ha demostrado que bajo condiciones de estrés el ácido benzoico ejerce un efecto positivo sobre las plantas.

De la misma manera Intagri (2018) indicó que el primer efecto fisiológico que se descubrió del ácido salicílico sobre las plantas fue que induce a la floración. Así mismo diversos ensayos demostraron que el AS favorece el proceso de floración en ornamentales de la

familia solanácea. Mex *et al.*, (2005) mencionaron que el ácido salicílico aspergeado a concentraciones de 10^{-10} M sobre plantas de violeta africana *Saintpaulia ionantha* bajo condiciones de invernadero, obtuvo floración 15 días antes que el testigo.

Villanueva *et al.*, (2009) encontraron que la aplicación de ácido salicílico a concentraciones de 10^{-8} M indujo a la floración en plantas de crisantemo, obteniendo el 50% de botones florales completamente formados a los 43 días, alcanzando la floración a los 113 días en comparación con el testigo, la flor alcanzó su madurez fisiológica a los 120 días.

En cuanto al cuajado de frutos Priori (2023) encontró que los árboles de *Malus domestica*, tratados con 400 mg/l ácido salicílico mostraron el mayor porcentaje de frutos cuajados respecto al control. Vázquez *et al.*, (2016) mencionaron que el ácido salicílico agregado a la solución nutritiva en dosis de 0.02 mM, en cultivo de tomate incrementaron el rendimiento y dosis altas lo disminuyen 43%. La calidad de los frutos fue mayor en dosis altas 0.2 y 0.4 mM. Sin embargo Hayat *et al.*, (2010) infirieron que dosis altas de AS disminuyen el rendimiento de los cultivos, debido a que causan un estrés oxidativo, que la planta es incapaz de restaurar, en cambio bajas concentraciones inducen un aumento del rendimiento.

En cuanto al alga *Kappaphycus alvarezzi* no se ha encontrado investigaciones respecto a floración, pero sin embargo algunos investigadores mencionan que los extractos de algas estimulan la floración de las plantas e induce al cuajado de sus frutos.

En esta investigación se pudo verificar que ácido benzoico en dosis de 0.5 g/l, ácido salicílico en dosis de 0.25 y 0.5 g/l y alga *Kappaphycus alvarezzi* en dosis de 0.5 cc/l mostraron floración a los 77 días, respecto a los otros elicitores y el control que mostraron floración a los 81 y 83 días, registrando una diferencia de 4 y 6 días.

Tabla 8. Efectos de elicitores en la floración de plantas de pimienta sometidas a estrés salino.

Tratamientos	Días a la floración	
	Salinidad C.E	
	2.5	5
Control	83 a	83 a
A. Benzoico 0.5 g/l	77 b	83 a
A. Benzoico 1.0 g/l	83 ab	83 a
A. Salicílico 0.25 g/l	77 b	83 a
A. Salicílico 0.5 g/l	77 b	81 a
A. nodosum 0.5 g/l	83 a	83 a
A. nodosum 1.0 g/l	83 a	83 a
A. alvarezzi 0.5 cc/l	77 b	83 a
A. alvarezzi 1.0 cc/l	81 ab	81 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.

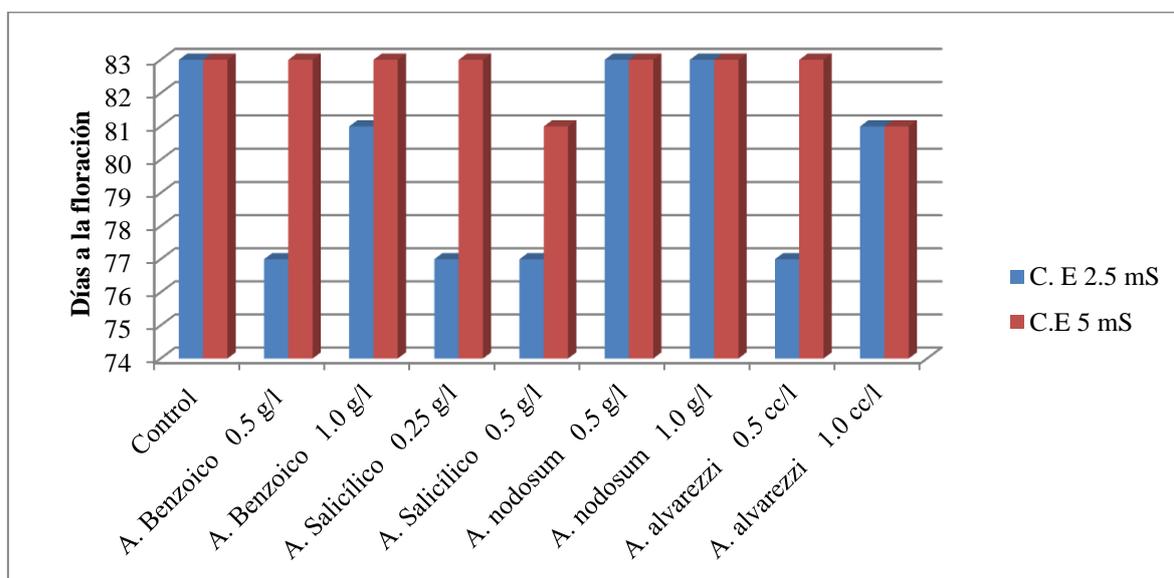


Figura 11. Días a la floración de pimienta bajo el efecto de los elicitores con 2.5 y 5mS de salinidad.

3.1.6 Número de Flores

Con salinidad de 2.5 y 5 mS, las concentraciones de los elicitores incrementaron el número de flores respecto al control. Sin embargo se obtuvo un mayor incremento de flores con concentración de 0.5 g/l de ácido benzoico respecto al control y los otros elicitores.

Los resultados obtenidos coinciden con los mencionados por García (2002) que al aplicar ácido benzoico en dosis de 0.0122 g/l obtuvo un mayor número de botones iniciales de

Lilium cv. Dreamland. También Copalcua (2003) encontró que al aplicar una dosis de 0.012 g/l en cultivo de pimiento aumenta el número de botones florales y el rendimiento.

Tabla 9. Efectos de elicitors en el número de flores de pimiento sometidas a estrés salino.

Tratamientos	Número de flores	
	Salinidad C.E	
	2.5	5
Control	5 e	5 e
A. Benzoico 0.5 g/l	11 a	11 a
A. Benzoico 1.0 g/l	9 b	9 b
A. Salicílico 0.25 g/l	6 d	7 c
A. Salicílico 0.5 g/l	9 b	9 b
A. nodosum 0.5 g/l	6 d	5 e
A. nodosum 1.0 g/l	8 c	7 c
A. alvarezzi 0.5 cc/l	9 b	9 b
A. alvarezzi 1.0 cc/l	8 c	7 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

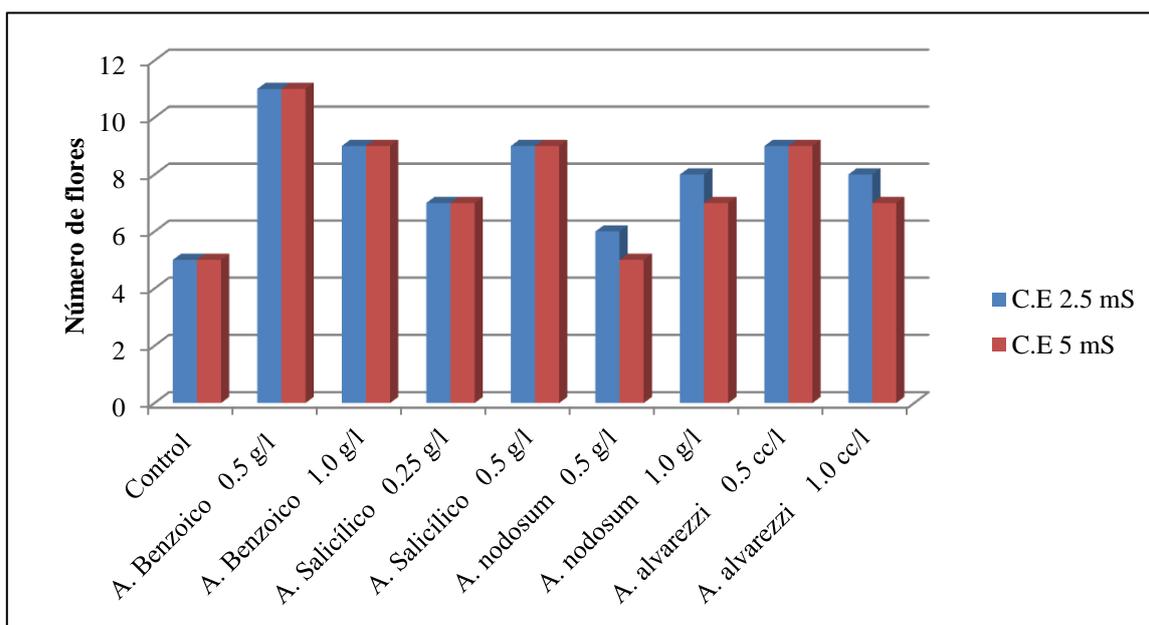


Figura 12. Número de flores de pimiento bajo el efecto de los elicitors con 2.5 y 5 mS de salinidad.

3.1.7 Pesos frescos y secos de las hojas

La aplicación foliar de las concentraciones de los diferentes elicitors, permite obtener un incremento sobre los pesos frescos y secos de las hojas de pimiento, sembrados con 2.5 y 5 mS de salinidad, mostrándose un incremento significativo de peso fresco y seco con la

concentración de 1.0 cc/l de alga *Kappaphycus alvarezzi*, seguido del ácido benzoico a dosis de 0.5 g/l y alga *Ascophyllum nodosum* en ambas dosis al compararle con el control.

Lainez (2015) con concentraciones de 0.1 mM de ácido salicílico observó el incremento de los pesos frescos y secos de hojas en rábano y tomate con 2.5, 5 y 7.5 mS de salinidad y con 5 mS en cultivo de berenjena, mientras que la concentración de 0.1 mM de ácido salicílico disminuyó el peso fresco y seco de las hojas de berenjena sembradas con 2.5 y 7.5 mS de salinidad. Respecto al ácido benzoico encontró que los pesos frescos y secos de las hojas de los cultivos de berenjena y tomate se incrementaron significativamente con la aplicación de 0.01 mM de AB en los tres niveles de salinidad al compararlo con el control. Mientras que en cultivo de tomate con la aplicación de 1 mM de AB los pesos frescos y secos disminuyeron reflejando valores menores respecto al control.

Morales *et al.*, (2023) reportaron que con la aplicación de 50 y 250 mg/l de extracto de alga *Ascophyllum nodosum* obtuvieron mayor peso fresco y seco de hojas, tallos y raíces en cultivo de tomate al compararlo con el control. En espinaca, la aplicación de 0.1 g/l de *A. nodosum* causó aumento del 58% del peso fresco de hojas (Fan *et al.*, 2013).

En el mismo contexto, la aplicación de extractos de algas promueve la acumulación de peso seco de las plantas. Tal es el caso de plantas de tomate asperjadas con 50 mg/l obtuvieron 226.11% mayor peso sobre el control (Goñi *et al.*, 2018). La aspersión de *Ascophyllum nodosum* en plantas de pepino a concentración de 0.5% provocó un incremento en el peso seco de la planta en 113% (Abkhoo *et al.*, 2016).

Tabla 10. Efecto de elicitors sobre los pesos frescos y secos de las hojas de pimiento sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	Peso fresco de las hojas (g)	Pesos secos de las hojas (g)
2.5	Control	7.9 f	1.04 d
	A. Benzoico 0.5 g/l	20.3 a	1.55 c
	A. Benzoico 1.0 g/l	15.0 cd	1.47 c
	A. Salicílico 0.25 g/l	12. de	1.12 d
	A. Salicílico 0.5 g/l	12.4 de	1.27 cd
	A. nodosum 0.5 g/l	11.4 e	1.36 cd
	A. nodosum 1.0 g/l	19.3 ab	1.55 c
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	16.9 bc	2.04 b
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	20.8 a	2.75 a
5	Control	7.7 e	0.72 h
	A. Benzoico 0.5 g/l	11.5 cd	1.36 e
	A. Benzoico 1.0 g/l	10.1 de	1.12 f
	A. Salicílico 0.25 g/l	8.3 e	0.80 g
	A. Salicílico 0.5 g/l	13.5 ab	1.64 d
	A. nodosum 0.5 g/l	16.1 ab	1.91 b
	A. nodosum 1.0 g/l	15.0 ab	1,86 c
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	15.5 ab	1.92 b
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	17.7 a	1.99 a

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$).

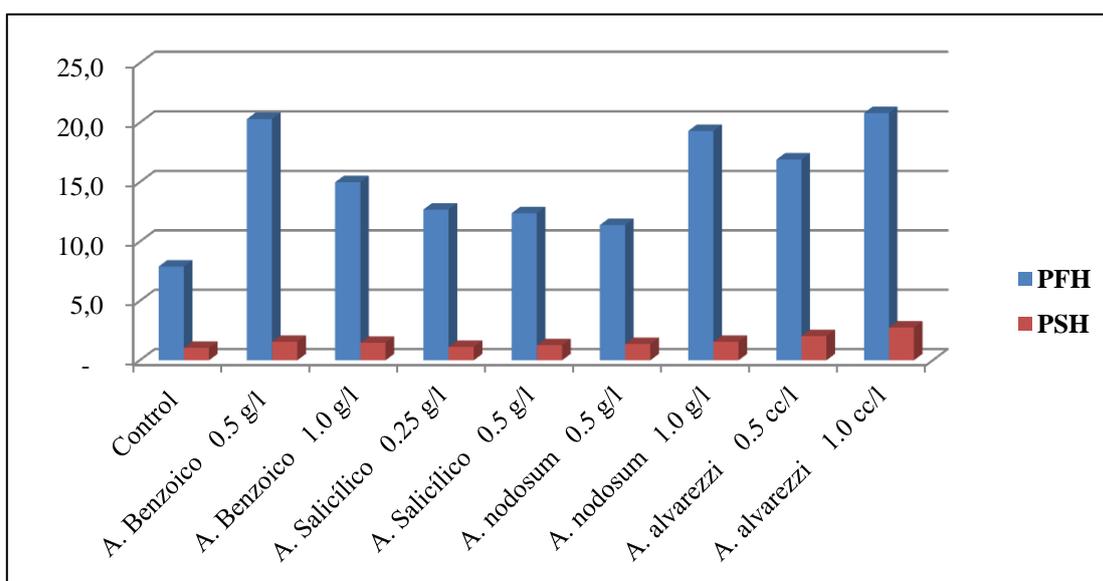


Figura 13. Peso fresco y seco de las hojas bajo el efecto de los elicitors con 2.5 mS de salinidad.

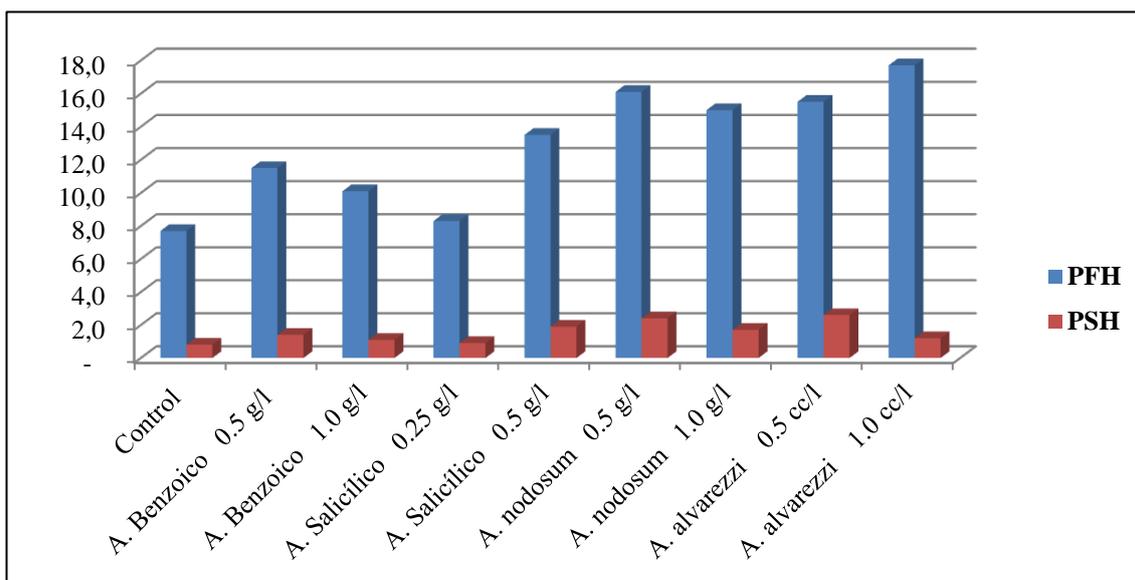


Figura 14. Peso fresco y seco de las hojas bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.8 Pesos frescos y secos de los tallos

Los pesos frescos y secos de los tallos de pimiento aumentaron significativamente con la aplicación de las concentraciones de los diferentes elicitores en las plantas de pimiento sembradas en 2.5 y 5 mS de salinidad. Observándose un mayor promedio de peso fresco y seco en ambas concentración de alga *Kappaphycus alvarezzi*, seguido del alga *Ascophyllum nodosum* en ambas dosis, ácido salicílico y ácido benzoico a dosis de 0.5 g/l al compararle con el control.

Lainez (2015) reportó que los pesos frescos y secos del tallo se aumentaron en los cultivos de rábano y tomate a concentraciones de 0.1 y 0.01 mM de ácido salicílico con 2.5, 5 y 7.5 mS de salinidad. Mientras que aplicaciones de 1 mM de AS mostraron claramente una reducción significativa de los pesos frescos y secos del tallo para los tres niveles de salinidad ensayados en las dos especies mencionadas. En cuanto al ácido benzoico mencionó que la concentración de 0.01 mM aumentó significativamente el peso fresco y seco del tallo del cultivo de tomate con salinidades de 2.5, 5 y 7.5 mS, mientras que la concentración de 1 mM de AB redujo el peso fresco y seco siendo estadísticamente menor al control. Así mismo los pesos fresco y seco del tallo de la berenjena se incrementaron con las aplicaciones de concentraciones de 0.01 y 0.1 mM de AB en los tres niveles de salinidad.

Gonzabay (2015) encontró valores similares de los pesos frescos y secos de los tallos, respecto al control en concentraciones de 10^{-4} M de ácido salicílico en pimiento cultivado en 2,5 y 5mS de salinidad.

Estrada *et al.*, (2012) mencionaron que al aplicar una concentración de 0.01 mM de ácido salicílico en lechuga no observaron diferencia entre el control en el peso fresco del tallo, sin embargo el ácido benzoico a una concentración de 0.01 mM disminuyó el peso fresco de forma significativa respecto al control. Gutiérrez *et al.*, (2003) encontraron que la aplicación exógena de ácido salicílico en *Pinus patula* a concentraciones de 10^{-8} M y 10^{-6} M incrementó la biomasa fresca de los tallos en un 33% y 30% al compararlo con el control.

Morales *et al.*, (2023) reportaron que con la aplicación de 50 y 250 mg/l de extracto de alga *Ascophyllum nodosum* obtuvieron mayor peso fresco y seco de hojas, tallos y raíces en cultivo de tomate al compararle con el control.

Tabla 11. Efecto de elicitors sobre los pesos frescos y secos de tallos de pimiento sometidos a estrés salino.

Niveles de Salinidad (mS)	Tratamientos	Pesos frescos de los tallos (g)	Pesos secos de los tallos (g)
2.5	Control	7.2 d	0.76 d
	A. Benzoico 0.5 g/l	11.2 bc	1.16 bc
	A. Benzoico 1.0 g/l	8.5 d	0.83 d
	A. Salicílico 0.25 g/l	9.3 cd	1.03 bcd
	A. Salicílico 0.5 g/l	11.7 b	1.24 b
	A. nodosum 0.5 g/l	12.1 ab	0.95 cd
	A. nodosum 1.0 g/l	11.2 bc	1.2 bc
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	11.7 b	1.14 bc
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	14.4 a	1.52 a
5	Control	6.2 d	0.43 h
	A. Benzoico 0.5 g/l	10.2 bc	1.09 e
	A. Benzoico 1.0 g/l	8.5 cd	0.59 g
	A. Salicílico 0.25 g/l	9.3 bcd	0.64 f
	A. Salicílico 0.5 g/l	10.1 bc	1.13 d
	A. nodosum 0.5 g/l	12.2 ab	1.23 a
	A. nodosum 1.0 g/l	11.8 ab	1.12 d
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	12.3 ab	1.16 c
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	14.0 a	1.2 b

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

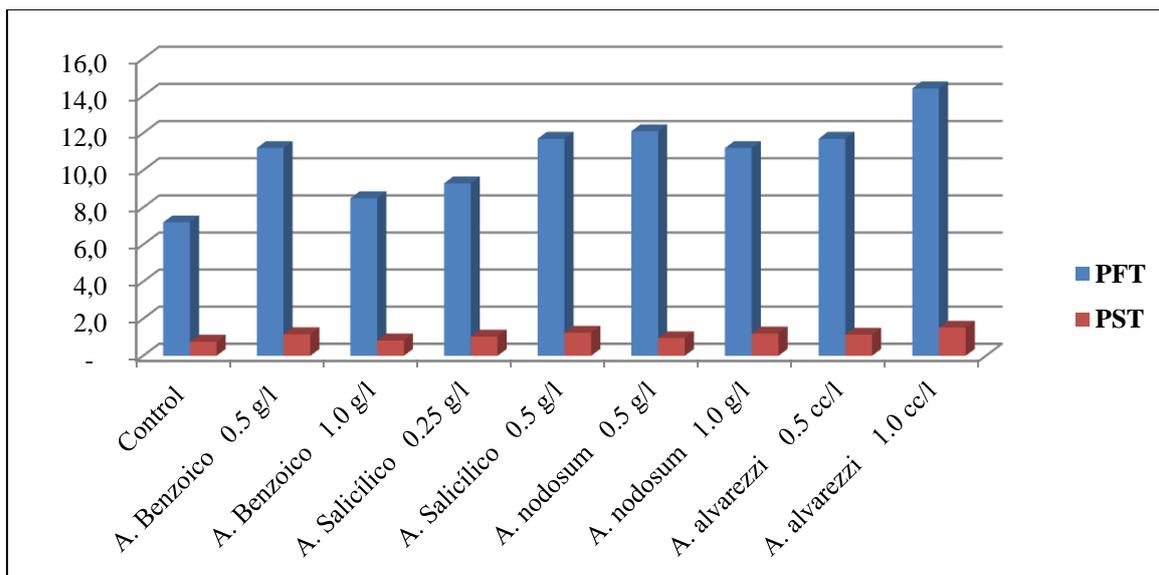


Figura 15. Peso fresco y seco de los tallos bajo el efecto de los elicitores con 2.5 mS de salinidad.

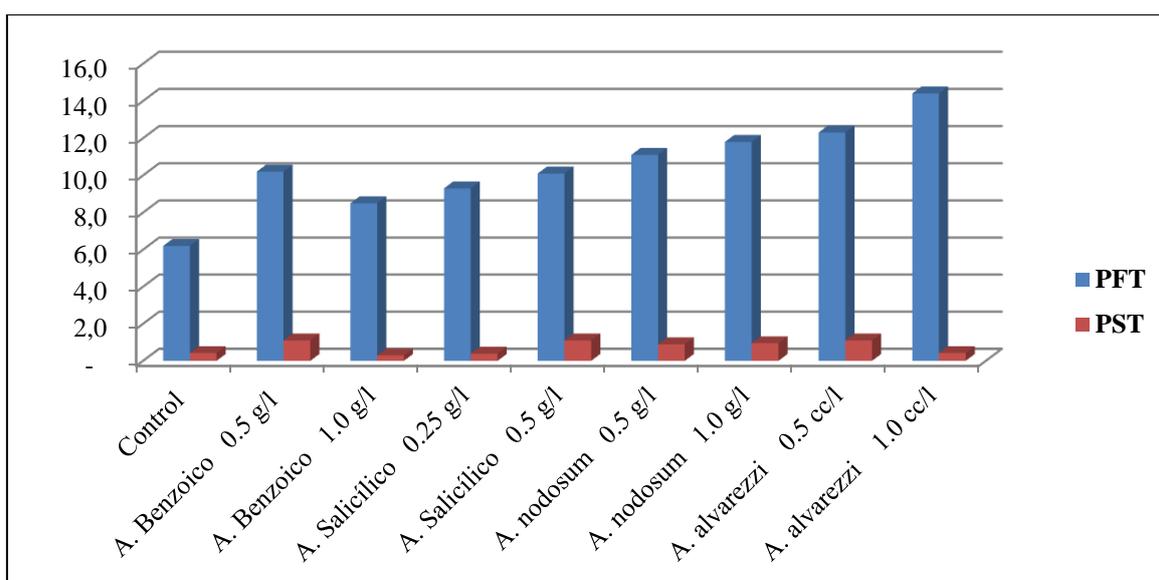


Figura 16. Peso fresco y seco de los tallos bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.9 Pesos frescos y secos de las raíces

En pimiento sembrado en suelos tratados con 2.5 y 5mS de salinidad, el peso fresco y seco del sistema radical se incrementó significativamente con la aplicación de las concentraciones de los elicitores. Evidenciándose un mayor incremento con el alga *Kappaphycus alvarezzi* y *Ascophyllum nodosum* en ambas dosis, seguido por el ácido benzoico y ácido salicílico en ambas concentraciones respecto al control.

Lainez (2015) observo que los pesos frescos y secos de las raíces se aumentaron en los cultivos de rábano y tomate a concentraciones de 0.1 y 0.01 mM de ácido salicílico respecto a al control con 2.5, 5 y 7.5 mS de salinidad. En berenjena, la aplicación de 0.01 mM de AS aumentó significativamente los pesos frescos y secos en comparación al control. Así mismo los pesos del sistema radical de la cebolla cultivado en 2.5, 5 y 7.5 mS de salinidad se incrementó con la aplicación de 0.01 mM de ácido salicílico. Respecto al ácido benzoico reporto que los pesos fresco y seco del sistema radical de explantos de tomate se incrementaron significativamente con la aplicación de 0.01 mM de AB en 2.5, 5 y 7.5 mS de salinidad con respecto al control, mientras que con concentraciones de 0.1 mM de AB los pesos frescos de la raíces se disminuyeron en las tres salinidades estudiadas.

Ramírez *et al.*, (2006) encontraron que la concentración de 10^{-4} M de ácido benzoico redujo el peso fresco de la raíz de coliflor. Mientras que en esta investigación con 0.5 y 1.0 g/l aumento el peso fresco y seco de la raíz de pimiento.

Tabla 12. Efecto de elicitors en los pesos frescos y secos de las raíces de pimiento sometidas a estrés salino.

Niveles de salinidad (mS)	Tratamientos	Pesos frescos de las raíces (g)	Peso seco de las raíces (g)
2.5	Control	0.49 f	0.19 g
	A. Benzoico 0.5 g/l	1.7 d	0.36 f
	A. Benzoico 1.0 g/l	2.6 b	0.69 cd
	A. Salicílico 0.25 g/l	1.5 de	0.65 d
	A. Salicílico 0.5 g/l	1.4 e	0.48 e
	A. nodosum 0.5 g/l	2.1 c	0.49 e
	A. nodosum 1.0 g/l	3.3 a	0.73 bc
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	2.6 b	0.75 b
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	2.8 b	0.81 a
5	Control	0.39 f	0.16 i
	A. Benzoico 0.5 g/l	1.6 d	0.44 g
	A. Benzoico 1.0 g/l	1.6 d	0.53 e
	A. Salicílico 0.25 g/l	1.4 e	0.42 h
	A. Salicílico 0.5 g/l	1.3 e	0.45 f
	A. nodosum 0.5 g/l	2.0 c	0.66 d
	A. nodosum 1.0 g/l	2.6 a	0.70 a
	A. alvarezzi 0.5 cc/l	2.5 b	0.69 b
	A. alvarezzi 1.0 cc/l	2.6 ab	0.68 c

Medias con letras diferentes indican diferencias significativas $p < 0.05$.

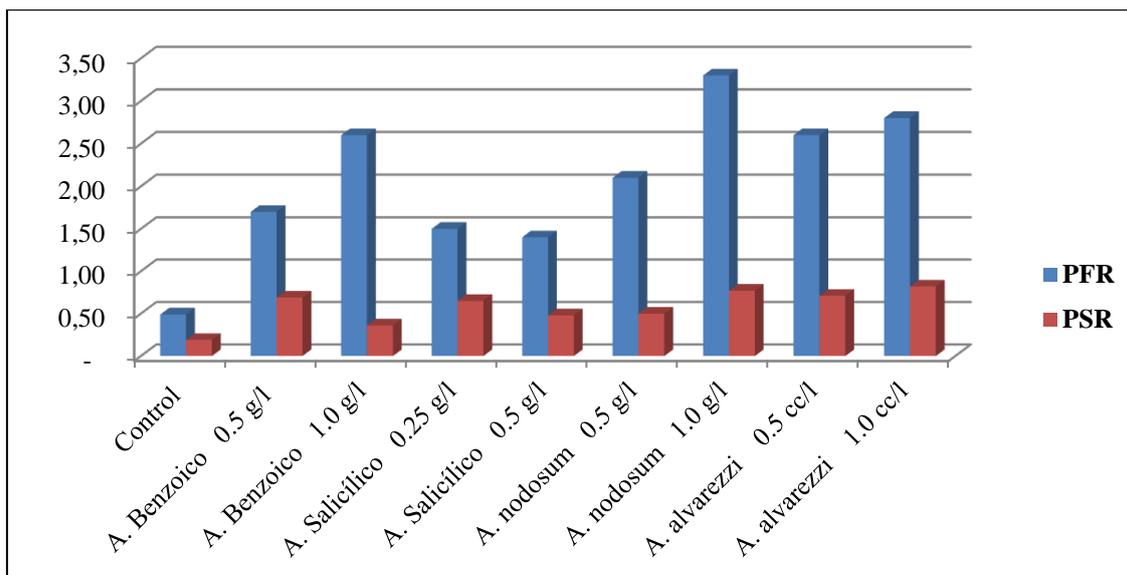


Figura 17. Peso fresco y seco de las raíces bajo el efecto de los elicitores con 2,5 mS de salinidad.

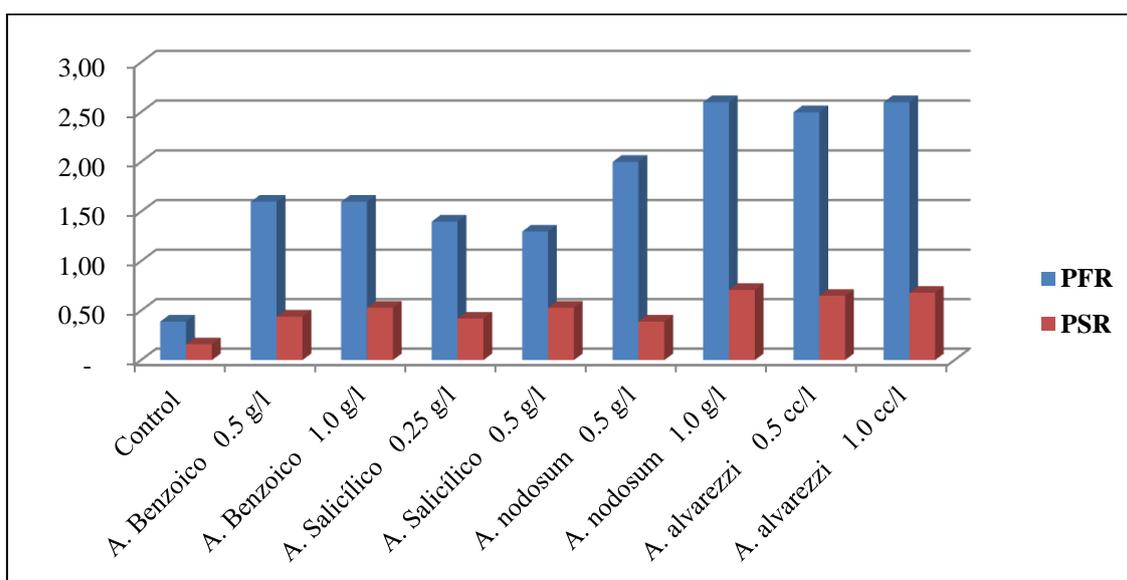


Figura 18. Peso fresco y seco de las raíces bajo el efecto de los elicitores con 5 mS de salinidad.

3.1.10. Fotografía de raíz

Las raíces de pimienta con 2.5 mS de salinidad, obtuvieron un incremento en todos los elicitores respecto al control tanto de longitud como en tamaño. Observándose que la concentración de 1.0 cc/l de alga *Kappaphycus alvarezzi* seguido de la dosis baja de la misma alga, ácido salicílico 0.5 g/l, ácido benzoico 1,0 g/l, alga *Ascophyllum nodosum* 0.5 g/l y ácido salicílico 0.25 g/l registraron el mayor incremento al compararlo con el control.

Con 5 mS de salinidad, las raíces de pimiento lograron un incremento en todos los elicitors respecto al control tanto de longitud como en tamaño. Observándose que la concentración de alga *Kappaphycus Alvarezzi*, ácido salicílico, alga *Ascophyllum nodosum* y ácido benzoico en ambas dosis mostraron el mayor incremento al compararlo con el control.



Figura 19. Raíces bajo el efecto de los elicitors con 2.5 y 5 mS de salinidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los elicitores como el ácido benzoico, ácido salicílico, alga *Ascophyllum nodosum* y *Kappaphycus alvarezzi* promueven la germinación, crecimiento y desarrollo en plantas de pimiento sometidas a 2.5 y 5 mS de salinidad.

Las concentraciones que influyeron de forma positiva en cada uno de los parámetros evaluados fueron ácido salicílico a 0.25 y 0.5 g/l, ácido benzoico a 0.5 g/l y ambas concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezzi* y *Ascophyllum nodosum*.

Las dos concentraciones evaluadas de ácido salicílico, ácido benzoico, alga *Kappaphycus Alvarezzi* y *Ascophyllum nodosum* se manifiestan claramente como promotores del desarrollo fisiológico de pimiento, en condiciones de salinidad.

Recomendaciones

Continuar con la evaluación del ácido salicílico, ácido benzoico, alga *Kappaphycus alvarezzi* y *Ascophyllum nodosum* a nivel productivo en suelos con altos niveles de salinidad.

Profundizar las investigaciones con la aplicación de elicitores en otras especies hortícolas de interés comercial.

Los elicitores evaluados son excelentes y se recomienda aplicar en cultivos que estén expuestos a estrés ya que ayudan al crecimiento y desarrollo de los cultivos bajo estas condiciones desfavorables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abkhoo J, S. S. (2016). Control of *Phytophthora melonis* damping-off, induction of defense responses, and gene expression of cucumber treated with commercial extract from *Ascophyllum nodosum*. *Journal of Applied Phycology* 28: 1333-1342.
- Álvarez, A., & Armendáris, J. (2018). *La industria de semillas hortícolas y la producción de hortalizas en Ecuador, en el marco de la soberanía alimentaria*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7837/1/UPS-QT06564.pdf>
- Benito. (2020). *Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de bioestimulante para la producción de pimiento ornamental (Capsicum annuum) bajo invernadero*. Quito, Pichincha. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3222>
- Calatayud, Á., & Serrano, L. L. (2020). La tecnología del injerto en pimiento como estrategia frente a estreses abióticos. *VIDA RURAL*, 50.
- Castillo, E. (2020). *Respuesta fisiológica del ácido salicílico en la germinación y crecimiento inicial de Annona muricata L.* Obtenido de <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/handle/20.500.12753/2329/Respuesta%20fisiol%C3%B3gica%20del%20%C3%A1cido%20salic%C3%ADlico%20en%20la%20germinaci%C3%B3n%20y%20crecimiento%20inicial%20de%20Annona%20muricata%20L..pdf?seq>
- Chaves, F. (2017). Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *ed de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*.
- Chiriboga, J. (2019). *Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (Capsicum annuum L.) en invernadero, cantón Riobamba, provincia Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10735/1/13T0878.pdf>
- Cruz, A. (2020). *Descripción botánica del cultivo de pimiento*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5865/T199>

- Delfín, A. R., Posadas, A., & Quiroz, R. (2018). Rendimiento y absorción de algunos nutrimentos en plantas de camote cultivadas con estrés hídrico y salino. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 20(1), 20.
- Escolano, J. M. (2019). *El ácido salicílico* . Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/39590/40126>
- Espinosa, A. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotecnología Vegetal Vol. 20, No. 4:* 257 - 282.
- Estrada, W. (2012). Efecto de los ácidos salicílico y benzoico en la lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Centro Agrícola*, 39(4), 85-89.
- Fisher, R. (1930). Diseño de bloques completos al azar.
- Goñi O, Q. P. (2018). Ascophyllum nodosum extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 126: 63-73.
- Grijalva, N. (2018). *Evaluación de la eficacia de tres bioestimulantes en el cultivo de rosa (Rosa sp.) variedades freedom yámsterdam en el cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8142/1/03%20AGP%20231%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Guamán, G. (2023). *Evaluación del efecto del Bioestimulante FertuMax sobre la germinación, altura y componentes de rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) Var. Temprana en el cantón Tisaleo*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38264/1/038%20Agronom%20c3%ada%20-%20Guam%20c3%a1n%20Tisalema%20Lizbeth%20Gissel.pdf>
- Guato, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la Clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24996/1/Tesis-147%20%20Ingenier%20C3%ADa%20Agron%20C3%B3mica%20-CD%20459.pdf>

- Guzmán, E. (2019). *Elicitores en cultivos hortícolas, un factor determinante para hacer de tus sueños una historia de éxito*. Obtenido de <https://agtechamerica.com/elicitores-en-cultivos-hortícolas-un-factor-determinante-para-hacer-de-tus-suenos-una-historia-de-exito/>
- Intagri. (2018). *Efectos del Ácido Salicílico en los Cultivos*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/efectos-del-acido-salicilico-en-los-cultivos#:~:text=Se%20ha%20reportado%20que%20le,como%20gloxinia%2C%20violeta%20y%20petunia.&text=Figura%201.,y%20desarrollo%>
- Intiagri. (2023). *El Estrés Vegetal Parte I: Estrés por Altas Temperaturas*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/estres-vegetal-parte-1-estres-por-altas-temperaturas>
- Jara, J. (2019). *Evaluación de tres variedades de pimiento (Capsicum annum), con dos densidades de siembra bajo invernadero, en el cantón Cascales, provincia de Sucumbíos*. Obtenido de Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20340/1/7832_1.pdf
- Jimenez, R. (2019). *Producción de pimiento (Capsicum annum. L) híbrido marconi con cuatro distancias de siembra y fertilización química en las Naves*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/568/1/T-UTEQ-0108.pdf>
- Jiménez, S. G., Castillo, A., García, R., Valdez, L., Ybarra, C., & García, v. (2020). Respuesta de fresa cv. Festival a la salinidad. *Rev. Fitotec. Mex. Vol. 43 (1)*, 53 - 60.
- La Colina Agroecológica . (2022). *El pimiento (Capsicum annum L.)*. Obtenido de <https://www.facebook.com/lacolinaecuador/photos/a.704350526248066/6041737149176017/?type=3>
- López, B. C. (2020). Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra Latinoamericana*, 271-276.
- López, I., & Martínez, L. (2020). Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 2020, vol. 41, no. 2, e10.

- López, L. H., Aranda, A. L., Gómez, C. E., Márquez, E. E., & Zepeda, H. R. (2021). Elicidores: implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana. *Revista Bioética*, 36.
- López, L. H., Aranda, A. L., Gómez, C. E., Márquez, E. E., & Zepeda, H. R. (2021). Elicidores: implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana. *Revista Bioética*, 36.
- Martínez, M. M., & Ortega, R. (2020). *Elicidores: qué son y qué efectos tienen sobre los cultivos*. Obtenido de <https://mundoagro.cl/elicitores-que-son-y-que-efectos-tienen-sobre-los-cultivos/>
- Martínez, S. (2019). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento*. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Suelo-y-Preparaci%C3%B3n-del-Terreno-v2005.pdf>
- Méndez, Espinoza, & Vallejo. (2019). Mecanismos de respuesta al estrés abiótico. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 10 (56)*, 35.
- Mendoza, C. (2021). *Respuesta agronómica del pimiento (Capsicum annuum) a la siembra social del cultivo de acelga (Beta vulgaris) en el canton Milagro, recinto la Esperanza*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENDOZA%20VERA%20CINDY%20VALERIA.pdf>
- Meza, J., & CatalinaAlmeida. (2022). Efecto de algas marinas como fertilizante para el cultivo de arroz (*Oryza sativa L*) en Babahoyo, Ecuador . *Revista Científica Ecológica Agropecuaria Vol. 2 (1)* , 6-12 .
- Monge, J., Lóaciga, J., & Loría, M. (2024). Evaluación de Algamix® y dos porcentajes de drenaje en chile dulce (*Capsicum annuum*) cultivado en invernadero. *InterSedes, Revista electrónica de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica*, 257-281.
- Morales, R. (2023). Aplicación de extractos de algas, NP'SZnO y microorganismos sobre la biomasa vegetal en tomate. *Ecosist. Recur. Agropec. 10(2): e3206*, 1-11.

- Moreno, A. (2018). *Respuesta del cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) var. nathalie bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7073/1/T-UCE-0004-37.pdf>
- Moreno, L. (2017). *Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones de Cañete*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2751/F04-M673-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OmarLainez. (2015). *Evaluación in vitro e in vivo de elicitores de crecimiento sobre especies hortícolas bajo condiciones de salinidad*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2239>
- Orozco, F. (2019). *Evaluación de diferentes programas de fertilización del cultivo de pimiento (Capsicum annuum) en la zona de Pueblo Viejo, Provincia de Los Ríos*. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1005/T-UTB-FACIAG-AGR-000201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortega, L. (2021). *Efecto de la fertilización orgánica, química y distancia de siembra en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum) en la zona del Empalme*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2472/1/T-UTEQ-0316.pdf>
- Perez, J. (2020). *Efecto de un bioestimulante natural como atenuante del estrés salino en variedades de albahaca (Ocimum basilicum L.)*. La Paz, Baja California Sur .
- Perez, K. (2022). *Evaluación de la respuesta del frejol (Phaseolus vulgaris L.) a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36368/1/Tesis-324%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20%20P%C3%A9rez%20Jinez%20Kleber%20Stalin.pdf>
- Piguave, R. G. (2015). *Efectos de elicitores en el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas cultivadas in vitro e in vivo sometidas a estrés salino*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2233>

- Pino, I. A. (2020). *Guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (Capsicum annuum L.)*. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/60749/mod_folder/content/0/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202020.pdf?forcedownload=1
- Pinto, M. (2018). El cultivo de pimiento y el clima en el Ecuador. *Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador*, 1-2.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2023). Obtenido de <https://guayas.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/PDOT.pdf>
- Prior, X. (2023). *Evaluación de compensadores químicos de horas frío en el cultivo de manzano (Malus domestica Borkh) cv. Anna en Guachapala - Azuay*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41001/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Quintero. (2018). *Requerimientos edafoclimáticos del pimiento*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Pimiento#Requerimientos_edafoclim.C3.A1ticos
- Ramírez, H. J. (2006). Influencia de promotores de oxidación controlada en hortalizas y su relación con antioxidantes. . *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, vol. 12, número 002, 189-195.
- Reyes, A. (2022). *Estrés abiótico en las plantas, impacto en la producción agrícola y su manejo*. Obtenido de <https://www.metroflorcolombia.com/estres-abiotico-en-las-plantas-impacto-en-la-produccion-agricola-y-su-manejo/>
- Robles, M. (2018). *respuesta agronómica del pimiento (Capsicum annuum L.) a diferentes dosis de quelato y acetato de zinc*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <file:///E:/TESIS%20GUIA%20PIMIENTO/16.pdf>
- Rodríguez, J. E. (2019). Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* “arroz” (Poaceae). *Arnaldoa* 26 (3): 931-942.
- San Miguel, R., Gutiérrez, M., & Larqué–Saavedra. (2003). A. Salicylic acid increases the biomass accumulation of *Pinus patula*. . *Southern Journal of Applied Forestry* 27, . *Southern Journal of Applied Forestry*.

- Sariñana, O. (2021). Efecto de extractos de *Sargassum* spp. en el crecimiento y antioxidantes de plántulas de tomate. *Ecosist. Recur. Agropec.* 8(2): e2814, 1-15.
- Sepúlveda, L. V., Morales, S. G., & Mendoza, A. B. (2017). Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm. 7*, 1668.
- Sigueñas, R., Ocola, L., & Guerrero, J. (2019). Vigilancia de la salinidad del suelo en cultivos de arroz en Lambayeque, periodo 2001-2014 utilizando imágenes de satélite y conductividad eléctrica. *Revista de Investigación de Física* 22(2), 10.
- Tarazona. (2019). *Alga ascophyllum nodosum: propiedades para la agricultura* . Obtenido de <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/ascophyllum-nodosum-propiedades-para-la-agricultura/>
- Tsukanka, A. (2023). “Efecto de un extracto de algas marinas y hormonas de crecimiento en el cultivo de maíz (*zea mays. l*) híbrido dekalb 7088 en el cantón Francisco de Orellana. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19039/1/13T01077.pdf>
- Tucuch. (2015). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. *Terra Latinoam vol.33 no.1*.
- Tucuch. (2017). *Agrociencia volumen 51, número 7*, Efecto del ácido salicílico en el crecimiento, estatus nutricional y rendimiento en maíz (*Zea mays*).
- Tucuch, C. (2019). El ácido salicílico aumenta la acumulación de macro y micronutrientes en chile habanero . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 10 número 4*.
- Ubilla, S. (2017). *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/78817323-9e40-4ea1-b803-ec4998f810ec/content>
- Valdez, L. (2015). Ácido benzoico: biosíntesis, modificación y función en plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.7*, 1667-1678.

- Vázquez, A. (2016). Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 17* , 3405-3414.
- Vega, J. (2015). *valuación del rendimiento de pimiento (capsicum annuum) mediante la aplicación edáfica de extractos de algas marinas (ascophyllum nodosum), ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Quevedo*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1a4e9f78-0a4b-47b0-8b6e-3a8e4bb2c860/content>
- Villanueva. (2009). Evaluar el efecto en la floración y crecimiento de la planta de crisantemo var. Polaris White, varias concentraciones. *Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2)*, 25 - 31.
- Villanueva, E. (2021). Efecto del ácido salicílico en la germinación y crecimiento radicular del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas volumen 12 número 4*, 735 - 740.
- Villavicencio, A., & Vásquez, W. (2020). *Guía Técnica de Cultivos*. Obtenido de Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 73. Fichas 1 y 2 (pepino). Quito. Ecuador.
- Zambrano, L. (2023). *Efectos del Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a salinidad en lechuga (Lactuca sativa)*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13851/PI-UTB-FACIAG-AGRONOMIA-REDISE%c3%91ADA-000011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zermeño, A. (2015). Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. *Agrociencia 49, número 8*.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de sistema Anti plagio Compilatio

CERTIFICADO SISTEMA ANTIPLAGIO

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación “EFECTOS DE ELICITORES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*) BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS SALINO, COMO ALTERNATIVA PARA LOS PRODUCTORES DE SANTA ELENA”, bajo la modalidad de titulación INFORME DE INVESTIGACIÓN, elaborado por la maestrando Ing. MARITZA JACKELINE MALIZA YAZUMA, de la MAESTRÍA EN AGROPECUARIA, COHORTE 2, de LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente trabajo de investigación se encuentra con 7% de la valoración permitida, por consiguiente, se procede a emitir el informe.



Atentamente,

FERNANDO
JAIR TORO
AVELINO -
DNI
48052254X

Firmado digitalmente por
FERNANDO JAIR
TORO AVELINO -
DNI 48052254X
Fecha: 2024.03.06
20:36:10 +01'00'

Ing. Fernando Jair Toro Avelino, Ph.D

TUTOR

Anexo 2. Fotografías



Figura 1A. Preparación del sustrato



Figura 2A. Peso de NaCl para 2,5 de salinidad.



Figura 3A. Peso de NaCl para 5 de salinidad.



Figura 4A. Sustrato humedecido con su respectiva salinidad y siembra de las semillas.



Figura 5A. Germinación



Figura 6A. Altura de planta



Figura 7A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo del pimiento.



Figura 8A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo del pimiento.



Figura 9A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo del pimiento.



Figura 10A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de pimiento.



Figura 11A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo del pimiento.

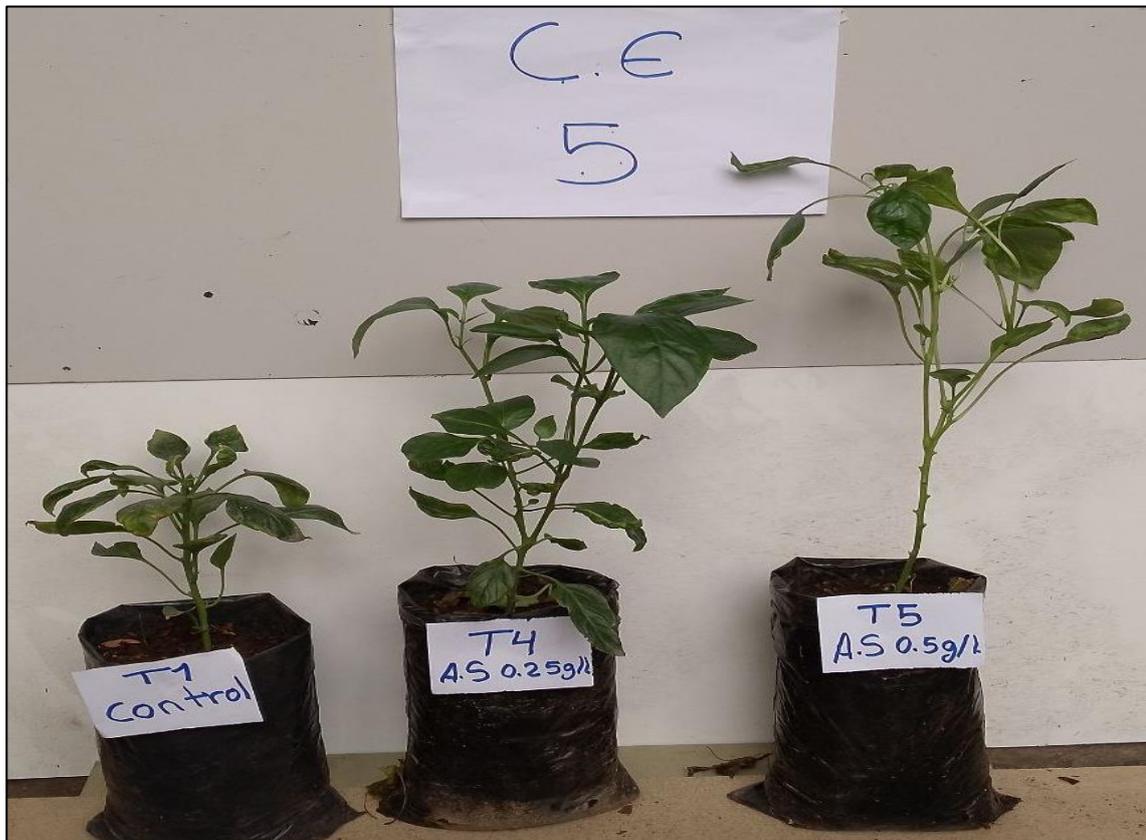


Figura 12A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo del pimiento.



Figura 13A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de pimienta.



Figura 14A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo del pimienta.



Figura 15A. Efecto de diferentes concentraciones de elicitores sobre la floración y cuajado del pimiento a) 2,5mS b)5 mS.



Figura 16A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo de las raíces con 2,5 mS de salinidad.



Figura 17A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo de las raíces con 2,5 mS de salinidad.



Figura 18A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de las raíces con 2,5 mS de salinidad.



Figura 19A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de las raíces con 2,5 mS de salinidad.



Figura 20A. Efecto de diferentes concentraciones de AB en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.



Figura 21A. Efecto de diferentes concentraciones de AS en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.



Figura 22A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Ascophyllum nodosum* en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.



Figura 23A. Efecto de diferentes concentraciones de alga *Kappaphycus alvarezii* en el desarrollo de las raíces con 5 mS de salinidad.