

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN LA
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var.
Itálica)”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

AUTOR:

JENNY PAULINA GUTIÉRREZ TASINCHANA

TUTOR:

ING. JOSÉ HERNÁN ZURITA VÁSQUEZ. MG

Cevallos – Ecuador

2023

**“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN LA
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var.
Itálica)”**

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

16/03/ 2023

Ing. Patricio Núñez Torres, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/ 2023

Ing. Olger León, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/ 2023

Ing. Segundo Curay, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita, JENNY PAULINA GUTIÉRREZ TASINCHANA, portadora de cédula de ciudadanía número: 0504180266, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*)” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....
JENNY PAULINA GUTIÉRREZ TASINCHANA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE SUSTRATOS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*)” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



.....
JENNY PAULINA GUTIÉRREZ TASINCHANA

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme fortaleza, salud y sabiduría para sobresalir pese a todos los obstáculos que se han puesto en el camino, por iluminarme a seguir el camino para alcanzar este tan anhelado sueño.

A mis padres, Blanca y Aurelio por ser mi ejemplo de lucha, perseverancia, trabajo y decisión. Infinitas gracias por el apoyo y el amor a cada momento. Por ser ese pilar fundamental e inculcarme valores para sobresalir como persona, gracias por cada consejo, cada palabra de aliento que lleno mi corazón y no permitió que me rinda. Esto es de ustedes que en base a su sacrificio se logró, los amo mucho y siempre serán mi gran admiración.

A mis hermanos, Héctor por ser ese apoyo en todo momento y confiar en mí. Verito por ser como una segunda madre, darme aliento y estar para mí en las buenas, malas y peores; gracias por su compañía y haber compartidos una etapa de mi vida y Dario gracias por ser mi compañero de aventuras, juntos hemos compartido muchas cosas y pese a todo estamos el uno para el otro.

A mi sobrino Dominic, por llenar mi corazón de tantas alegrías y ser mi compañerito de locuras, gracias por ese amor sincero y darme ánimo de seguir adelante.

A todos mis pequeños de cuatro patas, por ser mis fieles compañeros y llenarme de amor.

Jenny Paulina Gutiérrez Tasinchana

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, la salud y sus infinitas bendiciones en cada paso dado, por darme una familia amorosa que es parte de este sueño.

A mis padres que gracias a su arduo trabajo me permitieron alcanzar esta meta, por ser mi motivación y nunca soltarme. Gracias por creer en mí y demostrarme que el esfuerzo y sacrificio cuando se hace de corazón siempre tiene su recompensa.

A la Universidad Técnica que Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias que me abrió sus puertas y con grandes docentes me permitió crecer académicamente.

De manera especial al Ing. Hernán Zurita, por todo el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto, quien con gentileza supo compartir sus amplios conocimientos ante cualquier duda.

A mis amigos que conocí durante esta formación universitaria, gracias por todas las risas vividas, tristezas o frustraciones, me llevo gratos recuerdos y a todos ustedes en el corazón.

Jenny Paulina Gutiérrez Tasinchana

INDICE

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE	vii
INDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
Introducción	1
1.1. Antecedentes investigativos	3
1.1.1. <i>Ácido Salicílico</i>	3
1.1.2. <i>Ácido Salicílico en la planta</i>	3
1.1.3. <i>Características fundamentales</i>	4
1.1.4. <i>Sustrato</i>	4
1.1.5. <i>Propiedades físicas del sustrato</i>	5
1.1.6. <i>Propiedades químicas del sustrato</i>	7
1.2. Objetivos	8
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	8
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	8
1.2.3. <i>Descripción del cumplimiento de los objetivos</i>	8
CAPITULO II	9
METODOLOGÍA	9
2.1. Materiales	9
2.1.1. <i>Materiales</i>	9
2.1.2. <i>Equipos</i>	9
2.2. Métodos	10
2.2.1. <i>Enfoque, modalidad y tipo de investigación</i>	10
2.3. Ubicación del ensayo.....	10
2.4. Características del lugar	10
2.4.1. <i>Características climáticas</i>	10

2.4.2.	<i>Características del suelo</i>	10
2.5.	Factores de estudio	11
2.5.1.	<i>Sustratos</i>	11
2.5.2.	<i>Dosis de ácido salicílico</i>	11
2.5.3.	<i>Testigo</i>	11
2.6.	Tratamientos	12
2.7.	Diseño experimental.....	12
2.8.	Características del ensayo	13
2.8.1.	<i>Características de la parcela neta</i>	13
2.8.2.	<i>Características de la bandeja</i>	13
2.8.3.	Esquema de distribución	14
2.9.	Hipótesis.....	14
2.10	. Manejo del ensayo.....	14
2.10.1.	<i>Adquisición de la semilla, sustratos y ácido salicílico.</i>	14
2.10.2.	<i>Características de la cubierta plástica</i>	15
2.10.3.	<i>Características de bandejas germinadoras</i>	15
2.10.4.	<i>Colocación y distribución del sustrato en las bandejas</i>	15
2.10.5.	<i>Siembra</i>	15
2.10.6.	<i>Riego</i>	15
2.10.7.	<i>Aplicación del ácido salicílico</i>	15
2.11.	Variables respuesta	16
2.11.1.	<i>Porcentajes de germinación</i>	16
2.11.2.	<i>Volumen de la raíz</i>	16
2.11.3.	<i>Longitud de la raíz</i>	16
2.11.4.	<i>Número de hojas</i>	16
2.11.5.	<i>Diámetro de tallo</i>	17
2.11.6.	<i>Cuantificación de clorofila</i>	17
CAPÍTULO III.....		18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		18
3.1.	Análisis y discusiones de los resultados.....	18
3.1.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	18
3.1.2.	<i>Volumen de la raíz</i>	19
3.1.3.	<i>Longitud de la raíz</i>	20
3.1.4.	<i>Número de hojas</i>	21

3.1.5. <i>Diámetro del tallo</i>	22
3.1.6. <i>Clorofila</i>	23
CAPÍTULO IV	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
4.1. Conclusiones	25
4.2. Recomendaciones	26
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO	27
Bibliografía.....	27
Anexos.....	32

INDICE DE GRÁFICOS

Tabla 1. Descripción de tratamientos utilizados en el ensayo	12
Figura 1. Distribución de los tratamientos.....	14
Gráfico 1. Medias de los tratamientos para la variable germinación.....	18
Gráfico 2. Medias de los tratamientos para la variable volumen de la raíz	20
Gráfico 3. Medias de los tratamientos para la variable longitud de la raíz	21
Gráfico 4. Medias de los tratamientos para la variable número de hojas.....	22
Gráfico 5. Medias de los tratamientos para la variable diámetro del tallo.....	23
Gráfico 6. Medias de los tratamientos para la variable clorofila.	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de mesones y establecimiento de las bandejas en el lugar de ensayo.....	32
Anexo 2. Etiquetado en las bandejas de ensayo.	32
Anexo 3. Colocación del sustrato y siembra en cada uno de los alvéolos.....	32
Anexo 4. Dosificación de ácido salicílico.....	33
Anexo 5. Toma de datos de cada tratamiento.	33
Anexo 6. Cuantificación de la clorofila en el laboratorio.	33
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable volumen de la raíz.	33
Anexo 8. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación.	33
Anexo 9. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz.....	33
Anexo 10. Análisis de varianza para la variable número de hojas.	33
Anexo 11. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.....	33
Anexo 12. Análisis de varianza para la variable clorofila.	33

RESUMEN

El cultivo de brócoli en las últimas décadas ha tenido un crecimiento tanto en el mercado nacional como internacional, por lo que es importante poseer plántulas que cumplan con una buena adaptabilidad para el trasplante, crecimiento y desarrollo para abastecer la oferta y calidad del mercado. El objetivo de esta investigación es evaluar varios sustratos junto a diversas concentraciones de ácido salicílico para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica). El presente ensayo se llevó a cabo en la parroquia Belisario Quevedo, perteneciente al cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Se realizó un diseño experimental utilizando bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de 3*3+1 con tres repeticiones (nueve tratamientos y un testigo). Los sustratos utilizados fueron S1(Floragard), S2(Klasmann TS1, S3(BM2) y la dosificación de ácido salicílico fue D1(1cc/L), D2(2cc/L) y D3(3cc/L), mientras que T(testigo) estaba conformado por humus y sin aplicaciones de AS. Los datos fueron analizados mediante la prueba Tukey al 5% con una comparación de medias entre los tratamientos. La aplicación se la realizó a los 7 y 14 días después de la siembra, mientras que la toma de datos se efectuó a los 30 días contando desde el momento que se sembró. Se evaluó el porcentaje de germinación, volumen y longitud de la raíz, número de hojas, diámetro del tallo y la clorofila total. En base al análisis estadístico se determinó que en cuatro variables predominó el tratamiento S1D1 (sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L), donde el volumen de raíz obtuvo un promedio de 1.64cc, la longitud de la raíz 8.73 cm, diámetro del tallo 1,49 cm y clorofila total 4.62 µg/g. Mientras que en la variable número de hojas el tratamiento que resalta fue S1D2 (sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L) que obtuvo mayor área foliar en comparación con los demás tratamientos con una media de 2.53 hojas. Por otra parte, el tratamiento S2D2 (Sustrato klasmann TS1 y una dosis de ácido salicílico de 2cc/L) obtuvo un porcentaje de germinación elevado con una media del 98.54%.

Palabras clave: Ácido salicílico, sustratos, brócoli, plántulas.

ABSTRACT

The cultivation of broccoli in the last decades has had a growth in both the national and international market, so it is important to have seedlings that meet good adaptability for transplanting, growth and development to supply the supply and quality of the market. The objective of this research is to evaluate various substrates together with different concentrations of salicylic acid for the production of broccoli (*Brassica oleracea* Var. *Italica*) seedlings. The present trial was carried out in the parish of Belisario Quevedo, in the canton of Latacunga, Cotopaxi province. An experimental design was carried out using completely randomized blocks (DBCA) with a factorial arrangement of 3*3+1 with three replications (nine treatments and a control). The substrates used were S1(Floragard), S2(Klasmann TS1, S3(BM2) and the dosage of salicylic acid was D1(1cc/L), D2(2cc/L) and D3(3cc/L), while T(control) consisted of humus and without AS applications. The data were analyzed using the Tukey test at 5% with a comparison of means between treatments. The application was made at 7 and 14 days after sowing, while data were collected 30 days after sowing. Germination percentage, root volume and length, number of leaves, stem diameter and total chlorophyll were evaluated. Based on the statistical analysis, it was determined that in four variables the S1D1 treatment (floragard substrate and salicylic acid at a dose of 1cc/L) predominated, where root volume obtained an average of 1.64cc, root length 8.73 cm, stem diameter 1.49 cm and total chlorophyll 4.62 µg/g. While in the variable number of leaves the treatment that stood out was S1D2 (floragard substrate and salicylic acid at a dose of 2cc/L) which had more leaf area compared to the other treatments with an average of 2.53 leaves. On the other hand, the S2D2 treatment (klasmann TS1 substrate and a salicylic acid dose of 2cc/L) obtained a high germination percentage with a mean of 98.54%.

Key words: Salicylic acid, substrates, broccoli, seedlings.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Introducción

El brócoli perteneciente a la familia de las Brassicáceas es procedente del Mediterráneo, Libia, Italia, Siria y Asia menor, en la actualidad posee una adaptabilidad a nivel mundial, pues se desarrolla en ambientes suaves y suelos que posean materia orgánica (**Álava y Vélez, 2021**). Es una planta herbácea con hojas grandes y lobuladas que poseen una cutícula cerosa e impermeable, tallo con entrenudos cortos, raíz pivotante y leñosa y una inflorescencia tipo pella. Se desarrolla a una temperatura de 15 a 18 °C, aunque el límite inferior se considera a los 5°C, mientras que a temperaturas mayores de 24 °C afectan la calidad del producto debido a la separación de sus floretes evitando así la compactación de la pella; necesita suelos con buen drenaje y un pH neutro, además de ser una planta mesofítica debe poseer de agua permanente y una humedad relativa (**Toledo, 2003**).

En el Ecuador el cultivo de brócoli ha tenido un incremento a partir de la década de los noventa, convirtiéndose en un producto de mayor exportación, considerando aproximadamente el 98% de su producción destinada para esta actividad en forma de congelados. Debido a la ubicación geográfica posee condiciones favorables para obtener un producto con un sabor dulce y verde brillante que es sumamente acogido a nivel mundial; la principal producción está ubicada en la Sierra donde la encabeza Cotopaxi con una exportación del 68%, seguida por Pichincha con el 16% e Imbabura con el 10%, mientras que otras provincias se dedican a la producción para el mercado local (**Calvopiña, 2015**).

En el cultivo de brócoli la parte más importante es obtener con éxito una buena plántula y esto depende mucho de la utilización de sustratos, por ende, es necesario seleccionar sustratos de buena calidad que cumplan con los requerimientos necesarios para evitar bajo rendimiento y problemas en el cultivo (**Ilbay, 2012**).

La necesidad de llevar una constancia adecuada dentro de la oferta y calidad en la producción de hortalizas ha provocado que esta logre especializarse y obtener un mejor desarrollo por sí misma, de un buen semillero depende toda la secuencia del cultivo y gracias a la aplicación de conocimientos se puede obtener varias ventajas **(Quesada y Méndez, 2014)**. La agricultura en los últimos 10 años ha tomado nuevas vías para obtener una mejor producción en condiciones de invernadero, está en los últimos años ha identificado un incremento del 20%, donde se busca mejorar el crecimiento de la planta en sustratos ya sean orgánicos e inorgánicos **(Cruz et al., 2013)**.

Los sustratos dentro de la horticultura están formados por turbas y otros materiales que son la parte importante de las raíces, ya que gracias a su medio poroso ayudan al eficaz desarrollo **(Vence, 2008)**.

La finalidad de obtener plántulas en bandejas es principalmente disminuir la pérdida de las semillas y buscar su adaptabilidad para un trasplante final. Las características fisicoquímicas de los sustratos son importantes para la producción de plántulas e inciden en el crecimiento y desarrollo de estas, es por eso que debe poseer buenas propiedades que posibiliten su uso, además con anterioridad deben ser evaluados para identificar aquéllos que presenten características aceptables **(Lazcano, 2021)**.

Por otra parte, el ácido salicílico es una molécula que tiene varios aspectos positivos como el enraizamiento y la reacción adecuada a varios procesos fisiológicos que se relacionan con el estrés, sequía, fitotoxicidad y bajas temperaturas **(Larqué et al., 2010)**.

Tucuch et al. (2015) manifiestan que el ácido salicílico es el encargado de incrementar la productividad dentro de las hortalizas, ya que incrementa el desarrollo radicular lo cual favorece para una mejor extracción de agua y nutrientes.

Con la utilización de sustratos adecuados y la adición de ácido salicílico se pretende obtener un volumen radicular satisfactorio. De esta manera el objetivo de esta investigación es evaluar los sustratos más idóneos junto al ácido salicílico en la producción de plántulas de brócoli con el fin de obtener una plántula de calidad con buenas respuestas para ser llevada al campo.

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Ácido Salicílico

El ácido salicílico es parte de un gran grupo de compuestos sintetizados llamados fenólicos, estos poseen en su estructura química un grupo hidroxilo unido a un anillo aromático. Se encargan principalmente en actuar en las funciones metabólicas de la planta como en las actividades alelopáticas, síntesis de lignina y en ciertos casos en la biosíntesis relacionado en la defensa como son las fitoalexinas **(Rangel et al., 2010)**.

1.1.2. Ácido Salicílico en la planta

El ácido salicílico muestra su respuesta en los cultivos a nivel celular favoreciendo de esta manera a los siguientes aspectos: termogénesis, inducción a la floración, absorción de nutrimentos, resistencia a patógenos y al crecimiento de raíces **(Vázquez Díaz et al. 2016)**.

En plántulas de chile jalapeño bajo condiciones de ácido salicílico en dosis de 0.1 y 0.2 mM obtuvieron mejor producción en biomasa foliar y en la raíz, debido a que el AS actúa como un regulador de crecimiento y en concentraciones bajas posee un efecto sobre el porte de las plantas, de igual forma en las raíces de la planta de soya logro efectos positivos en mejorar la longitud y densidad de sus raíces **(Sánchez, et al. 2011)**.

Lanqué-Saavedra et al., (2010) mediante un estudio realizado en plántulas de tomate indica que bajo la aplicación de ácido salicílico a los 9 y 13 días después de su emergencia y a los 7 días luego de la última aplicación fueron tomadas para determinar su efecto, significativamente se pudo determinar el incremento de la altura, área foliar, peso fresco, así también la longitud, área y perímetro de la raíz; considerando que el tratamiento de 1 μ M de AS, incrementó notablemente la longitud de la raíz a un 43 %,

14.8 % el tamaño del tallo y para finalizar el 38.6 % el área foliar en comparación con el testigo.

Souri y Tohidloo (2019) realizaron un estudio en plántulas de tomate en crecimiento que se encontraban bajo estrés por salinidad donde se aplicó ácido salicílico, en este caso las plantas logro una altura y área foliar más elevada a comparación con el testigo, además obtuvieron un mejor verdor en la hoja teniendo concentración de minerales de K, Fe y Ca debido a la actividad hormonal y los procesos bioquímicos que suceden en la planta bajo la aplicación de AS.

Por otro lado, un estudio realizado en semillas de fréjol que se encontraban en desarrollo inicial y bajo condiciones de estrés hídrico reporto resultados positivos al aplicar dosis de AS superiores a 10mM, logrando que este producto actué en la planta para activas sus mecanismos de defensa mejorando el desarrollo de la raíz y la parte aérea (**Schmit, et al. 2021**). Además, se encontraron resultados similares en la investigación de **Horváth et al, (2007)** donde la planta de *Raphanus sativus* tolero condiciones de sequía bajo la aplicación de AS. **El-Tohamy et al. (2018)** indica que varios estudios han demostrado que el ácido salicílico al ser aplicado en una planta bajo condiciones de estrés favorece aumentando el crecimiento, rendimiento, calidad de la planta y resistencia a agentes abióticos y bióticos.

1.1.3. Características fundamentales

1.1.4. Sustrato

Según **Hidalgo et al. (2009)** el sustrato es aquel material que posee varios componentes que le brinda a la planta un adecuado sostén, capacidad de intercambio catiónico, como también a la retención de humedad para que esta pueda desarrollarse, además de tener una buena porosidad y aireación para el desarrollo de la parte radical.

Un sustrato apto para el óptimo desarrollo en semilleros debe poseer una proporción de 1:1:1, esto se refiere a que debe poseer una tercera parte de materia

orgánica, otra de tierra y por ultimo un sustrato que le brinde una adecuada estructura (Calderón, 2006)

Ordoñez (2017) indica que los sustratos pueden ser clasificados según su origen:

Naturales:

- Turba
- Grava
- Tierra volcánica
- Arena
- Cascarilla de arroz
- Corteza de arboles
- Fibra de coco
- Compost de residuos orgánicos

Artificiales:

- Vermiculita
- Perlita
- Arcilla expandida
- Lana de roca
- Poliestireno expandido

1.1.5. Propiedades físicas del sustrato

El medio de cultivo es un aspecto importante para obtener buenos resultados durante el proceso germinativo, por ende, debe cumplir con las siguientes características:

Granulometría. - **Masaguer y López (2006)** mencionan que la granulometría se refiere al tamaño de las partículas, estas deben poseer una cierta homogeneidad entre

ellas con el fin de reducir el espacio poroso y ordenar entre finas y gruesas, de esta manera evitar la falta de aireación y la excesiva retención de agua.

Porosidad. - La porosidad es el volumen total no ocupado por las partículas sólidas, esto se refiere al volumen de aire en el material, se recomienda que no debe ser menor del 80-85%, aunque en ciertos casos porosidades menores pueden ser utilizadas satisfactoriamente en otras condiciones. Además, el grosor de los poros influye en la aireación y retención de agua, se indica que a mayor grosor disminuye la relación superficie/volumen por lo que provocaría que el poro quede parcialmente lleno (**InfoAgro, 2017**).

Agua fácilmente disponible. - **Ordoñez (2017)** indica que el agua fácilmente disponible se refiere a la diferencia que tiene con el volumen de agua retenido luego de ser saturado por el agua y dejarlo que drene 10 cm de su tensión matricial, esta debe oscilar entre el 20 a 30% de su volumen para considerarlo óptimo.

Densidad. - La densidad es el material sólido que lo compone, refiriéndose así a la densidad real, o también se puede considerar a la densidad calculada donde se toma en cuenta el espacio que ocupan los sólidos más el espacio poroso para considerarlo porosidad aparente (**Picón, 2013**).

Estructura. - En general puede ser granular como la mayoría de los sustratos o fibrilares. En el caso de la primera esta no presenta ninguna complejidad al momento de adaptarse a la forma del contenedor, por otro lado, la segunda está conformada por fibras que le oscilan a poseer una forma rígida y no tener la facilidad de adaptarse al contenedor, aunque al pasar de secas a mojadas posee cierta facilidad en incrementar su volumen y consistencia (**Picón, 2013**).

1.1.6. *Propiedades químicas del sustrato*

Capacidad de intercambio catiónico. - Hace referencia a la suma de cationes que pueden ser absorbidos por unidades de peso o volumen, se encuentran normalmente disponibles para la planta y son retenidos por efectos lixiviantes del agua, por otra parte, se dice que el pH está relacionado con la capacidad de los sustratos al momento de absorber cationes metálicos. Como ejemplo se puede considerar a la tuba rubia, pues su CIC incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g y con un pH de 3.5 hasta 5.5; esta propiedad se enfoca en gran medida a la parte fértil de los suelos (**Fernández y Bueno, 2019**).

Salinidad. - La salinidad principalmente es una solución acuosa que se mide por el contenido de sales disueltas, estas pueden ser medidas en mg/l o ppm, o también por la conductividad que es la capacidad de conducir corriente eléctrica. Comúnmente la salinidad provoca el bajo rendimiento de los cultivos y se puede determinar con relación al porcentaje de sodio y midiendo la conductibilidad eléctrica (**Mata et al., 2014**).

pH. - **Osorio (2012)** menciona que es una propiedad química que mide la acidez o salinidad de soluciones en forma acuosa y se considera que el pH es la parte negativa de las actividades de los protones, en los sustratos es importante tomar en cuenta este factor porque se indica que tan ácido o alcalino se encuentra el material. Para que una planta pueda tener un crecimiento adecuado el sustrato orgánico debe poseer un pH que vaya del 5.0 al 6.5 para considerarlo óptimo (**Picón, 2013**).

Relación Carbono/Nitrógeno. - La relación C/N es un índice de calidad del sustrato orgánico, se basa en indicar la disponibilidad de nitrógeno que se encuentra para la planta; cuando se muestran valores altos es una referencia de que la materia orgánica se descompone lentamente, ya que los microorganismos se encargan de inmovilizar el nitrógeno presente. Por otra parte, los valores que se encuentran entre

10 a 14 indican una buena mineralización ya que la parte microbiana se encuentra estimulada y activa (**Gamarra et al., 2018**).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar los sustratos y ácido salicílico en la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el sustrato de mayor eficiencia para la germinación y desarrollo bajo la aplicación de ácido salicílico.
- Evaluar aspectos agronómicos tanto en la raíz, tallos y hojas en las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*).
- Extraer y cuantificar la clorofila del material vegetal.

1.2.3. Descripción del cumplimiento de los objetivos

- El sustrato que obtuvo mayor porcentaje de germinación fue el tratamiento S2D2 compuesto por sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L donde se obtuvo una media del 98.54%.
- Con respecto a la variable volumen y longitud de la raíz se determinó que el tratamiento S1D1 mostro valores promedio más elevados, por otra parte, la variable número de hojas resalto el tratamiento S2D1. Por último, la variable diámetro de tallo reacciono de mejor manera con el tratamiento S1D1.
- Con la utilización del espectrofotómetro y el análisis estadístico se determinó que el tratamiento que mayor porcentaje de clorofila obtuvo fue el tratamiento S1D1.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

2.1.1. *Materiales*

- Bandejas de germinación
- Bomba manual
- Sustratos comerciales (Floragard, Klasmann TS1, BM2)
- Semillas de brócoli
- Cubierta plástica
- Ácido Salicílico
- Humus de lombriz
- Acetona
- Etiquetas

2.1.2. *Equipos*

- Calibrador Vernier
- Regla graduada
- Probeta graduada
- Mortero
- Centrifuga
- Espectrofotómetro
- Computador

2.2. Métodos

2.2.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación

El enfoque dominante es cuantitativo. La modalidad fue de carácter experimental y de campo. Para este trabajo de investigación se realizó la combinación de variables, donde se probaron varios sustratos y ácido salicílico a diferentes dosis.

2.3. Ubicación del ensayo

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en la parroquia de Belisario Quevedo, situada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, a la latitud de 0°58'13" Sur y 78°35'18" longitud oeste, a la altitud de 2867 m.s.n.m. **(Datos tomados con GPS, Sistema de Posicionamiento Global).**

2.4. Características del lugar

2.4.1. Características climáticas

ClimaDate (s.f.) indica que el clima en Latacunga se clasifica en frío y templado y que tiene una cantidad de lluvia significativa, posee una temperatura promedio que oscila entre los 12.0 °C y una precipitación de 1946 mm con relación a todo el año.

2.4.2. Características del suelo

Debido a la actividad volcánica de la zona, procesos erosivos y varios episodios geológicos es lo que ha influido en los particulares relieves que posee el lugar, por ende, el cantón Latacunga posee suelos que en su mayor parte pertenecen al orden de los Inceptisoles, principalmente estos se caracterizan por tener ciertas partes de

material volcánico, con una textura franco-arenosa y una estructura suelta (Gavilánez y Molina, 2013).

2.5. Factores de estudio

2.5.1. Sustratos

S1: Floragard

S2: Klasmann TS1

S3: BM2

2.5.2. Dosis de ácido salicílico

D1: 1cc/L

D2: 2cc/L

D3: 3cc/L

2.5.3. Testigo

Al testigo no se realizará la aplicación de ácido salicílico.

2.6. Tratamientos

Tabla 1. Descripción de tratamientos utilizados en el ensayo

TRATAMIENTO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	S1D1	Sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L
2	S1D2	Sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L
3	S1D3	Sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 3cc/L
4	S2D1	Sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L
5	S2D2	Sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L
6	S2D3	Sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 3cc/L
7	S3D1	Sustrato BM2 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L
8	S3D2	Sustrato BM2 y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L
9	S3D3	Sustrato BM2 y ácido salicílico a una dosis de 3cc/L
10	T	Humus de lombriz sin dosis

Elaborado por: Gutiérrez, 2023

2.7. Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en arreglo factorial de 3*3+1, con tres repeticiones. A los tratamientos con respuesta significativa se aplicó la prueba Tukey al 5%.

2.8. Características del ensayo

2.8.1. Características de la parcela neta

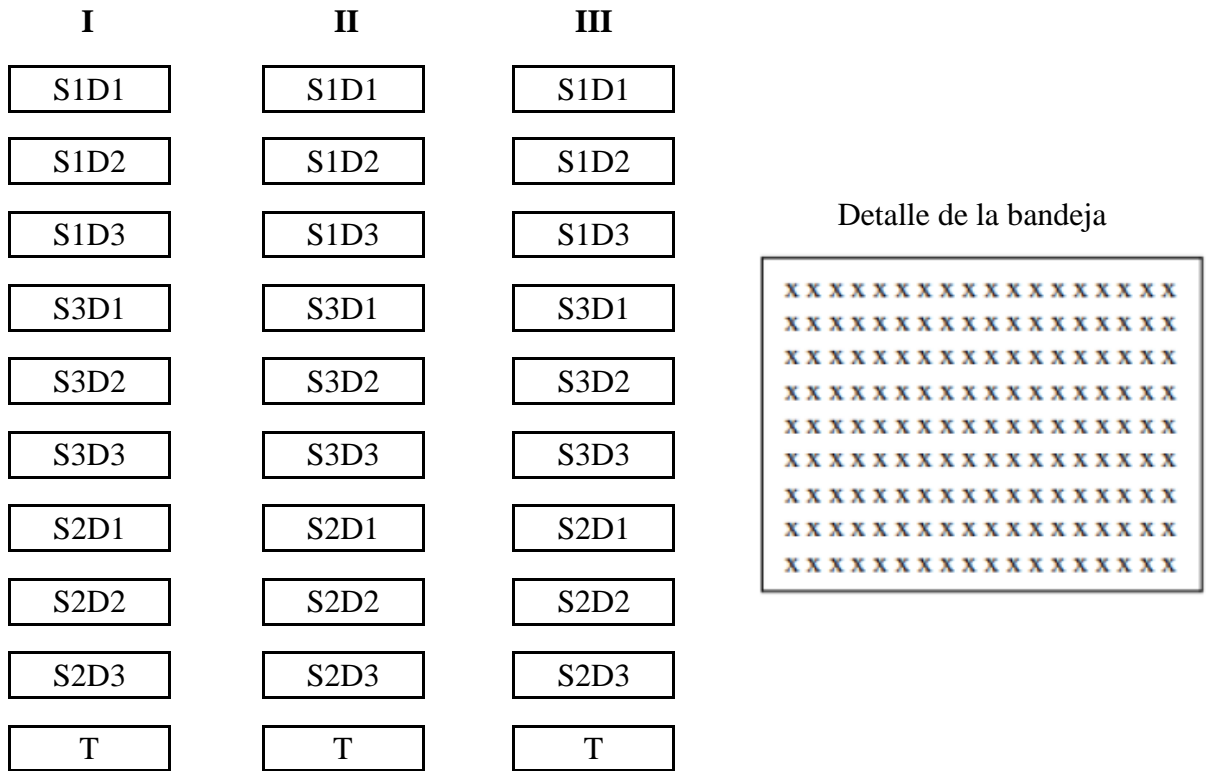
Ancho	0.34 m
Largo	0.67 m
Área total	0.23 m ²
Número de plántulas a analizar	10
Número total de bandejas	10
Área total de bandejas	2.28 m ²
Área total del ensayo	2.70 m ²
Número total de plántulas	3380

2.8.2. Características de la bandeja

Número de plántulas por bandeja	338 alvéolos
Cavidades	13 x 26 alvéolos
Dimensión externa	0.34x0.67 m
Área total	2278 m ²

2.8.3. Esquema de distribución

Figura 1. Distribución de los tratamientos



2.9. Hipótesis

H1: Los sustratos junto al ácido salicílico favorecen la producción de plántulas y mejor enraizamiento de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*).

H0: Los sustratos junto al ácido salicílico no favorecen la producción de plántulas y no ayudan al enraizamiento de brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*).

2.10. Manejo del ensayo

2.10.1. Adquisición de la semilla, sustratos y ácido salicílico.

Las semillas se adquirieron de la casa comercial Agro semillas, estas ya se encontraban previamente desinfectadas. De igual manera los sustratos Floragard, Klamann TS1 Y BM2, mientras que el ácido salicílico se adquirió en la Casa del Químico.

2.10.2. Características de la cubierta plástica

La cubierta posee una estructura de madera, con plástico transparente de un calibre de 7 micras, a una altura de 3.5m en el centro y 2.5m en la parte lateral. Son 6m de largo y 4m de ancho dando en total 24 m².

2.10.3. Características de bandejas germinadoras

Las bandejas de germinación son de espuma flex, de 67 cm de largo por 34 cm de ancho y una altura de 4.5 cm, con una capacidad de 338 alvéolos con 14 cc por cada uno.

2.10.4. Colocación y distribución del sustrato en las bandejas

Se colocó los diferentes sustratos según lo establecido en las bandejas de germinación.

2.10.5. Siembra

Se colocó la semilla en cada una de las bandejas germinativas de forma manual, una por alvéolo con su respectivo tapado.

2.10.6. Riego

Se realizó de forma manual en las primeras horas de la mañana y a la tarde utilizando una bomba manual

2.10.7. Aplicación del ácido salicílico

Se efectuó la aplicación de este producto a los 7 y 14 días después de la siembra, con la ayuda de una bomba manual. En dosis de 1, 2 y 3 cc/l.

2.11. Variables respuesta

2.11.1. Porcentajes de germinación

Se refiere a una estimación de la viabilidad de una población de semillas y da a conocer una medida del proceso de germinación. La tasa de germinación se determinó mediante el cálculo del porcentaje de germinación. Para esta variable de cada tratamiento se realizó un conteo a los 8 días en cada una de las bandejas germinativas.

$$\% \text{ de germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ total de semillas}} \times 100$$

2.11.2. Volumen de la raíz

A los 30 días se determinó el volumen del sistema radicular, a 10 plántulas tomadas al azar, se utilizó el principio de Arquímedes y con la ayuda de una probeta graduada se determinará el valor por desplazamiento del líquido.

2.11.3. Longitud de la raíz

A los 30 días se midió la variable longitud de las raíces, estas serán medidas mediante una regla graduada desde la base hasta el ápice de la raíz, para lo cual fueron consideradas 10 plántulas al azar de cada tratamiento.

2.11.4. Número de hojas

El número de hojas por plántula se determinó a los 30 días desde la siembra, registrado a 10 plantas tomadas al azar.

2.11.5. Diámetro de tallo

Se lo realizo a los 30 días, para lo cual se tomó 10 plántulas al azar y se utilizó un pie de rey para determinar el diámetro.

2.11.6. Cuantificación de clorofila

Se realizó un método cuantitativo con la ayuda de un espectrofotómetro donde se evaluó la clorofila a, b y total. Esto se realizó con plántulas de 30 días.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusiones de los resultados

3.1.1. Porcentaje de germinación

Con relación a la presente variable se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 5%, donde se obtuvo tres rangos de significación (Gráfico 1). Las medias de cada tratamiento se las colocó de manera descendente donde se determinaron diferencias significativas, determinando que el tratamiento S2D2 (Sustrato klasmann TS1 y con dosis de ácido salicílico de 2cc/L) tiene una media de 98.54% que muestra mayor porcentaje de germinación (Rango A), mientras que los tratamientos S2D1 (98,51%), S3D3 (97,65%), S3D1(97,37%), S2D3 (97,33%), S1D2 (97,15%), S3D2 (97,05%) y S1D1 (96,40%) comparten el segundo lugar en la prueba (Rango AB) no poseen diferencias estadísticas entre sí, más bien se puede observar que existen mínimas variaciones numéricas. Por otra parte, el testigo (T) 85.79% de germinación, obtuvo el porcentaje más bajo de germinación ubicándose en el último lugar de la prueba (Rango C).

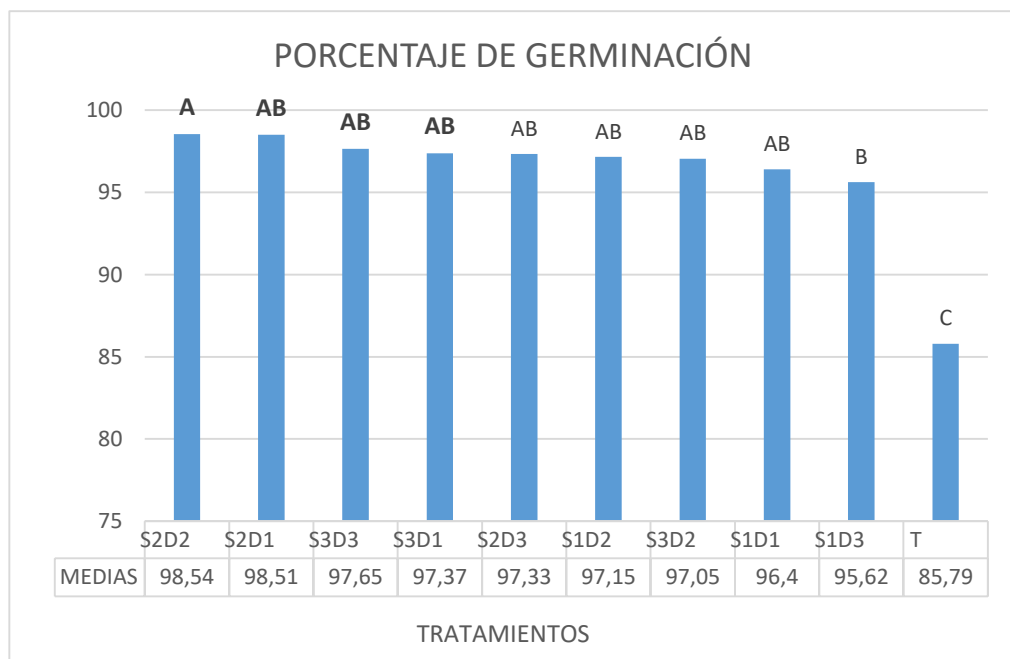


Gráfico 1. Medias de los tratamientos para la variable porcentaje de germinación.

Un trabajo de investigación efectuado por **Montufar (2007)**, donde se evaluó el porcentaje de germinación con el uso de sustratos comerciales en cebolla obtuvo un 100% de germinación usando el sustrato Floragard, mientras que el testigo que estaba principalmente compuesto por abono orgánico alcanzo un 71.0 % de germinación, por lo que se puede indagar que los tratamientos S1D1. S1D2 Y S1D3 que estaban principalmente compuestos por Floragard no alcanzaron buenos porcentajes de germinación, por otro lado, el testigo tuvo un porcentaje más alto de germinación con relación al testigo del estudio realizado por Montufar; aunque no es una cantidad sumamente aceptada.

3.1.2. Volumen de la raíz

En base al estudio estadístico relacionado con el volumen de la raíz, Gráfico 2, se puede deducir que existen diferencias significativas, donde resalta el tratamiento S1D1, el cual está conformado por sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L con una media de 1.64 cc. Por otra parte, el tratamiento S3D3 compuesto por sustrato BM2 y ácido salicílico a una dosis de 3cc/L obtuvo una media de 1.5 cc, considerando uno de los tratamientos más bajos, pues el testigo conformado por humus en comparación con el resto posee el valor promedio más bajo de 1.14cc.

Con la aplicación de ácido salicílico (1cc/L) se obtuvo un incremento en volumen de raíz de 43% con relación al testigo, posiblemente se debe a que el AS estimula el incremento de azúcares y proteínas a nivel del sistema radicular, acelerando la división y extensión de células meristemáticas apicales, lo que concuerda con los resultados obtenidos por **Dzib (2021)** quien menciona que evaluó el ácido salicílico en la germinación y crecimiento radicular en tomate, utilizando dosis de 1, 0.01 y 0.0001 μM de ácido salicílico (AS); obteniendo como resultado que en concentraciones de 1 y 0.0001 μM de AS promueven el crecimiento de raíces secundarias ocasionando una fácil diferenciación.

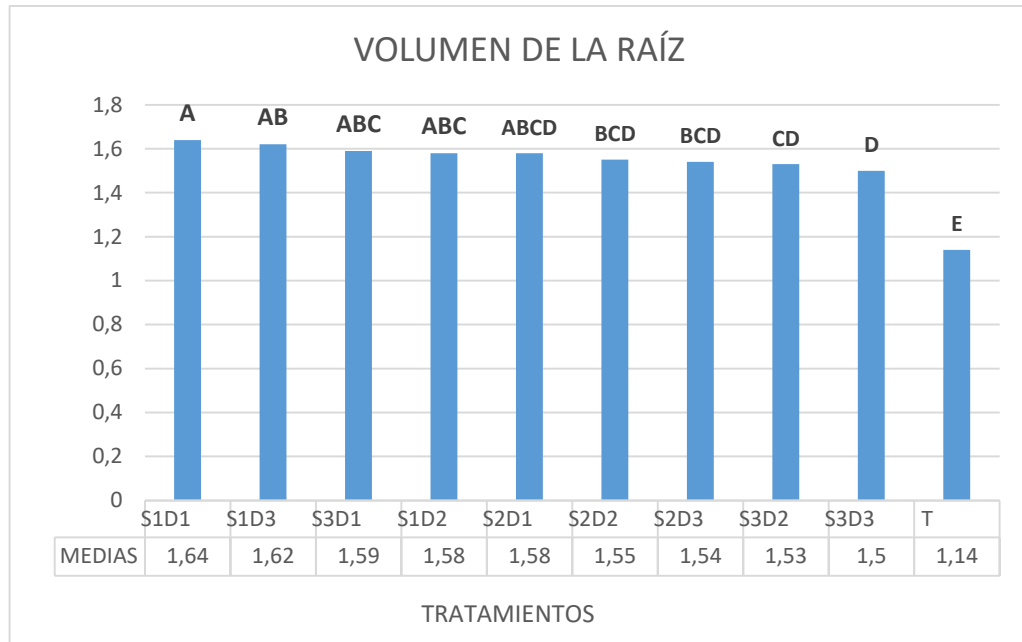


Gráfico 2. Medias de los tratamientos para la variable volumen de la raíz

3.1.3. Longitud de la raíz

Según los resultados estadísticos obtenidos en la variable longitud de la raíz Gráfico 3, se puede deducir que el tratamiento que más resalto fue S1D1 (Sustrato floragard a una dosis de 1cc/L) con una media de 8.73cm, aunque en comparación con los tratamientos S3D1 (Sustrato BM2 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L) y S2D1 (Sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L) no existen diferencias significativas, más bien presenta diferencias numéricas, ya que ambas poseen una media de 8.7 cm. El testigo a comparación del resto presento el valor más bajo con una media de 5.29 cm (Rango E).

Quizá se deba a que el ácido salicílico ayuda a que se promueva la división celular en el meristemo apical, logrando aumentar el tamaño de la cofia y la visibilización de las raíces laterales. **Larqué-Saavedra et al., (2010)** resalta que en su trabajo de investigación realizado en plántulas de tomate obtuvo un mayor desarrollo radicular con la aplicación de ácido salicílico a una concentración de 1.0 μM obteniendo un incremento considerable a comparación con el testigo, por otro lado, Valadez (2002) manifiesta que la longitud óptima que debe poseer la parte radicular va entre 5 a 6 cm

de largo para ser trasplantada a campo, por consiguiente los datos obtenidos de todos los tratamientos cumplen con este parámetro y se encuentran en un estándar adecuado aunque unos sobresalen entre otros.

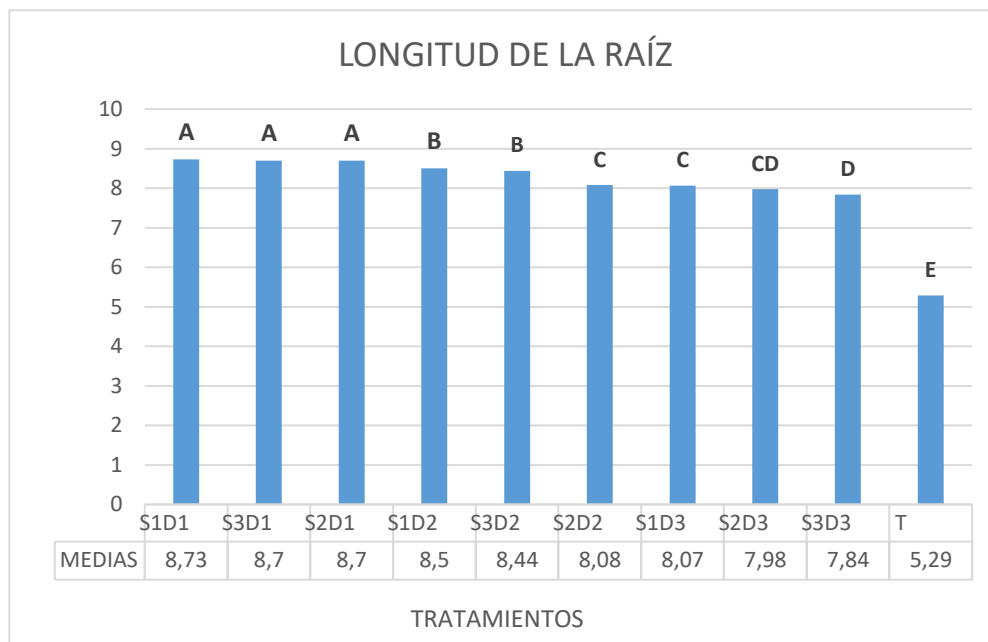


Gráfico 3. Medias de los tratamientos para la variable longitud de la raíz

3.1.4. Número de hojas

Según los datos presentados en el Gráfico 4, el testigo a comparación con los demás tratamientos es significativamente diferente, pues este posee el menor número de hojas teniendo como media 2.03 hojas (Rango B), por lo contrario, el resto de los tratamientos no muestra diferencias estadísticas significativas, más bien solo numéricas; en este caso el que encabeza la lista es el tratamiento S2D1 (Sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/) presentando una media de 2.53 hojas (Rango A).

La investigación realizada por **Guzmán-Antonio et al. (2012)** relacionado con “El efecto del ácido salicílico en las plántulas de chile habanero” indica que obtuvo mayor número de hojas al ocupar aplicaciones de $10^{-8}M$ de ácido salicílico, por esta razón se puede decir que todo se relaciona con este compuesto fenólico, pues este actúa

estimulando el contenido de clorofila, minerales, raíces, flavoides y área foliar. Sin embargo, **Bussard (2004)** expone que la plántula de brócoli debe poseer de 4 a 5 hojas verdaderas para considerarla adecuada para el trasplante, no obstante, ningún tratamiento cumple con esta característica indicada.

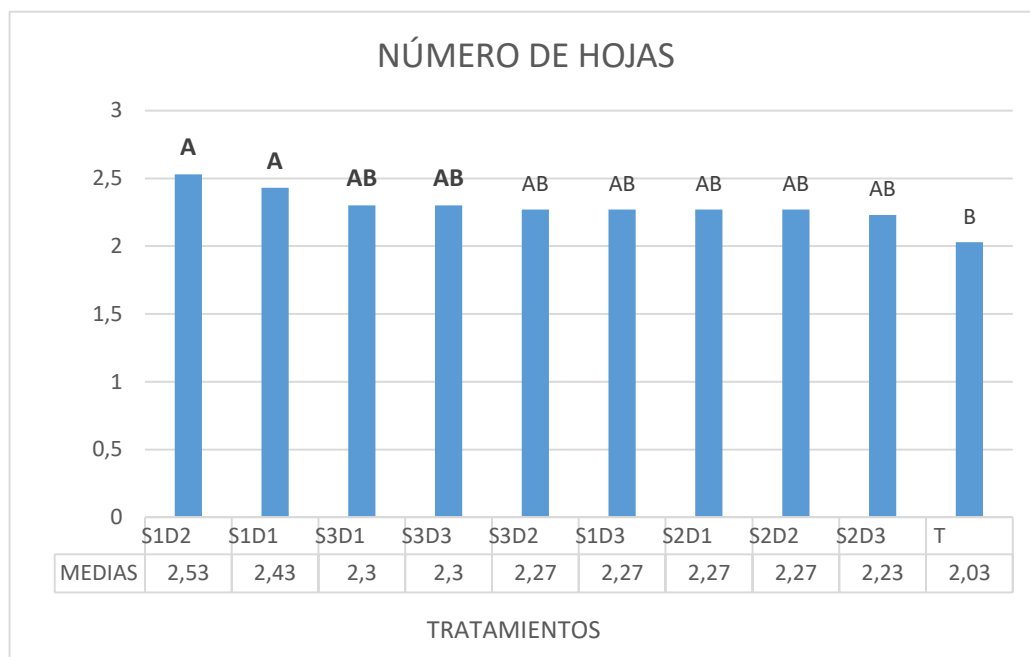


Gráfico 4. Medias de los tratamientos para la variable número de hojas

3.1.5. Diámetro del tallo

En el Gráfico 5, se aprecia el análisis de varianza relacionado con la variable diámetro del tallo, donde el tratamiento que más resalto fue S1D1 (Sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L) el cual posee una media de 1.49 cm (Rango A); mientras que el testigo es el que posee la media más baja de 1.26cm (Rango B). Cabe recalcar que con los demás tratamientos no existe diferencias significativas con relación al mejor tratamiento, más bien solo posee pequeñas variaciones numéricas ya que éstas están establecidas en un mismo rango (Rango A). **Villanueva-Couoh (2009)** menciona en su investigación que al aplicar ácido salicílico en plantas de crisantemo se modificó significativamente el diámetro del tallo; esto se debe a que el AS induce a la producción de ácido indolacético y naftalenacético que se los denomina como los principales reguladores de crecimiento. Además, en plantas de soya tratadas con ácido

salicílico se reportó que estas crecían 0.33 cm diariamente a comparación con el testigo Zhao et al. (1995).

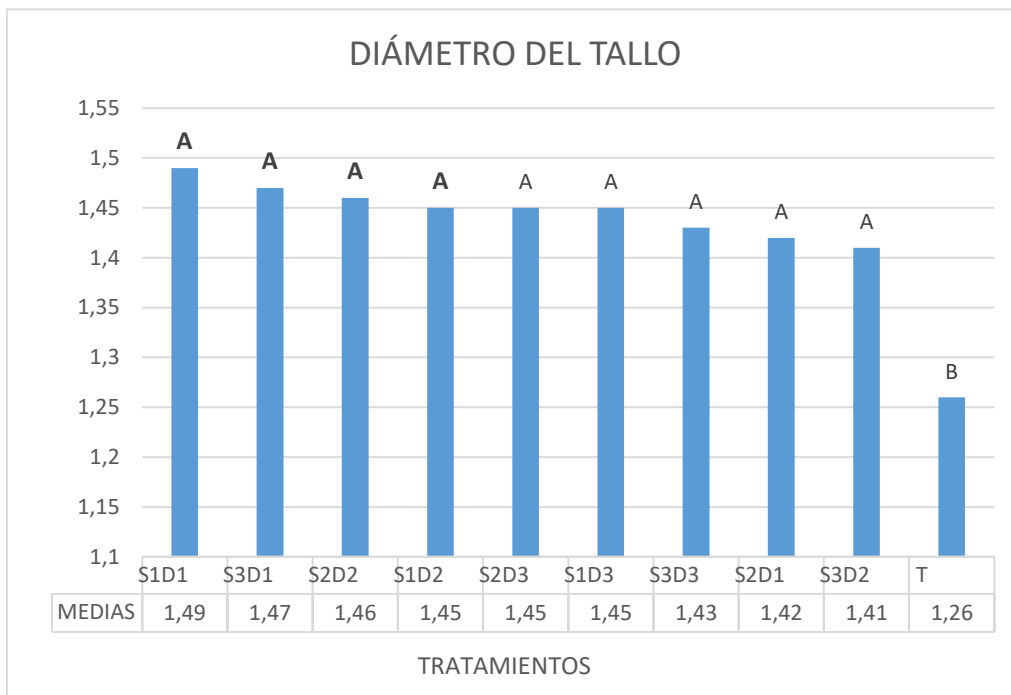


Gráfico 5. Medias de los tratamientos para la variable diámetro del tallo.

3.1.6. Clorofila

A los 30 días se realizó la cuantificación de la clorofila a, b y total, para esta variable solo se tomó en cuenta el valor de la clorofila total (Gráfico 6), se presentaron diferencias significativas donde se encuentran tres rangos; el tratamiento que presenta mayor clorofila es S1D1 (Sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L) obteniendo una media de 4.62 $\mu\text{g/g}$ (Rango A), por otra parte, el que obtuvo menor clorofila es el tratamiento S3D2 (Sustrato BM2 a una dosis de 2cc/L) con una media de 2, 58 $\mu\text{g/g}$ (Rango C).

Esto se puede deber a que el ácido salicílico aumenta la proteína, prolina y la cantidad de clorofila en las hojas, además actúa sobre la enzima Rubisco que se encarga de aumentar el contenido de carotenos, carbohidratos y clorofila, a, b y total o en ciertos casos evitando su pérdida, **Wang et al. (1995)** en su estudio realizado en trigo indica que bajo la aplicación de AS las plantas no perdían la clorofila con el tiempo, más bien la mantenía, esto favoreciendo a una mayor capacidad fotosintética.

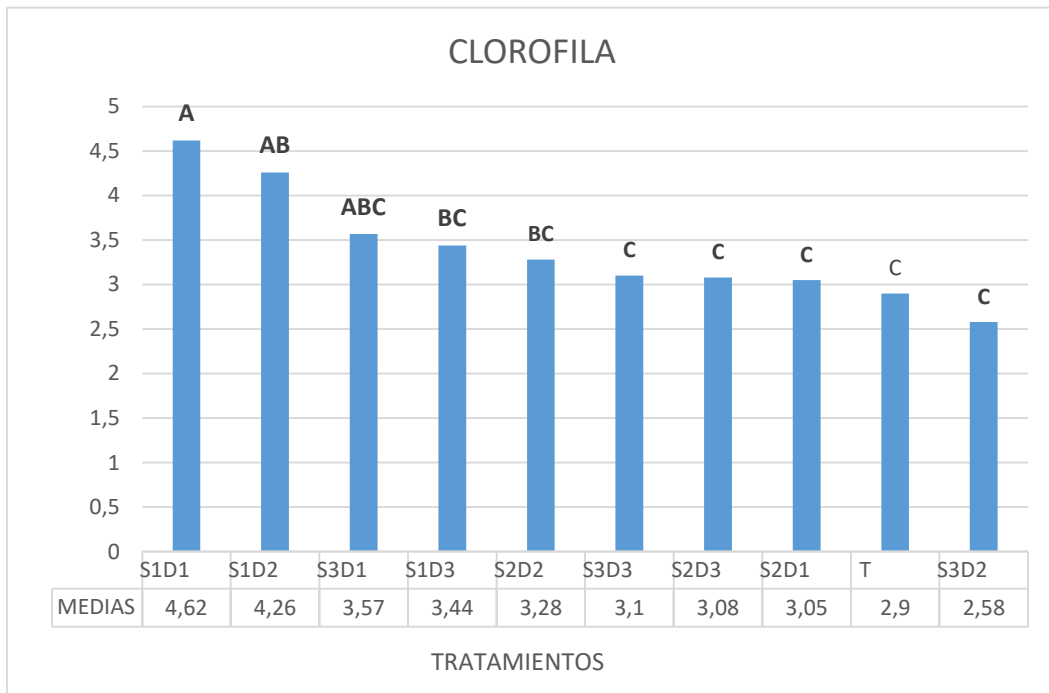


Gráfico 6. Medias de los tratamientos para la variable clorofila.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se evaluaron los distintos sustratos y mediante los resultados obtenidos el tratamiento S2D2 compuesto por sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 2cc/L fue el que reporto mayor porcentaje de germinación, en este caso obtuvo un porcentaje de germinación del 98.54% que se lo determino a los 8 días desde la siembra; siendo un valor que destaca sobre el testigo (T) compuesto por humus que registro un valor promedio bajo.
- Mediante el trabajo de investigación se obtuvieron varias respuestas morfológicas, con respecto a la variable volumen y longitud de la raíz se concluye que el tratamiento S1D1 conformado por sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L mostro valores promedio más elevados, por otra parte, la variable número de hojas alcanzo una mejor respuesta al utilizar el tratamiento S2D1 compuesto por sustrato klasmann TS1 y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L. Por último, la variable diámetro de tallo reacciono de mejor manera con el tratamiento S1D1 (sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L), identificando que en menor concentración de ácido salicílico las plántulas obtuvieron resultados notables a comparación de la concentración más alta que corresponde a 3cc/L de AS.
- Se identificó en el laboratorio y de manera estadística, donde se usó el espectrofotómetro para obtener la clorofila a, b y total, luego mediante el análisis estadístico se determinó que las plantas que fueron tratadas con el tratamiento S1D1 compuesto por sustrato floragard y ácido salicílico a una dosis de 1cc/L obtuvo mayor cantidad de clorofila en sus hojas.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda sumergir a la semilla en ácido salicílico antes de la siembra para que actúe junto al sustrato y obtener una nueva base de datos para próximas investigaciones
- Se recomienda utilizar bajas concentraciones de ácido salicílico, debido a que se obtuvo mejores resultados en el ensayo referentes a la respuesta en la raíz, diámetro del tallo, número de hojas y clorofila total.
- Se recomienda realizar investigaciones con varias dosis de ácido salicílico con respecto a su acción como fungicida e insecticida en plantas durante su crecimiento vegetativo.

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

Bibliografía

- Álava, A., & Vélez, P. (2021). Análisis de los canales de comercialización de brócoli en Ecuador. *Revista Tecnológica - Espol*, 33(3), 181-201. <https://doi.org/10.37815/rte.v33n3.857>
- Bussard, L. (2004). Cultivo Hortícola. 4ta.Edicion. Barcelona, España. Ed. Salvat.
- Calderón, A. (2006). Sustratos agrícolas. 56, 1-4. <https://lecturayescrituraunrn.files.wordpress.com/2013/08/sustratos-agricolas1.pdf>
- Calvopiña, D. (2015). Análisis de competitividad del sector del Brócoli en Ecuador en el período 2007-2013. In Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ClimaDate. (s.f.). Climograma Latacunga. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-cotopaxi/latacunga-2966/>
- Cruz, E., Can, A., Sandoval, M., Bugarín, R., Robles, A., & Juárez, P. (2013). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias*, 2 (2): 17-26
- Dzib, G., Villanueva, E., Garruña, R., Vergara, S & Larqué-Saavedra, A. (2021). Efecto del ácido salicílico en la germinación y crecimiento radicular del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(4), 735-740.
- El-Tohamy. W., El-Abagy-H., Badr, M & Gruda, N. Effect of exogenous salicylic acid on the response of snap bean (*phaseolus vulgaris* l.) and jerusalem artichoke (*helianthus tuberosus* l.) to drought stress. *Acta Scientiarum Polonorum*, 17(4). <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.4.8>
- Fernández, J., & Bueno, R. (2019). La capacidad de intercambio catiónico del suelo: una bóveda de nutrición clave en la producción de alimentos. *Ámbito Investigativo*, 1(2). <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1029&context=ai>

- Gamarra, C., Díaz, M., Vera, M., Pilar, M., & Cabrera, A. (2018). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(46), 4-26. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.134>
- Gaviláñez., G & Molina., B. (2013). *Gestión de las descargas contaminantes sobre el Río Cutuchi en el área de influencia de la ciudad de Latacunga*. [Escuela Politecnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6897/1/CD-5168.pdf>
- Guzmán-Antonio, A., Borges-Gómez, L., Pinzón-López, L., Ruiz-Sánchez, E & Zúñiga-Aguilar, E. (2012). Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. *Agronomía Mesoamericana*, 23(2), 247-257. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n02_0247.pdf
- Hidalgo, P., Sindoni, M., & Méndez, J. (2009). Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 282– 288. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308197>
- Horváth, E., Szalai, G & Janda, T. (2007). Induction of Abiotic Stress Tolerance by Salicylic Acid Signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26, 290-300. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-007-9017-4>
- Ilbay, L. (2012). *Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (Brassica oleracea Var. Itálica)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3173/1/Tesis-32agr.pdf>
- InfoAgro. (2017). Tipos de sustratos de cultivo. Recuperado el 01 de diciembre del 2022, <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>
- Larqué, A., Martín, R., Nexticapan, A., Vergara, S., & Gutierrez, M. (2010). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 183-187

- Larqué-Saavedral, A., Martín-Mex, R., Nexticapán-Garcéz, A., Vergara-Yoisural, S., & Gutiérrez-Rendón, M. (2010). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 16(3). 183-187.
- Lazcano, M; Sandoval, E; Tornero, M; Hernández, B; Ocampo, I y Díaz, R. (2021). Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (1), 61-76.
- Masaguer, A., & López, M. (2006). Sustratos para viveros. *Viveros/Extra*, 8. http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/m_cruz_a_masaguer.pdf
- Mata, I., Rodríguez, M., López, J., & Vela, G. (2014). Dinámica de la salinidad en los suelos. *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*, 1 (5), 26-35. http://cbs1.xoc.uam.mx/e_bios/docs/2014/05_SALINIDAD_EN_SUELOS_ESPANOL.pdf
- Montufar, K. (2021). *Evaluación de diferentes sustratos comerciales sobre la viabilidad de semillas de cebolla (Allium cepa L.)*. [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32447/1/Tesis-273%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Mont%C3%BAfar%20Villac%C3%ADs%20Klever%20Arturo.pdf>
- Ordoñez, C. (2017). *Evaluación de humus y compost en mezclas con materiales orgánicos como sustratos alternativos para la producción de plántulas de brócoli (brassica oleracea l.) en la quinta experimental docente la Argelia*. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18473/1/CLAUDIO%20ALEXANDER%20ORDO%C3%91EZ%20CABRERA.pdf>
- Osorio, N. (2013). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal Volumen*, 1(4), 4. <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>

- Picón, R. (2013). *Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum mill). en los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.* [Universidad San Carlos de Guatemala]. http://cunori.edu.gt/descargas/TESIS_RIGOBERTO_PICN.pdf
- Quesada, G., & Méndez, C. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana*, 16(2): 171-183
- Rangel, G., Castro, E., Beltrán, E., Reyes, H., & García, E. (2010). El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas*, 12(2): 90 – 95.
- Sánchez, E., Barrera, R., Muñoz, E., Ojeda, D & Anchondo, A. (2011). Efecto del ácido salicílico sobre biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(spe1), 63-68.
- Schmit, R., Peruzzo, J., Sganzerla, W., Bacheaga, G., Oliveira, L., Lima, A., Iaschitzki, P & Primieri, S. (2021). Salicylic acid application in the initial development of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under water stress conditions: Agronomical and antioxidant parameters. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, (31). <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101896>
- Souri, M & Tohidloo, G. (2019). Efectiveness of diferent methods of salicylic acid application on growth characteristics of tomato seedlings under salinity. *Biological Technologies and Agriculture*, 1(7), 6-26. <https://doi.org/10.1186/s40538-019-0169-9>
- Toledo, J. (2003). Cultivo de brócoli. *Ministerio de Agricultura*, 1. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/895/1/Toledo-Cultivo_brocoli.pdf
- Tucuch, C., Alcántar, G., & Lanqué, A. (2015). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. *Terra Latinoamericana*, 33(1), 94-108.
- Valadez, A. (2002). Produccion de hortalizas. Editorial Limusa S.A. Mexico.p.127.

- Vázquez Díaz, D., Salas Pérez, L., Preciado Rangel, P., Segura Castruita, M., González Fuentes, J., & Valenzuela García, J. (2010). Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 17(1), 3405-3414
- Vence, L. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Suelos*, 26(2), 105-114.
- Villanueva-Couoh, E., Alcántar-González, G., Sánchez-García, P., Soria-Fregoso, M., & Larque-Saavedra, A. (2009). Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium*(Ramat) Kitamura] en Yucatán. *Revista Chapingo*, 15(spe), 25-31.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000400005
- Zhao, H., Lin, X., Shi, H & Chang, S. (1995). The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. *Acta Agronómica Sinica*, 21, 351–355.

Anexos

Anexo 1. Elaboración de mesones y establecimiento de las bandejas en el lugar de ensayo.



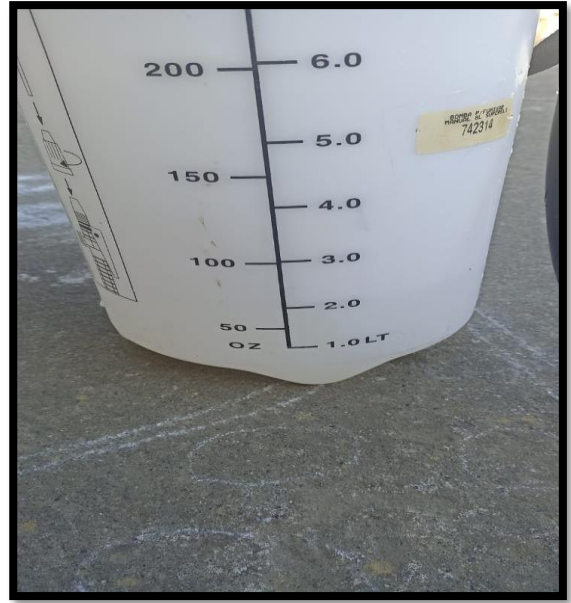
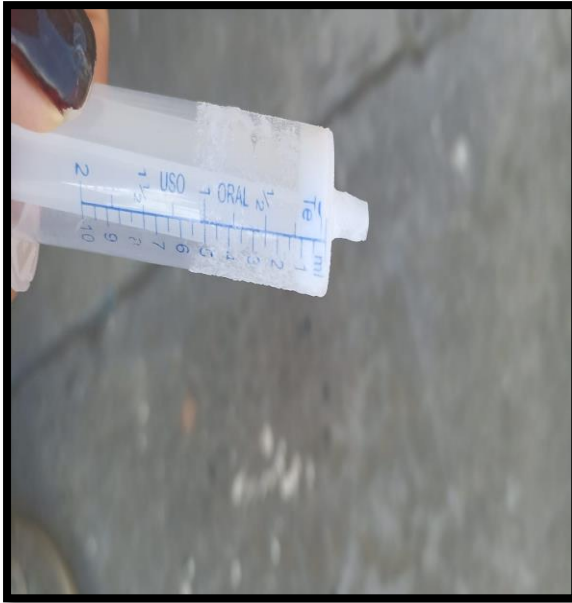
Anexo 7. Colocación del sustrato y siembra en cada uno de los alvéolos.



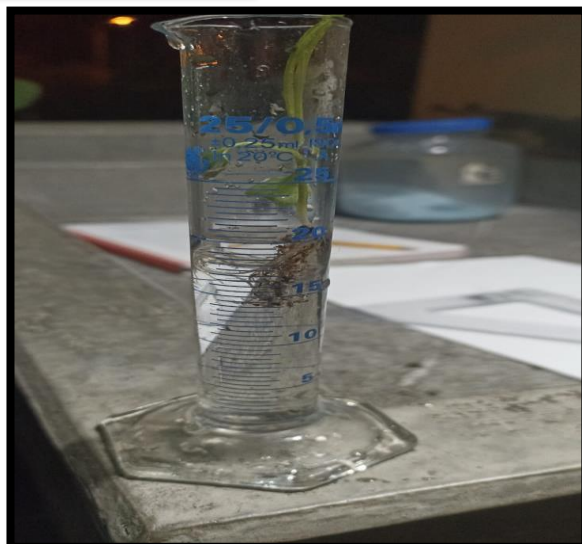
Anexo 4. Etiquetado en las bandejas de ensayo.



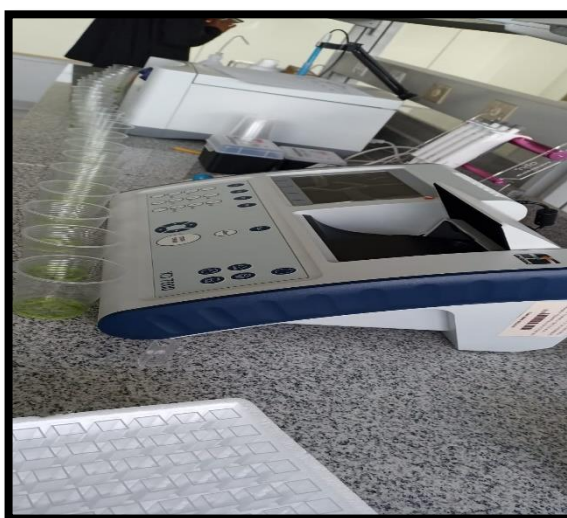
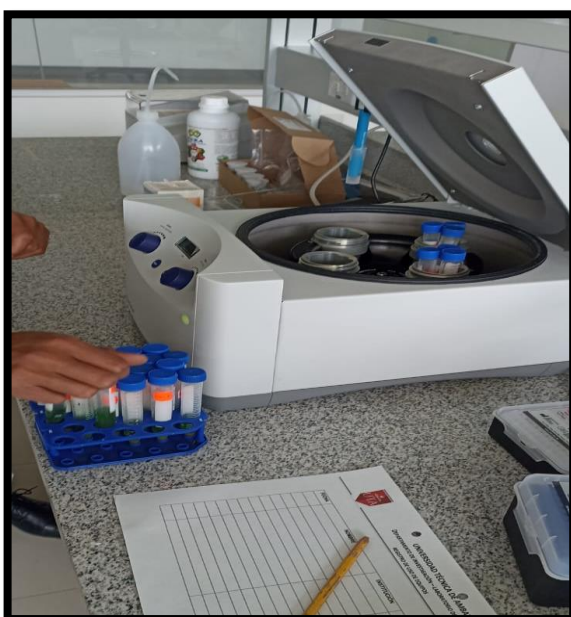
Anexo 10. Dosificación de ácido salicílico.



Anexo 13. Toma de datos de cada tratamiento.



Anexo 16. Cuantificación de la clorofila en el laboratorio.



Anexo 22. Análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación.

% GERMINACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% GERMINACIÓN	30	0,96	0,93	1,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	0,89	2	0,45	0,46	0,6410
TRATAMIENTOS	377,66	9	41,96	42,94	<0,0001
SUSTRATO	13,57	2	6,79	6,77	0,0064
DOSIS	2,53	2	1,27	1,26	0,3068
SUSTRATO*DOSIS	4,38	4	1,10	1,09	0,3899
T VS RESTO	357,17	1	357,17	365,49	<0,0001
Error	17,59	18	0,98		
Total	396,14	29			

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable volumen de la raíz.

VOL. RAÍZ

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOL. RAÍZ	30	0,98	0,96	1,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	1,9E-03	2	9,4E-04	1,36	0,2825
TRATAMIENTOS	0,55	9	0,06	88,59	<0,0001
SUSTRATO	0,03	2	0,01	20,37	<0,0001
DOSIS	0,01	2	0,01	10,31	0,0010
SUSTRATO*DOSIS	0,01	4	1,4E-03	1,95	0,1454
T vs RESTO	0,51	1	0,51	728,06	<0,0001
Error	0,01	18	7,0E-04		
Total	0,57	29			

Anexo 25. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz.

LONG. RAÍZ

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG. RAÍZ	30	1,00	1,00	0,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	4,3E-03	2	2,2E-03	0,52	0,6027
TRATAMIENTOS	28,05	9	3,12	747,95	<0,0001
SUSTRATO	0,15	2	0,07	17,41	0,0001
DOSIS	2,52	2	1,26	296,17	<0,0001
SUSTRATO*DOSIS	0,24	4	0,06	14,14	<0,0001
T VS RESTO	25,14	1	25,14	6034,41	<0,0001
Error	0,07	18	4,2E-03		
Total	28,13	29			

Anexo 28. Análisis de varianza para la variable número de hojas.

HOJAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# HOJAS	30	0,58	0,33	5,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	0,01	2	3,0E-03	0,16	0,8492
TRATAMIENTOS	0,45	9	0,05	2,77	0,0314
SUSTRATO	0,12	2	0,06	3,33	0,0590
DOSIS	0,04	2	0,02	1,06	0,3667
SUSTRATO*DOSIS	0,07	4	0,02	1,03	0,4184
T VS RESTO	0,22	1	0,22	12,08	0,0027
Error	0,33	18	0,02		
Total	0,79	29			

Anexo 31. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.

DIAMETRO TALLO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO TALLO	30	0,89	0,82	1,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	3,8E-04	2	1,9E-04	0,25	0,7825
TRATAMIENTOS	0,11	9	0,01	15,78	<0,0001
SUSTRATO	3,4E-03	2	1,7E-03	2,37	0,1218
DOSIS	1,7E-03	2	8,4E-04	1,19	0,3260
SUSTRATO*DOSIS	0,01	4	2,4E-03	3,33	0,0330
T VS RESTO	0,09	1	0,09	123,13	<0,0001
Error	0,01	18	7,6E-04		
Total	0,12	29			

Anexo 34. Análisis de varianza para la variable clorofila.

CLOROFILA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CLOROFILA	30	0,80	0,68	11,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
BLOQUES	0,64	2	0,32	2,09	0,1527
TRATAMIENTOS	10,54	9	1,17	7,68	0,0001
SUSTRATO	5,99	2	2,99	16,21	0,0001
DOSIS	1,37	2	0,69	3,72	0,0443
SUSTRATO*DOSIS	2,40	4	0,60	3,25	0,0358
T VS RESTO	0,78	1	0,78	5,11	0,0364
Error	2,74	18	0,15		
Total	13,92	29			