



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TEMA:

**Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y
nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja
(Citrullus lanatus) en Guayaquil, prov. del Guayas.**

AUTORA:

Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de INGENIERA AGROPECUARIA**

TUTOR:

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

Guayaquil, Ecuador

19 de febrero de 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**.

TUTOR

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

Guayaquil, a los 19 del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (*Citrullus lanatus*) en Guayaquil, prov. del Guayas previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Integración Curricular referido.

Guayaquil, a los 19 del mes de febrero del año 2025

LA AUTORA

Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular **Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (Citrullus lanatus) en Guayaquil, prov. del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 del mes de febrero del año 2025

LA AUTORA:

Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna




UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROPECUARIA

CERTIFICADO COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (Citrullus lanatus) en Guayaquil, prov. del Guayas** presentado por la estudiante **Vasquez Muñoz, Gabriela Ivanna**, de la carrera de Agropecuaria, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 2 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (Citrullus lanatus L.) en Guayaquil, prov. del Guayas

2%
Textos sospechosos

- 0% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- 5% Idioms no reconocidos (ignorado)
- 2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (Citrullus lanatus L.) en Guayaquil, prov. del Guayas.docx
ID del documento: f2494c722ed41372a3d4c4fa63b93af9a666320c
Tamaño del documento original: 147,5 kB
Autores: []

Depositante: Alfonso Llanderal Quiroz
Fecha de depósito: 16/2/2025
Tipo de carga: Interface
fecha de fin de análisis: 16/2/2025

Número de palabras: 7877
Número de caracteres: 49.766

Nota. Tomado de Compilatio-Usuario Llanderal Quiroz, 2022

Certifica,

TUTOR

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la fuerza y perseverancia para culminar esta meta en mi vida.

A mis padres, Francisco y Mayra, por su apoyo incondicional. A mis amigos de la Universidad, por no dejarme renunciar en el proceso de titulación. Al Lcdo. Alfonso Llanderal, por su valioso tiempo, paciencia y guía para la elaboración del presente trabajo.

Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna

DEDICATORIA

Con inmenso amor y gratitud, dedico este trabajo a mis padres, cuyo apoyo incondicional, sacrificios y enseñanzas me han guiado siempre hacia adelante.

A mis maestros y mentores, Ing. Paola Pincay, Ing. Noelia Caicedo y Lcdo. Alfonso Llanderal, por compartir su conocimiento y por inspirarme a alcanzar nuevos horizontes.

A mis amigos y familia Jimmy, Nixon, José Alfredo y Justin, que me dio la carrera quienes con su compañía y palabras de aliento compartí alegrías, retos y aprendizajes que hicieron este camino más llevadero.

Y, sobre todo, a María José, quien me enseñó el amor a esta carrera e Isabel que nunca dudo de mis capacidades; mis mejores amigas, cuya fe en mí nunca flaqueó, incluso en los momentos más difíciles.

Este logro es de todos nosotros.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

TUTOR

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.
DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, MSc.
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso, PhD.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivo general.	4
1.1.2 Objetivos específicos.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Generalidades de la Sandía	5
2.1.1 Taxonomía.	5
2.2 Cultivo de Sandía a nivel mundial	6
2.3 Cultivo de sandía en Ecuador.....	7
2.3.1 Importancia económica.	8
2.4 Análisis de savia.....	8
2.4.1 Análisis de savia en sandía.	9
2.5 Salinidad.....	10
2.5.1 Salinidad a nivel mundial.....	11
2.5.2 Salinidad en Ecuador.	11
2.5.3 Efecto de la salinidad en cultivos hortícolas.	13
2.6 Tolerancia de la sandía a la salinidad	14
2.6.1 Factores que afectan a la tolerancia.....	14
2.6.2 Salinidad y nutrientes en savia.....	15
2.7 Parámetros afectados por la salinidad	17
2.7.1 Desarrollo vegetativo.....	17
2.8 Rendimiento	17
3 MARCO METODOLÓGICO	19
3.1 Ubicación del ensayo	19
3.2 Enfoque de la investigación.....	19
3.2.1 Tipo de investigación y tratamientos.	19
3.3 Materiales.....	19
3.4 Manejo del ensayo	20
3.5 Parámetros a evaluar en el experimento	20
3.6 Diseño experimental y análisis estadístico	21
2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22

4.1 Rendimiento en peso fresco y peso seco	22
4.2 Niveles nutricionales en savia	23
4.3 Porcentaje de lixiviación	27
4.4 Nutrientes en lixiviados.....	28
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5.1 Conclusiones	35
5.2 Recomendaciones.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía de la sandía (Citrullus lanatus).</i>	6
Tabla 2. <i>Análisis de nitrato, nitrógeno y potasio de savia fresca de peciolo de hojas vegetales.</i>	10
Tabla 3. <i>Datos de conductividad eléctrica del horizonte superficial de suelo.</i>	12
Tabla 4. <i>Producción relativa de algunos cultivos bajo la influencia de salinidad en el agua de riego (CEa) o en el suelo (CEe).</i>	14
Tabla 5. <i>Tratamientos en estudio.</i>	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Peso fresco total (raíz, tallo y hoja) de la planta de sandía en los diferentes tratamientos salinos.....</i>	22
Figura 2. <i>Peso seco total (raíz, tallo y hoja) de la planta de sandía en los diferentes tratamientos salinos.</i>	23
Figura 3. <i>Concentraciones de calcio (Ca^{2+}) en los diferentes tratamientos salinos y testigo de extracción de savia en peciolo de plantas de sandía</i>	24
Figura 4. <i>Concentraciones de sodio (Na^+) en savia de peciolo en tratamientos salinos de plantas de sandía.</i>	25
Figura 5. <i>Concentración de N-Nitrato (NO_3^-) en savia de peciolo de los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento</i>	25
Figura 6. <i>Concentraciones de potasio (K^+) en extracción de savia de peciolo en tratamientos salinos.....</i>	26
Figura 7. <i>Porcentaje de drenaje en diferentes tratamientos salinos.....</i>	27
Figura 8. <i>pH en los lixiviados de sandía al final del cultivo.</i>	28
Figura 9. <i>Concentraciones de la conductividad eléctrica (dsm^{-1}) en lixiviados de plantas de sandía al final del experimento.....</i>	29
Figura 10. <i>Concentración de calcio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento.</i>	30
Figura 11. <i>Concentración de nitratos (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento</i>	31
Figura 12. <i>Concentración de Sodio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos al final del experimento.....</i>	32
Figura 13. <i>Concentración de potasio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento.</i>	33

RESUMEN

Ecuador, un país reconocido por su producción de frutas tropicales, ha identificado la sandía (*Citrullus lanatus*) como un producto con gran potencial tanto para el consumo interno como para la exportación a mercados extranjeros no tradicionales. Aunque relativamente nueva en la canasta exportadora del país, la sandía ha mostrado una creciente demanda en el mercado internacional. Las excepcionales condiciones ecológicas de Ecuador, con un clima favorable y tierras fértiles, favorecen el desarrollo agrícola, especialmente en la producción de sandía. Este cultivo, relevante en las provincias costeras como Manabí, Santa Elena y Guayas, es valorado no solo por su consumo fresco, sino también para la elaboración de mermeladas y confitería. Sin embargo, la producción de sandía enfrenta desafíos relacionados con la salinidad del suelo, especialmente en zonas áridas y costeras donde la acumulación de sales puede afectar gravemente la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas. La salinidad no solo provoca estrés osmótico, sino también toxicidad iónica, lo que compromete la calidad y el rendimiento de los cultivos. Para contrarrestar estos efectos, es esencial el monitoreo constante de la salinidad del suelo y la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la fertiirrigación. Estas estrategias no solo mejoran la producción, sino que también contribuyen al desarrollo sostenible del sector agropecuario, posicionando a Ecuador como un competidor en la producción de frutas tropicales de alta calidad y abriendo nuevas oportunidades en los mercados de exportación.

Palabras Claves: *Salinidad, tolerancia, riego manual, tratamientos, morfología*

ABSTRACT

Ecuador, a country recognized for its production of tropical fruits, has identified watermelon (*Citrullus lanatus*) as a product with great potential both for domestic consumption and for export to non-traditional foreign markets. Although relatively new to the country's export basket, watermelon has shown growing demand in the international market. Ecuador's exceptional ecological conditions, with favorable climate and fertile lands, support agricultural development, especially in watermelon production. This crop, significant in coastal provinces like Manabí, Santa Elena, and Guayas, is valued not only for its fresh consumption but also for the production of jams and confectionery. However, watermelon production faces challenges related to soil salinity, especially in arid and coastal areas where salt accumulation can severely affect nutrient absorption and plant growth. Salinity not only causes osmotic stress but also ionic toxicity, compromising the quality and yield of the crops. To counteract these effects, constant monitoring of soil salinity and the adoption of sustainable agricultural practices, such as fertigation, are essential. These strategies not only improve production but also contribute to the sustainable development of the agricultural sector, positioning Ecuador as a competitor in the production of high-quality tropical fruits and opening new opportunities in export markets.

Keywords: *Salinity, tolerance, manual irrigation, treatments, morphology*

1 INTRODUCCIÓN

El Ecuador se dedica a la producción de frutas tropicales, identificando la sandía como un producto nuevo en mercados extranjeros y no tradicionales, con un índice elevado en potencial para su distribución tanto para el consumo interno como para la exportación. La sandía es una fruta recientemente agregada en la canasta de exportaciones del país; contando con una creciente demanda en el mercado internacional.

La producción potencial en bienes agrícolas no tradicionales para Ecuador va mucho más allá de la proyección de metas propuestas, ya que dispone de condiciones ecológicas ideales, con un clima envidiable y tierras fértiles para el desarrollo de una gran variedad de actividades agropecuarias.

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una cucurbitácea, que, en el Ecuador, se vende mayormente a nivel nacional. La producción de esta fruta en específico es de suma importancia en el sector agrícola de la costa ecuatoriana por su gran influencia en el consumo de forma fresca; en un enfoque agroindustrial también para preparar mermeladas, para confitería y postres culinarios.

El requerimiento de agua y fertilizante se usa dentro de los aspectos fundamentales para mejorar la cantidad y la calidad de los diferentes cultivos hortícolas. Las técnicas actuales de fertilización permiten importantes mejoras en aspectos fisicoquímicos, por lo que son técnicas innovadoras que se difunden con gran rapidez.

La salinidad es un término que hace referencia a la presencia de sales en el suelo con una concentración elevada que deterioran a las plantas por su efecto tóxico y el decrecimiento del potencial osmótico en el suelo. La situación más común de concentraciones elevadas de salinidad en suelos es por el cloruro de sodio (NaCl), pero los suelos salinos suelen presentar composiciones distintas de sales disueltas.

La irrigación manual con altos índices de salinidad dificultando la absorción de nutrientes en cultivos de sandía, afectando directamente el transporte de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). El equilibrio osmótico se encuentra alterado por el exceso de sales, causando estrés hídrico y reduciendo la captación de nutrientes. Lo que genera un desequilibrio nutricional impactando el desarrollo de las plántulas, comprometiendo la productividad del cultivo.

El inadecuado uso de prácticas agrícolas, así como los cambios climáticos, sequías prolongadas, aumentan la concentración de sales en la zona radicular de las plantas. Por lo que, es primordial desarrollar nuevas estrategias de manejo de los cultivos de carácter sostenible para disminuir los efectos negativos de la salinidad para mejorar la productividad y la calidad de los frutos de sandía en Ecuador.

Por lo tanto, técnicas como el monitoreo regular de la salinidad en el suelo y las buenas prácticas agrícolas pueden aumentar la producción de la sandía. Además, la fertiirrigación se considera una técnica innovadora que también reduce el impacto tóxico de la salinidad en la planta. En combinación, este enfoque se suma a una práctica agrícola de gestión excepcional que aumenta dramáticamente el rendimiento de la cultura.

El efecto de la salinidad mejora a la producción, optimizando el uso de agua de riego, para favorecer la sostenibilidad en la toma de decisiones. Para la implementación estas soluciones fortalecerá la producción de frutas exóticas de alta calidad; abriendo nuevas oportunidades a los mercados internacionales en beneficio del sector agropecuario.

Por lo expuesto, los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación son:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar el efecto de la irrigación con aguas salinas en plántulas de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en los parámetros nutricionales en la savia de peciolo y morfológicos.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros morfológicos (peso seco y fresco) y nutrientes en savia en los diferentes tratamientos salinos.
- Analizar pH, conductividad eléctrica, nitratos, potasio, calcio de la solución lixiviada de los diferentes tratamientos evaluados en el experimento.
- Comparar los parámetros morfológicos, nutricionales y de los lixiviados en los diferentes tratamientos.

1.2 Hipótesis

Existe relación entre el incremento de la salinidad en el agua de riego, los parámetros morfológicos y de nutrientes en savia de peciolo.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la Sandía

La sandía es de la familia de las cucurbitáceas de género *Citrullus*; originaria de África y se desarrolla en zonas tropicales-cálidas. Las principales variedades que se producen en Ecuador son híbridos de la especie *lanatus*. Son plantas de ciclo corto, con hábitos de crecimiento generalmente rastrero o trepador; sus hojas son grandes y lobuladas correspondiente a la especie, produciendo flores amarillas, con aroma y néctar para favorecer la polinización; produciendo un fruto que tiene forma globosa de colores variables según su variedad (Rebutti y Llandán, 2016).

Los cultivares en su mayoría están adaptados a la siembra de hasta 1 785 metros sobre el nivel del mar (msnm). En Ecuador el periodo de siembra usualmente es a partir junio hasta agosto y la cosecha inicia después de 120 a 150 días desde la siembra (Rebutti y Llandán, 2016).

Se aprovecha el cultivo para consumir su fruto, ya que posee un sabor muy refrescante. Este fruto contiene una gran cantidad de agua en su interior. No es recomendable tomarla frecuentemente porque puede ocasionar algunos problemas digestivos. Hay un tipo de aceite para cocinar que se obtiene mediante las semillas de la planta de sandía. Las cortezas en lugar de ser un desecho se utilizan para alimento del ganado (Zurita, 2022).

La sandía (*Citrullus lanatus*) es una de las hortalizas con mayor exigencia de agua; sin embargo, no existen datos demuestran las cantidades exactas utilizadas en riego y menos la utilización de técnicas como la covarianza de vórtices con el fin de calcular la evapotranspiración (ET), debido al alto valor de la instrumentación (Escalona, 2009).

2.1.1 Taxonomía.

La sandía hace parte de la familia Cucurbitácea, esta familia está compuesta por 825 especies aproximadamente, que se agrupan en 118 géneros que están largamente distribuidos en diferentes zonas. Pertenece

al género *Citrullus* de la subfamilia cucurbitoidae, a la tribu Benincaseae Ser. Tras ser estudiada su taxonomía su género se dividió en cuatro especies: *Citrullus lanatus* L., *Citrullus ecirrhosus*, *Citrullus rehmii* nativas de África del Sur, *C. clocynthis* nativa de África, Europa y Asia respectivamente (Erhirhie & Ekene, 2014). A continuación, se presenta la organización morfológica de la sandía (Tabla 1).

Tabla 1.

Taxonomía de la sandía (Citrullus lanatus)

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledones
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitácea
Subfamilia	Cucurbitoidae
Tribu	Benincaseae ser
Genero	<i>Citrullus</i>
Especie	<i>lanatus</i>

Nota. Tomado Averos, (2020).

2.2 Cultivo de Sandía a nivel mundial

La sandía producida a nivel mundial se consume mayormente de carácter interno en correspondientes países productores. Lo anterior se deriva al hecho de que los países que dominan las listas de producción mundial son también sus principales consumidores de sandía en el mundo (Morales, 2015).

Se produce principalmente en zonas áridas o cálidas del mundo, su producción ha ocupado un lugar importante en la agricultura mundial, se siembran 3.4 millones de ha anualmente, con una producción superior a 102 millones de toneladas con un rendimiento medio de 28.7 t/ha (Rivera et al., 2022).

El orden de países potencialmente productores desde China desciende a Turquía, Irán, Brasil y Estados Unidos, países en los cuáles la producción varía entre los 2 y 4 millones de toneladas. Los países mencionados entran dentro de los 10 representantes que forman, en conjunto, el 84 % de la producción mundial del 2008, misma que superó los 98 millones de toneladas. Aproximadamente el 2.22 % de la producción global del cultivo de sandía está destinado al comercio mundial (Fretes & Martinez, 2011).

Según la FAO en el 2021, la Producción de Sandías en el mundo alcanzó las 102'171 351.21 toneladas en un área total de 3'022 142 hectáreas, obteniendo un rendimiento agrícola de 33.81 ton ha-1, siendo China el país con la mayor producción (60'438 008.23 toneladas) representando el 59.03 % de la producción mundial seguido de Turquía, India, Pakistán, Brasil y Argelia.

2.3 Cultivo de sandía en Ecuador

Ecuador resalta como productos en frutas tropicales, siendo la sandía un fruto innovador, mayormente en mercados extranjeros no convencionales; debido a que, presenta un potencial de expansión alto. Siendo este producto recientemente agregado dentro de la oferta exportadora para el país, muestra una demanda que se encuentra en constante crecimiento internacionalmente, reforzando las oportunidades de consumo interno como para el ámbito comercial externo (Eslao, 2013).

El cultivo de sandía se desarrolla positivamente en climas tropicales, destacando su producción en provincias como Manabí, Santa Elena, Guayas y Los Ríos. Las áreas agrícolas dedicadas a este cultivo en la península de Santa Elena varían según su escala productiva, en parcelas pequeñas de 1 – 5 hectáreas para agricultores pequeños, y productores grandes pueden manejar extensiones entre 10 – 30 ha solo para esta producción (Diaz, 2024).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería en el Ecuador se cultivan un aproximado de 4 230 ha de sandía, obteniendo una producción promedio anual de 50 642 toneladas; con un promedio de 15 t/ha en rendimiento (Leoncio, 2022).

2.3.1 Importancia económica.

De acuerdo con Fretes y Martínez (2011), señalan que los cultivos principales en Concepción son el sésamo, banano y algodón. A pesar de ello, la sandía ha ganado protagonismo, destacando un 17 % en producción nacional, con un aproximado de 1 007 ha cultivadas. En pequeños y grandes productores que se dedican a este cultivo en específico, permitiendo tener extensiones de 1 – 2 ha para los primeros y de 5 ha en adelante para los segundos, consolidando una fuente de ingresos relevante.

Así mismo, se señala que la producción de sandía se ha convertido en los últimos años una opción viable para generar ingresos estables y favorables para los agricultores. Se estima que hay un crecimiento significativo en la superficie cultivada, por motivos de la constante demanda en el mercado externo. Según la FAO (2008), se exporto alrededor de 52 ton de sandía, estimando que en el sector agrícola se generan anualmente 1 209 millones de empleos directos, beneficiando inicialmente a los productores que dependen únicamente del este cultivo como fuente de trabajo.

2.4 Análisis de savia

El método del análisis de savia de peciolo es un método eficiente y rápido que sirve para determinar el estado nutricional de un cultivo, este análisis se lleva a cabo en material fresco, proporcionando una evaluación semicuantitativa de los nutrientes extraíbles que están presentes en formas inorgánicas solubles en la planta justo en el momento de la toma de muestras (Llanderal et al., 2020). El material de referencia que se denomina savia corresponde a la extracción de jugo de los tejidos conductores provenientes tanto del xilema como del floema de la planta (Llanderal et al., 2018a). La savia es extraída del peciolo de la hoja recientemente madura y

debe de ser tomada entre las 10:00 am y las 12:00 del mediodía, así la variabilidad de las mediciones en savia puede reducirse (Hochmuth, 1994; Llanderal 2017)

Los análisis nutrimentales mediante el extracto celular es una técnica eficiente para la determinación de rangos de concentración en nutrientes relacionados a las deficiencias, toxicidades o desbalances energéticos en las etapas fenológicas de la planta, ayudando a evaluar el impacto en su rendimiento potencial para el cultivo (Llanderal et al., 2018b).

2.4.1 Análisis de savia en sandía.

El análisis de savia es una herramienta primordial para el diagnóstico nutricional, que permite el ajuste preciso en la fertilización para cultivos hortícolas. Generalmente, la medición de nitratos y potasio en savia se realizan en peciolo o tallos de papa, en bases seca o fresca, de manera que responden de forma inmediata los cambios de disponibilidad de nitrógeno (N) y potasio (K) en suelo o sustratos. Es fundamental calibrar los índices mediante la fase fenológica iniciando en las primeras etapas del cultivo, con el fin de correlacionarse con los componentes del rendimiento y estableciendo niveles óptimos de suficiencia. Facilitando los ajustes tempranos en planes de fertilización, mejorando la productividad del cultivo (Magnitskiy & Rodríguez, 2017).

En sandía el análisis de savia se obtiene solo del peciolo de las más recientes hojas maduras; lugar en el que se encuentran los nutrientes a medir dependiendo del estado fenológico en el que se encuentra la planta para identificar los niveles óptimos de nitrato, nitrógeno y potasio mostrados en la Tabla 2 (Hochmuth & Hochmuth, 2022). En la Tabla 2 se observan los niveles de óptimos nitrato y potasio para el cultivo de sandía con y sin semilla.

Tabla 2.*Análisis de nitrato y potasio de savia fresca de peciolo de hojas vegetales.*

Cultivo	Estado fenológico	Concentración de savia en peciolo fresco (ppm)	
		NO ₃ -N	K
Sandía- con semillas	Enredades de 6 pulg	1 200-1 500	4 000-5 000
	Frutas de 2 pulg	1 000-1 200	4 000-5 000
	Frutas medio maduras	800-1 000	3 500-4 000
	Cosecha	600-800	3 000-3 500
Sandía- sin semillas	Enredades de 6 pulg	1 200-1 500	4 000-5 000
	Frutas de 2 pulg	900-1 100	4 000-5 000
	Frutas medio maduras	600-800	3 500-4 000
	Cosecha	400-600	3 000-3 500

Nota. Tomado de Hochmuth, & Hochmuth (2022).

2.5 Salinidad

Uno de los factores de estrés abiótico más dañinos se representa por medio de la salinidad restringiendo el rendimiento en las plantas, generalmente en zonas áridas y semiáridas (Ghani et al., 2018). El impacto se extiende en distintas etapas del desarrollo vegetativo, iniciando en la germinación hasta la formación de frutos (Ashraf & Harris, 2004).

La influencia de la salinidad del suelo en el desarrollo de las plantas genera estrés osmótico y, en consecuencia, toxicidad iónica. El estrés osmótico es ocasionado por el aumento de concentración de solutos, como iones de sodio (Na⁺) y cloro (Cl⁻), reduciendo el potencial hídrico en la zona de la raíz, favoreciendo su absorción en cantidades grandes para la planta (León, 2018).

La absorción de estos iones impacta negativamente a la permeabilidad en la membrana de la planta, provocando un reducido potencial hídrico en el suelo alrededor del área radicular. Dificultando la capacidad de las plantas para obtener agua y conservar su turgencia, provocando síntomas similares al estrés por sequía en otras especies (Lamz & Gonzalez, 2013).

La exposición prolongada al estrés salino o a la concentración de sales incrementa, genera toxicidad iónica. Alterando negativamente en la membrana celular, afectando su funcionamiento debido a la acumulación de iones sodio (Na^+) y cloro (Cl^-). Obteniendo como resultado, un desequilibrio en solutos, afectando directamente a la absorción de nutrientes (Ghani et al., 2018).

2.5.1 Salinidad a nivel mundial.

Por lo general los cultivos de hortalizas requieren grandes cantidades de nutrientes para su crecimiento principalmente en potasio (K) y fósforo (P); no obstante, su problema principal se presenta en microelementos, los cuales se consideran significativamente por los productores y por muchos técnicos (Palacios, 2017).

La salinización del suelo es el deterioro físico (es decir, la estructura del suelo) y químico de la zona de las raíces como resultado de la acumulación de sal. Dependiendo de las sales (iones) involucradas y del pH del suelo, los problemas que afectan al suelo y las técnicas de remediación son diferentes dejando en evidencia la complejidad de todo el problema (Mora, 2022).

La salinización del suelo se ve afectada para la agricultura cuando la acumulación de sales disueltas en el suelo sobrepasa un nivel óptimo que influye las propiedades del suelo y la producción de cultivos a largo plazo (Mora, 2022).

2.5.2 Salinidad en Ecuador.

Las principales provincias como Manabí, Guayas y Santa Elena destacan como productoras de cucurbitáceas comerciales en Ecuador (Naranjo, 2015). Dentro de estas áreas, existe una propensa salinización localizada en Santa Elena y en ciertas zonas de la provincia del Guayas, de igual manera en otros sectores de la costa ecuatoriana (Clirsen, 2010).

En la provincia de Santa Elena, particularmente en la zona de Azúcar, conflictos de salinización abundan por la formación del suelo y un alto contenido de sales en el embalse de Azúcar (Proaño et al., 2011). Las tierras dominantes en esta área pertenecen al orden de los Aridisoles, caracterizadas por su bajo contenido en nitrógeno y materia orgánica. Su uso agrícola es suprimido por la falta de agua y bajo condiciones de aridez, el peligro creciente se hace para que el suelo se salinice.

Altos contenido de reservas de micronutrientes, generalmente pueden no estar aprovechables por sus niveles de pH elevados. Otras variedades de suelos que son susceptibles a la salinidad pertenecen al suborden Salides, Durides, Gipsides, Calcides, Cambides y Argides (Moreno *et al.*, 2011).

En Ecuador, se cultivan alrededor de 5 294 ha de cucurbitáceas en suelos salinos o propensos a salinización, prioritariamente en las provincias de Manabí, Guayas y Santa Elena (Naranjo, 2015).

Con base en un estudio realizado en la provincia de Loja en diferentes cantones con datos de conductividad eléctrica del horizonte superficial del suelo, se pudo observar que los niveles de conductividad en extracto saturado varían según el sector como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Datos de conductividad eléctrica del horizonte superficial de suelo.

Cantón	Rango CE ds/m
Yangana	0.24-4.95
Macara	0.16-1.56
vilcabamba	0.28
Malacatos	0.69-2.34
Purunuma	2.69
Nambacola	0.28
Loja	0.26-3.78
El Tambo	0.48
Catamayo	14.5

Nota. Obtenido de Sghirla, (2011).

Las condiciones del suelo en la costa ecuatoriana se relacionan a la geología, el uso de suelo y características de cobertura; la influencia del agua en el drenaje de los diferentes tipos de suelo arrastra contaminantes de descarga. Con cantidades que difieren en cada tipo de suelo según su uso como agrícola, urbano, vial o forestal. Por lo tanto la conductividad eléctrica por niveles de salinidad se determinan por cada punto de muestreo según el área de estudio (Ferrer et al., 2024).

2.5.3 Efecto de la salinidad en cultivos hortícolas.

En el cultivo de hortalizas el manejo de factores abióticos es fundamental, por lo que, el exceso o falta de estos influyen significativamente en los componentes de producción (Amaguaña y Llamba, 2013).

Las mejoras genéticas en cucurbitáceas han contribuido a elevar los niveles de producción, pero a la vez precisan de mayores cuidados en el manejo del cultivo como riego, fertilización, control de plagas y enfermedades (Roselló, 2010).

En la explotación agrícola se encuentran grandes problemas como las excesivas acumulación de sales o los efectos de saturación salina natural de los suelos, llegando a reducir la producción en promedio de hasta un 50 % en niveles de salinidad en un rango de 6.3 a 15 dS/m (Taño, 2022). La salinidad causa la pérdida de rendimiento en el crecimiento natural y bajas cantidades en la producción de frutos (Ramírez, 2022).

El medio de contrarrestar la salinidad excesiva en cultivos es el riego en grandes volúmenes de agua con una conductividad mínima para el lavado de las sales (Figueroa, 2022). Sin embargo, debido al alto requerimiento de agua necesaria para este tratamiento y el riesgo de gestionar más sales al suelo a través del agua de riego, se recomienda evitar el uso de fertirrigación para los suelos en lugar de remediarla (Taño, 2022).

Tabla 4.

Producción relativa de algunos cultivos bajo la influencia de salinidad en el agua de riego (CEa) o en el extracto saturado del suelo (CEe).

Cultivo	100%		90%		75%		50%		0%	
	CEe	CEa	CEe	CEa	CEe	CEa	CEe	CEa	CEe	CEa
Melón	2.2	1,5	3.6	2.4	5.7	3.8	7.1	10.9	-	-
Pepino	2.5	1,7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0	6.8
Calabaza	3.2	2,1	3.8	2.6	4.8	3.3	6.3	4.2	9.0.	6.3
Zuchino	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10.0	6.7	15.0	10.0

Nota. *Obtenido de Maas & Hoffman (1977) y Maas (1984)*

2.6 Tolerancia de la sandía a la salinidad

En términos generales, la salinidad impacta directo en el crecimiento y desarrollo de las cucurbitáceas. En relación al zapallo, los niveles salinos en agua pueden llegar a 7 y 15 dS/m reduciendo los rendimientos entre 75 % y 50 % (Naranjo, 2018). Por consiguiente, en pepino con niveles salinos en extracto saturado de 6.3 y 10 dS/m las causando reducciones hasta el 50 % de rendimiento; en sandía y melón se consideran moderadamente sensibles a la salinidad con niveles en agua de riego entre 1.3 y 3.0 d/Sm y con disminución en producciones menores al 50 % respectivamente (Burgueño, 2019).

2.6.1 Factores que afectan a la tolerancia.

Las provincias de Ecuador en las que las cucurbitáceas comerciales son el cultivo predominante son Manabí, Guayas y Santa Elena. Entre estas, las áreas más afectadas por la salinización son los terrenos de la provincia de Santa Elena y ciertas áreas de la provincia de Guayas, además de otros sectores de la costa ecuatoriana (Valdez, 2022).

Principales factores que influyen en la tolerancia de salinidad en el cultivo de sandía, son:

- **Genética y variedades:** La tolerancia a la salinidad en sandía vería según el mejoramiento de su genética, ya que ciertas variedades tienen una mayor resistencia al estrés salino (Tomalá, 2015).

- Condiciones de suelo: El tipo de suelo tiene una influencia significativa en la tolerancia a la salinidad. Los suelos arenosos, que permiten el drenaje de sales, es preferible en los suelos arcillosos, que tienden a fijarlas. Además, un pH (6.0 – 7.5) de suelo y una alta capacidad de intercambio catiónico ayudan a mitigar los efectos adversos de la salinidad (Flores, 2017).
- Condiciones climáticas: la temperatura alta y la baja humedad relativa, pueden agravar el estrés salino al aumentar la evapotranspiración y concentrar las sales en el suelo (Camarena, 2015).
- Practicas agronómicas: manejo adecuado de fertilizantes. Además, la rotación de cultivos con diferentes tolerancias a la salinidad puede ayudar a evitar la acumulación excesiva de sales en el suelo (Damian *et al.*, 2018).
- Condición fisiológica: en etapa de desarrollo la planta afecta su tolerancia a la salinidad, haciendo más vulnerables a las plántulas. Un buen estado nutricional y la simbiosis con microorganismos beneficiosos mejoran la capacidad de absorber nutrientes para la sandía permitiendo manejar el estrés salino (Huez *et al.*, 2008).
- Acumulación de sales específicas: Iones como el sodio (Na⁺) y el cloruro (Cl⁻) son particularmente perjudiciales para la producción de sandía en altas concentraciones. Mantener un equilibrio adecuado entre sodio y potasio es crucial para minimizar los efectos negativos en la fisiología de la planta (Tello, 2013).

2.6.2 Salinidad y nutrientes en savia.

Los nutrientes aplicados habitualmente a los cultivos son N, P y K. Numerosos investigadores proponen considerar que la fertilización tradicional con nitrógeno (N) es excesivo y causa de problemas ambientales, por lo que debe ser reducirse y ajustarse de acuerdo a las medidas diagnosticadas por medio del análisis foliar (del Carmen *et al.*, 2020).

En niveles altos de sodio, compite con los nutrientes beneficios que son potasio, calcio, magnesio y nitrato para ser absorbido por las raíces de las plantas, lo cual la planta sufre una deficiencia de algún elemento (Esquivel, 2017). En el caso del Na (sodio) y el Cl (cloro) son iones dominantes en ambientes salinos; siendo elementos esenciales para el crecimiento de la planta, de forma excesiva es tóxico para la planta en su tejido vegetal. En altas concentraciones de Cl se producen quemaduras en las hojas, interrumpiendo la fotosíntesis e inhibiendo la absorción de nitratos (Castonera, et al. 2006).

El sodio (Na) causa una toxicidad metabólica asociada con daños en la membrana celular y compite por sitios de enlace del potasio (K) siendo un nutriente esencial para el metabolismo. Al tener altas concentraciones de sodio desplaza los iones de calcio (Ca) de los sitios de enlace a la membrana celular radicular y su permeabilidad, causando la salida de potasio de las células favoreciendo al sodio (Castonera, et al. 2006).

En condiciones salinas el bajo potencial osmótico, permite que la planta se adapte osmóticamente para evitar la pérdida de agua. Por lo tanto, se acumulan iones inorgánicos o sintetizan compuestos orgánicos de forma que disminuya el potencial osmótico en la célula. Por acumulación de solutos que no inhiban procesos metabólicos, llamados osmolitos compatibles (Rodríguez, 2021).

El potasio (K) cumple con generar resistencia a enfermedades y bajas temperatura, permitiendo la producción de proteínas en planta. Presentándose como sales orgánicas, fosfatos, nitratos y combinaciones complejas inestables con coloides celulares. Cumple con el papel de osmorregulador, con procesos de apertura y cierre estomáticos; activando sistemas enzimáticos, oxidoreductasas, deshidrogenasas, transferasas, sistetasas y quinasas (Rodríguez, 2021).

La absorción de calcio en plantas se obtiene por el Ca^{+2} , siendo el elemento más abundante después del potasio; encontrándose en el

protoplasma y membranas celulares en plantas jóvenes, y en vacuolas como oxalatos en plantas adultas. Constituye los pectatos de calcio como parte de su estructura celular, ayudando a la rigidez celular en la planta activando la formación temprana de raicillas; neutralizando las sustancias tóxicas que producen las plantas (Castro, 2024).

El componente esencial de la clorofila en las plantas es el magnesio; sirve para la formación de azúcares, regulando la asimilación de otros nutrientes siendo principal transportador del fósforo (P) dentro de las plantas (Condori, 2021).

2.7 Parámetros afectados por la salinidad

2.7.1 Desarrollo vegetativo.

La salinidad se encuentra influenciada en la limitación en el desarrollo morfológico de la sandía al reducir la altura de la planta, el número, tamaño de las hojas y el área foliar total. En consecuencia, tiene un impacto negativo en el desarrollo del área radicular, ya que las raíces son menos extensas y profundas, limitando la absorción de agua y nutrientes (Crawford, 2017).

Disminuye la tasa fotosintética al reducir el área foliar y provocar clorosis en las hojas. También puede afectar la apertura estomática, limitando el intercambio gaseoso necesario para una fotosíntesis eficiente (Crawford, 2017).

La producción total de material genético, tanto en parámetros morfológicos como tallos y hojas, disminuye bajo condiciones salinas. Además, la relación del área radicular/biomasa aérea aumenta, ya que la planta dedica mayor enfoque al desarrollo radicular para equilibrar la menor absorción de agua y nutrientes (Ruiz, 2022).

2.8 Rendimiento

Reduce el número de frutos y su peso, además de afectar la calidad del fruto, incluyendo su tamaño y dulzura. Como resultado, el rendimiento

total por hectárea disminuye, con reducciones que pueden ser significativas a medida que aumenta la salinidad (Mendoza, 2010).

Una mala gestión en la distribución de micronutrientes y macronutrientes esenciales ocasiona un desequilibrio nutricional, como potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), aumentando la absorción de sodio y cloruro (Casbis, 2021). Provocando alteraciones nutricionales que afectan negativamente la salud y el rendimiento de la planta; al reducir la tasa de transpiración, se encuentra limitada la capacidad para regular su temperatura y absorber agua en la planta (Ruiz, 2022). Ocasionando el estrés hídrico, que es perjudicial para el crecimiento y desarrollo general de la sandía.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, prov. Guayas en una casa sombra que se encuentra dentro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo ($2^{\circ}11'00.1''S$ $79^{\circ}54'12.7''W$, Latitud: - 2.1833672, Longitud: - 79.9035254).

3.2 Enfoque de la investigación

3.2.1 Tipo de investigación y tratamientos.

La investigación tiene un enfoque de tipo cuantitativo con un alcance correlacional y explicativo de tipo experimental. El experimento cuenta con 4 tratamientos y cada tratamiento consta de 20 plantas. El tratamiento T1 el tratamiento (control) con una conductividad eléctrica (CE) de 2 dS m^{-1} (solución nutritiva (SN)), T2 4 dS m^{-1} , T3 6 dS m^{-1} y T4 8 dS m^{-1} (Tabla 5). La solución nutritiva utilizada es la de Hoagland y Arnon (1938) con las siguientes concentraciones de elementos nitrato 14.00, amonio 1.00, fósforo 1.00, potasio 6, calcio 4.00, magnesio 2.00 y sulfatos de 2.00 mmol L^{-1} .

Tabla 5.

Tratamientos en estudio.

N°	Tratamientos	Claves
1	SN	T1
2	SN + salinidad = 4 dS/m	T2
3	SN + salinidad = 6 dS/m	T3
4	SN + salinidad = 8 dS/m	T4

Solución nutritiva (SN)

Nota. Elaborado por Burgueño, 2019

3.3 Materiales

- Tierra de sembrado
- Semillero de plántulas de sandía
- Solución nutritiva
- Agua

- Sal de mesa
- Tanque de agua de 20 L
- Macetas de drenaje
- pH metro
- Conductivimetro
- Cardy (NO₃⁻, K⁺, Ca²⁺)
- Tubos falcon

3.4 Manejo del ensayo

Para el ensayo se utilizaron plántulas de sandía después de 3 semanas de germinadas en semillero; se realizó el trasplante el 14 de octubre de 2024. Las plántulas de sandía estuvieron en un período de adaptación de dos semanas (14/10/2024-27/10/24) previo al riego con los diferentes tratamientos salinos.

El ensayo se realizó en una casa sombra de bambú 30 m² de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Las plántulas de sandía cv. charlestones fueron trasplantadas en macetas de 2 L con tierra de sembrado como sustrato; el experimento tuvo una duración de 4 semanas (28/10/2024-18/11/2024) con temperaturas y humedad relativa promedio de 25 C y 71 % (tomados con un dataloger modelo TempU 03); respectivamente. Las plántulas de sandía fueron regadas con los distintos tratamientos salinos de manera manual cada riego era de 150 ml y después de 3 hrs los lixiviados fueron medidos con una probeta de 100 ml y recolectados en tubos falcon de 15 ml para su posterior análisis.

3.5 Parámetros a evaluar en el experimento

Al finalizar el experimento se de las 20 plantas se eligieron 5 de plantas de manera aleatoria por tratamiento. Para los parámetros morfológicos, se realizó la determinación del peso seco y fresco en las plantas seleccionadas posteriormente fueron lavadas con agua destilada y secadas con paño se realizó el peso fresco con una balanza modelo. Posteriormente, las distintas fracciones de las plantas fueron secadas en un

horno durante 48 hrs a una temperatura entre 60-80 °C durante 48 h o hasta obtener un peso seco constante. Este procedimiento concluyo después de 1 mes dos semanas (desde 14/10/2024 – hasta 18/11/2024) del trasplante para evaluar el desarrollo de las plantas a los tratamientos.

En lo que respecta a los lixiviados recolectados se midió la conductividad eléctrica y el ph con pHmetro (Milwaukee® modelo PH55), conductímetro (Milwaukee® modelo C66), respectivamente. En relación con los nutrientes (NO_3^- , K^+ , Na^+ y Ca^{2+}) en la solución lixiviada fueron medidos con los electros selectivos de la marca horiba-cardy.

Finalmente, la medida de nutrientes en la savia de peciolo se seleccionó al final del experimento la hoja recientemente madura, las que fueron colocadas en bolsas de polietileno y llevadas al laboratorio. Las muestras de depositaron en el congelador a -20 °C durante 24-48 horas. Para posteriormente realizar la extracción de savia después de que este sea descongelado a través de una prensa manual (Cadahía, 2008). Una vez extraída la savia se midieron NO_3^- , K^+ y Ca^{2+} con los electros selectivos de la marca horiba-cardy.

3.6 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 20 plantas por tratamiento de las cuales se analizaron 5 plantas. La comparación de datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones usando la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un nivel de significancia del 95 % utilizando la herramienta de *Statgraphic Plus*.

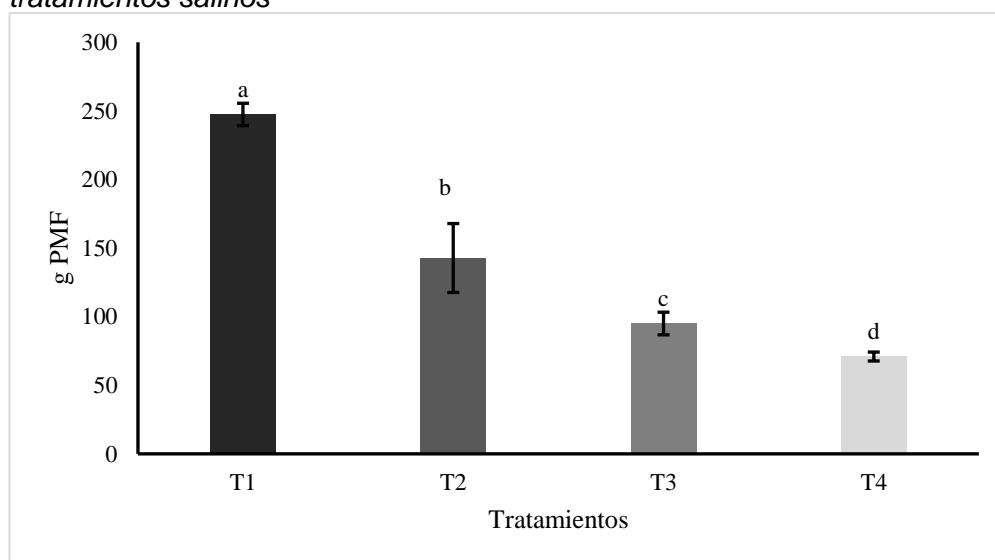
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento en peso fresco y peso seco

En la Figura 1, se observa el peso fresco (PF) de los tratamientos salinos al final del experimento. En lo que respecta a los resultados se observa que conforme aumenta la salinidad disminuye el peso fresco, siendo mayor el T1 y el menor el T4.

Figura 1.

Peso fresco total (raíz, tallo y hoja) de la planta de sandía de los diferentes tratamientos salinos

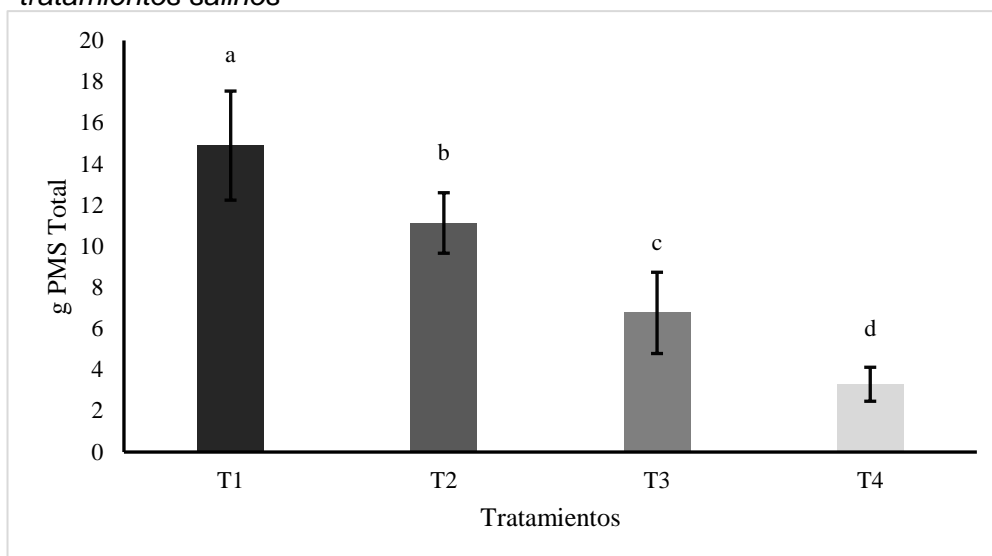


g: gramos, PMF: peso materia fresca, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

En referencia a la materia seca; es el peso total de la planta después de haber quitado el contenido de agua en partes morfológicas (raíz, tallo y hojas) de la planta (Figura 2). Se observa la misma tendencia que en el PMF (Figura 1), disminuyendo peso seco con el aumento de la salinidad.

Figura 2.

Peso seco total (raíz, tallo y hoja) de la planta de sandía de los diferentes tratamientos salinos



g: gramos, PS: peso material seco, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

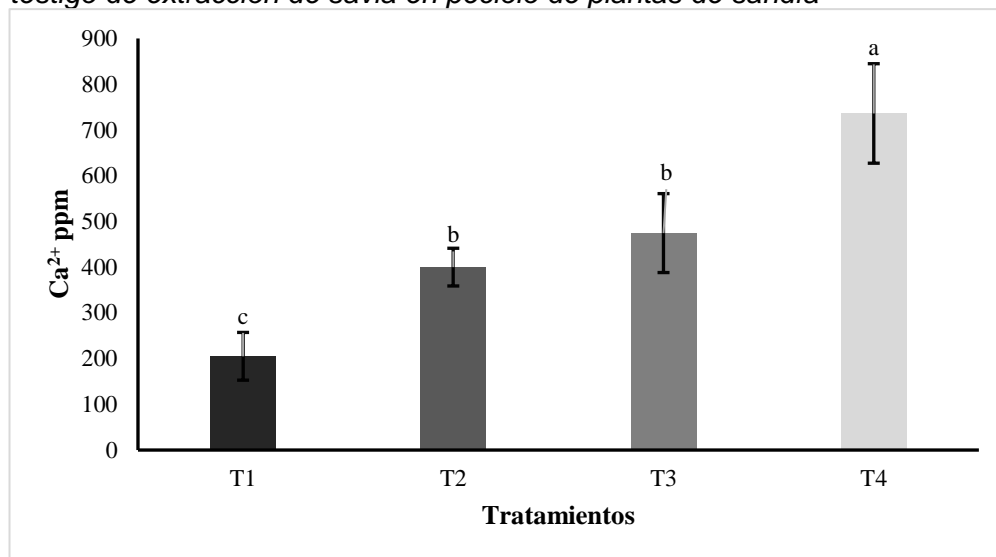
De la misma forma, Cedeño (2021) planteó que el peso fresco y seco del área foliar (tallo y hojas) disminuyó por motivo de las condiciones salinas en las que se encontraba cada tratamiento; indicando que la biomasa de raíz es directamente proporcional a la biomasa del área foliar determinando su peso en función del tratamiento de control y salino.

4.2 Niveles nutricionales en savia

En la Figura 3, se observan las concentraciones de calcio en savia de peciolo de plantas de sandía en la que se muestra que el T1 es significativamente mayor que los Tratamientos 2, 3 y 4. Sin embargo, los Tratamientos 2 y 3 no indican diferencias significativas entre sí, pero si con el Tratamiento T4. Este comportamiento es similar al de Sheikhalipour, et al. (2022), en su trabajo del estrés salino ocasionado a la planta; menciona, que en mayor contenido de NaCl (cloruro de sodio) incrementa un 20 % en contenido de concentraciones de calcio en la planta. Desde la planta de control con un bajo contenido de sales disminuye el porcentaje de calcio con un 50 % de lo que trabaja la planta. En lo que respecta a los niveles óptimos de Ca^{2+} en el cultivo de sandía la información es limitada.

Figura 3.

Concentraciones de calcio (Ca^{2+}) en los diferentes tratamientos salinos y testigo de extracción de savia en peciolo de plantas de sandía



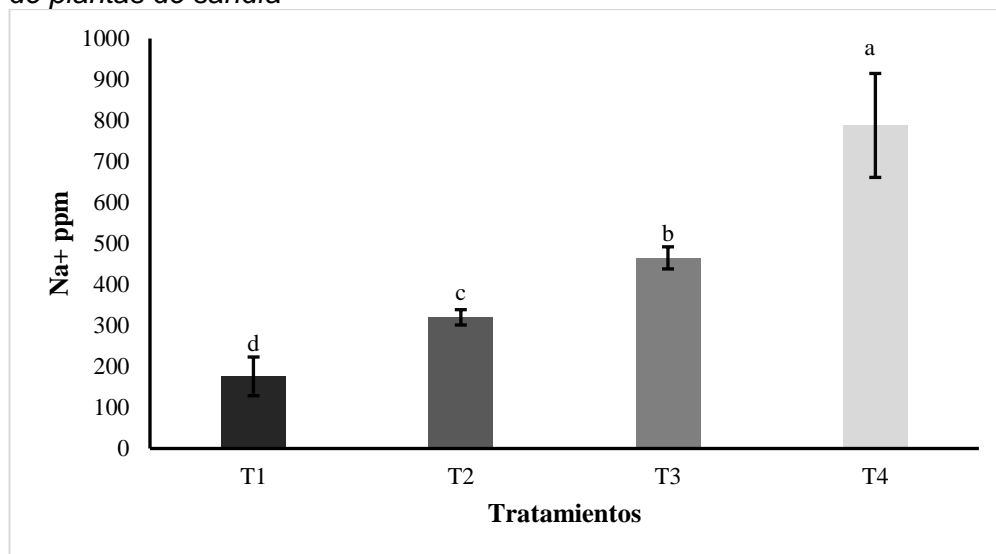
Ca^{2+} : Cation de calcio, ppm: partes por millón

En lo que respecta al sodio en savia de peciolo de plantas de sandía en su 4ta semana después del experimento se observó (Figura 4) una tendencia similar a la del calcio mencionada anteriormente, incrementando sus concentraciones en la savia de peciolo con forme se incrementa la CE en los diferentes tratamientos.

Este resultado es similar a los encontrados por Yetişir, & Uygur, (2009) quienes mencionan que los tratamientos salinos generalmente incrementan el contenido de sodio en las diferentes especies de sandías estudiadas con una salinidad de 4 dS m^{-1} , (Lcy (*Luffa cylindrica*) y Ct (Crimson Tide), mientras que Birecik (*Lagenaria siceraria*) y Cma (*Curcubita maxima* Duchense)). Este comportamiento puede estar asociado con el incremento del sodio en las SN aplicada en cada uno de los tratamientos y con el antagonismo Na y K (Llanderal et al., 2019). En lo que se refiere a los niveles óptimos de Na^+ en la savia de peciolo la información es limitada.

Figura 4.

Concentraciones de sodio (Na^+) en savia de peciolo en tratamientos salinos de plantas de sandía



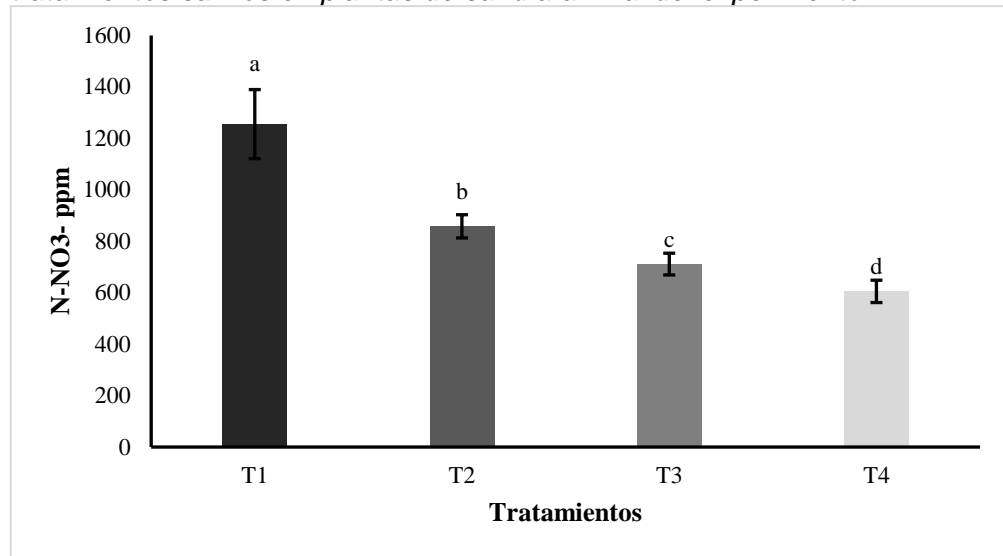
Na^+ : Cation de sodio, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

Como se muestra en la Figura 5, la comparación de nitratos en extracción de savia en peciolo de planta de sandía. Los valores que se presentan en concentración de N-nitratos; reflejan diferencias significativas en los Tratamientos salinos con incremento en la conductividad eléctrica en la extracción de savia. La concentración de nitrato en el Tratamiento 1 es significativamente mayor a los Tratamientos 2, 3 y 4. Las diferencias significativas en la muestra del Tratamiento 1 presentaron un promedio de 1 255 ppm de nitrato en savia de peciolo, mientras que el Tratamiento 4 disminuyó un 50 % en nitratos obtenidos en la planta con un promedio de 605 ppm de N-nitrato.

Hochmuth & Hochmuth (2022) mencionan que los niveles óptimos de nitratos en planta oscilan entre 1 200 ppm – 1 500 ppm en concentraciones el Tratamiento 1 es el único que se encuentra dentro de los valores óptimos. Esto puede estar relaciona con el antagonismo cloruro nitrato, debido a que con forme las concentraciones de cloruro aumentan en la SN, las concentraciones de N-Nitrato disminuyen (Llanderal, et al., 2019).

Figura 5.

Concentración de N-Nitrato (NO_3^-) en savia de peciolo de los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento



N: nitrógeno NO_3^- : Ion nitrato, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

Las concentraciones de potasio en savia de peciolo tienen una variación significativa entre todos los Tratamientos con diferentes medidas de conductividad eléctrica (Figura 6). Los análisis de savia presentan en el Tratamiento 1 con mayor concentración de sodio en diferencia de los Tratamientos 2, 3 y 4 disminuyendo las concentraciones de potasio en planta de sandía. La relación de sales y potasio es similar a la tendencia de absorción de nitrato en planta comentado anteriormente.

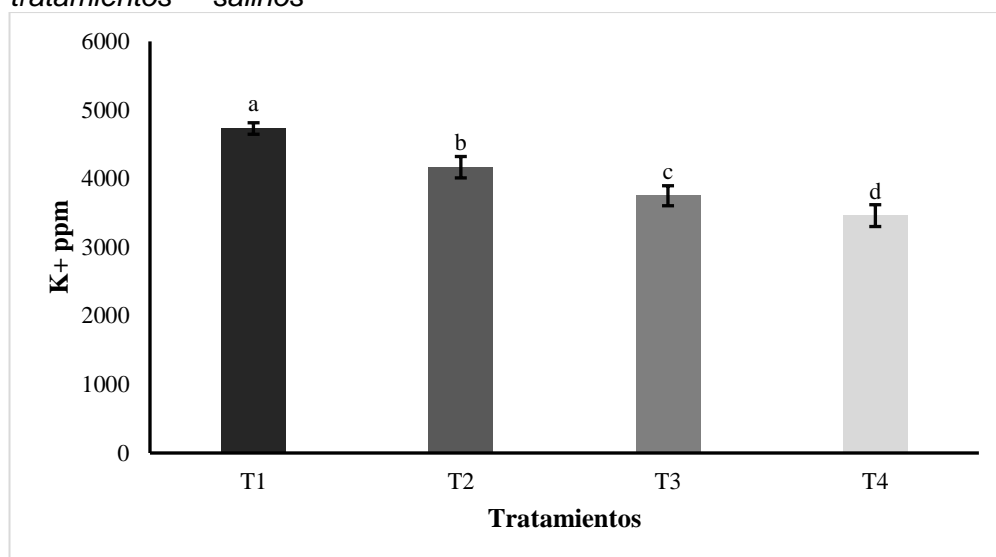
La diferencia de concentraciones en los tratamientos varía con un promedio de 4 730 ppm de sodio en el Tratamiento 1, disminuyendo las concentraciones de sodio en los tratamientos en Tratamiento 2 con 12 %, Tratamiento 3 con 21 % y con mayor porcentaje de disminución de sodio el Tratamiento 4 con un 43 % de concentraciones de sodio; debido a, el incremento de conductividad eléctrica en las diferentes soluciones. Este comportamiento está relacionado con el antagonismo K/Na mencionado previamente.

Las concentraciones de potasio presentan diferencias significativas, permaneció en los rangos establecidos por Hochmuth & Hochmuth (2022),

que en los distintos estados fenológicos de la planta de sandía mantienen un promedio de 3 000 ppm pudiendo llegar hasta 5 000 ppm en concentraciones de potasio en la planta.

Figura 6.

Concentraciones de potasio (K^+) en extracción de savia de peciolo en tratamientos salinos



K: potasio, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

4.3 Porcentaje de lixiviación

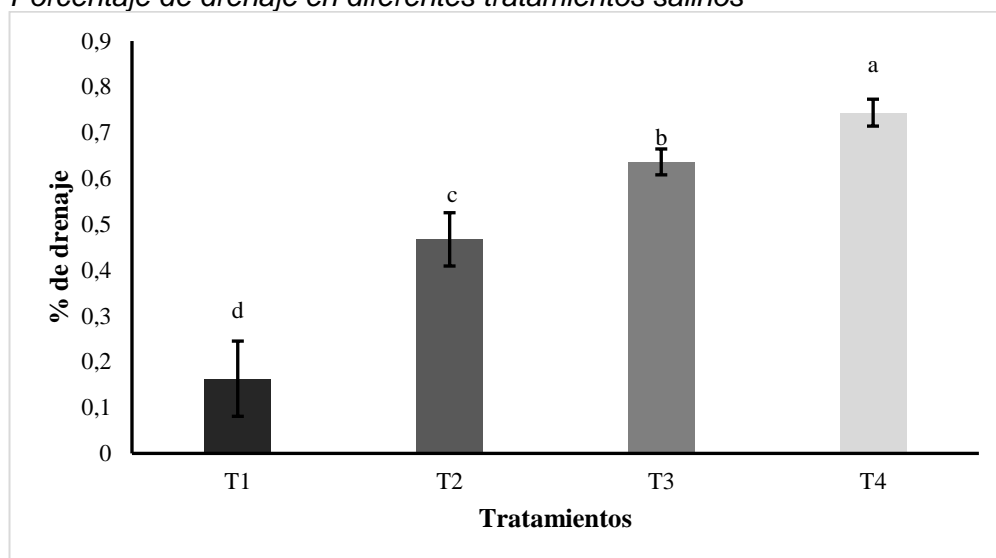
En la Figura 7, se observa el porcentaje de drenaje que presentaron las plantas de sandía en condiciones de riego salino con una diferencia significativa entre los Tratamientos, T4 con porcentaje de 74%, T3 con porcentaje de 63 % y los Tratamientos T2 con porcentaje de 46 % y T1 con porcentaje de 16 % menor porcentaje de drenaje y mayor retención de agua; destacando que la mayor de drenaje es entre el T4 y T1 con un aumento del 58 % de drenaje entre Tratamientos salinos. La tendencia de la evaluación de drenaje en el cultivo de sandía en maceteros es que a mayor porcentaje de CE en agua mayor índice de drenaje en cultivo.

La investigación propuesta por Pascual (2022), indicó que existe una diferencia entre el agua aplicada y el agua drenada permitiendo determinar el consumo de agua, teniendo diferencias significativas en riego con

tratamientos de control y mayor drenaje en tratamientos con mayor nivel salino (incremento de la presión osmótica). Resalta que, la salinización de sustratos tiene una menor tasa de pérdida de humedad, por motivo de evaporación reducida o disminución en el consumo de agua como respuesta al efecto osmótico que generan las sales.

Figura 7.

Porcentaje de drenaje en diferentes tratamientos salinos



Letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

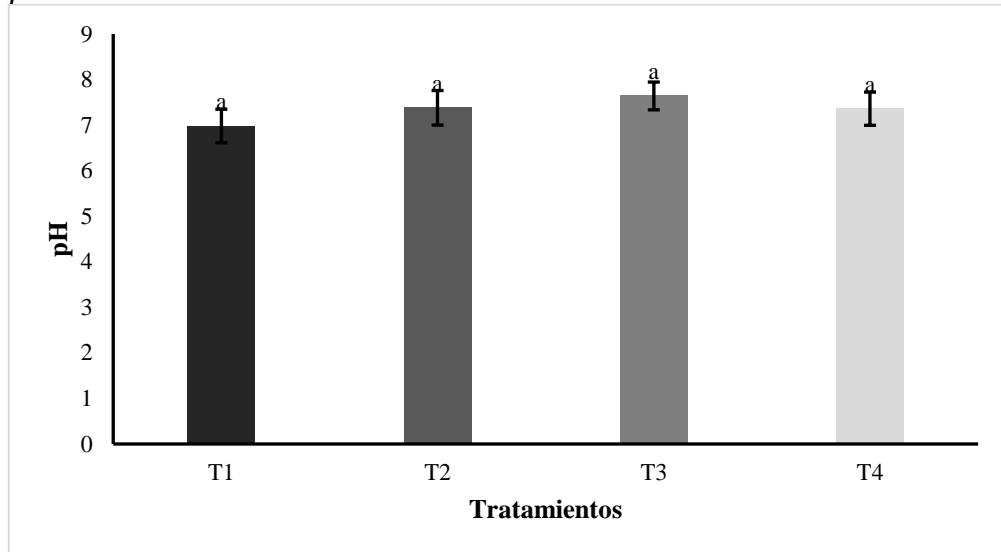
4.4 Nutrientes en lixiviados

En la Figura 8, se presentan los niveles de pH en lixiviados de la última semana de muestras de drenaje. En la medida de pH se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos salinos.

Los valores de pH obtenidos son similares a los que propone García-Caparrós, Llanderal & Lao, (2017) en 3 cultivos diferentes de ornamentales manteniéndose dentro de los rangos de 6.5 a 7.5 de pH con un pH en la SN de 6.

Figura 8.

pH en los lixiviados de sandía al final del cultivo



Letras iguales indican no diferencia significativa a $p < 0.05$.

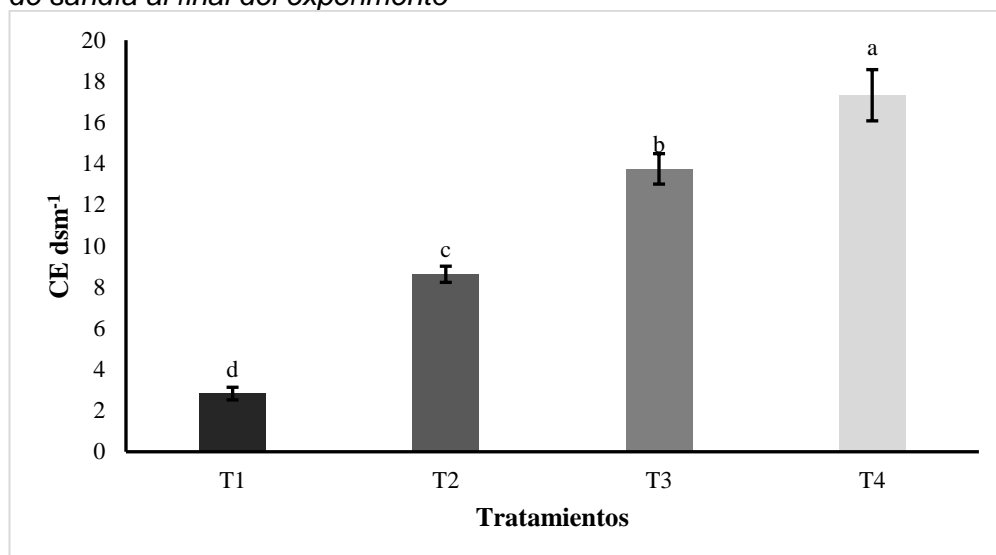
La relación de la conductividad eléctrica de salida es diferente a la conductividad eléctrica de entrada por la acumulación de sales en el sustrato en el momento de riego. La Figura 9, muestra la diferencia significativa que existe en relación a todos los tratamientos con las diferentes concentraciones de conductividad eléctrica de salida en el lixiviado. Observando un promedio de T4 de 17.34 dsm^{-1} , T3 de 13.74 dsm^{-1} , T2 de 8.62 dms^{-1} y T1 de 2.82 dsm^{-1} en conductividad eléctrica en el estudio realizado de lixiviado de riego en tratamientos salinos. Esto puede ser relacionado con la salinización del sustrato como se mencionó anteriormente.

En base a Maas & Hoffman (1977), los niveles de conductividad eléctrica para las cucurbitáceas que son moderadamente sensibles a la salinidad. En rendimiento en irrigación de agua al 100 % es de 1.5 dSm^{-1} , rendimiento al 90 % es de 2.4 dSm^{-1} , rendimiento de 75 % es de 3.8 dSm^{-1} y al rendimiento en 50 % la CE es de 10.9 dSm^{-1} ; en comparación a los niveles de conductividad eléctrica en agua muestra una tolerancia positiva a la planta de sandía. Sin embargo, afecta mayormente al rendimiento de la

planta en mayor porcentaje de lo establecido con una pérdida de rendimiento de 77 % con un CE de 17.34 dsm^{-1} , en el Tratamiento 4.

Figura 9.

Concentración de la conductividad eléctrica (dsm^{-1}) en lixiviados de plantas de sandía al final del experimento



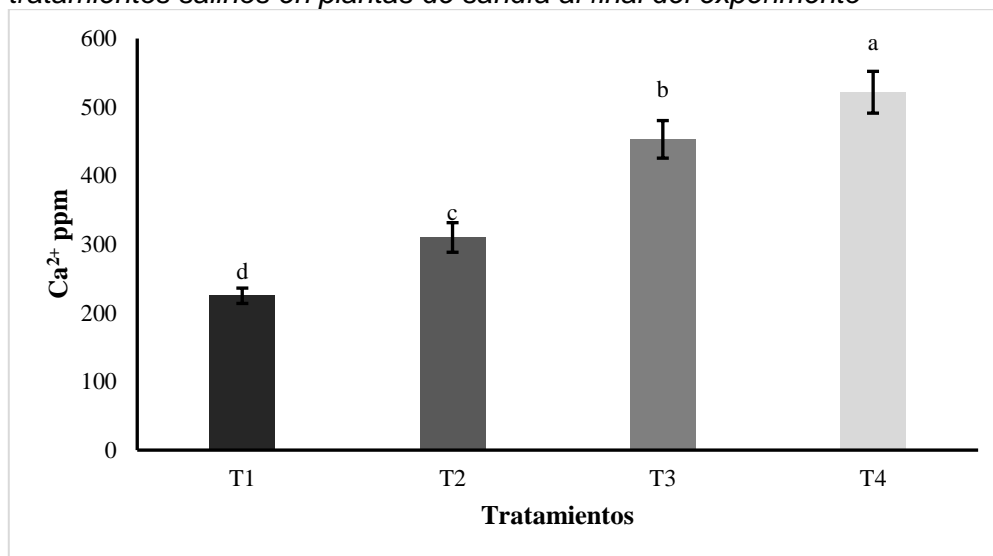
CE: conductividad eléctrica, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

Las concentraciones de calcio que se observan en la Figura 10 de lixiviado entre el Tratamiento 4 tiene una diferencia significativa con los Tratamientos 1, 2 y 3. Con una tendencia de acumulación de calcio en drenaje a medida de incremento de sales en fertiirrigación de Tratamientos salinos similar a la tendencia del incremento en conductividad eléctrica antes mencionada. Se presencia un incremento de catión de calcio en T4 de más del 50 % en concentraciones en comparación al T1 que mantiene el requerimiento nutricional necesario de la planta de sandía.

Romic et al., (2008) menciona que la aplicación de aguas salinas cambia la composición iónica de la solución nutritiva. El uso de riego con tratamientos salinos en diferentes concentraciones de conductividad eléctrica incrementa en el lixiviado más de 4.6 dSm^{-1} , obteniendo cambios significativos en calcio (Ca), sodio (Na) y cloro (Cl) incrementando las concentraciones de estos macronutrientes en lixiviado en relación al riego con aguas salinas.

Figura 10.

Concentración de calcio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento



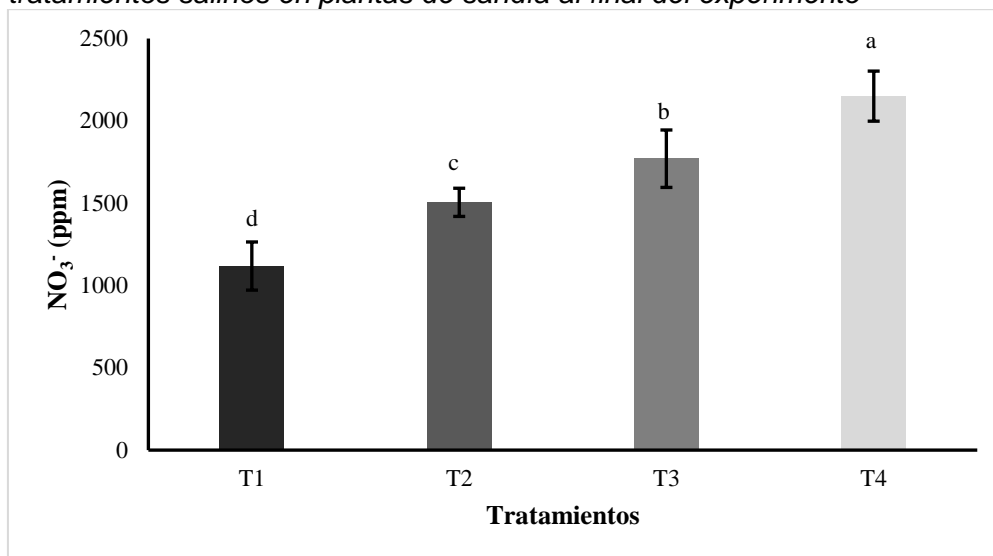
Ca²⁺: Cation de calcio, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

La acumulación de nitratos en lixiviado se presenta por la acumulación de sales en sustrato. Como se observa en la Figura 11, la diferencia significativa que existe entre el T4 con un promedio de 2 150 ppm en concentración de nitratos y la T1 con un promedio de 1 118 ppm de ion de nitrato con una diferencia mayor al 50 % de concentraciones de nitrato en lixiviado. Destacando que en el incremento de sales en riego con solución nutritiva y cloruro de sodio implica el aumento de nitratos en lixiviado en todos los Tratamientos (T1, T2, T3 y T4), según su nivel de conductividad eléctrica evaluada en el experimento.

Las concentraciones de nitrato en la propuesta de investigación de García-Caparrós, et al. (2017) tienen la tendencia de incrementar por la salinidad en las soluciones nutritivas utilizadas; haciendo que se acumulen en el lixiviado conforme el uso continuo de irrigaciones salinas en los tratamientos.

Figura 11.

Concentración de nitratos (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento



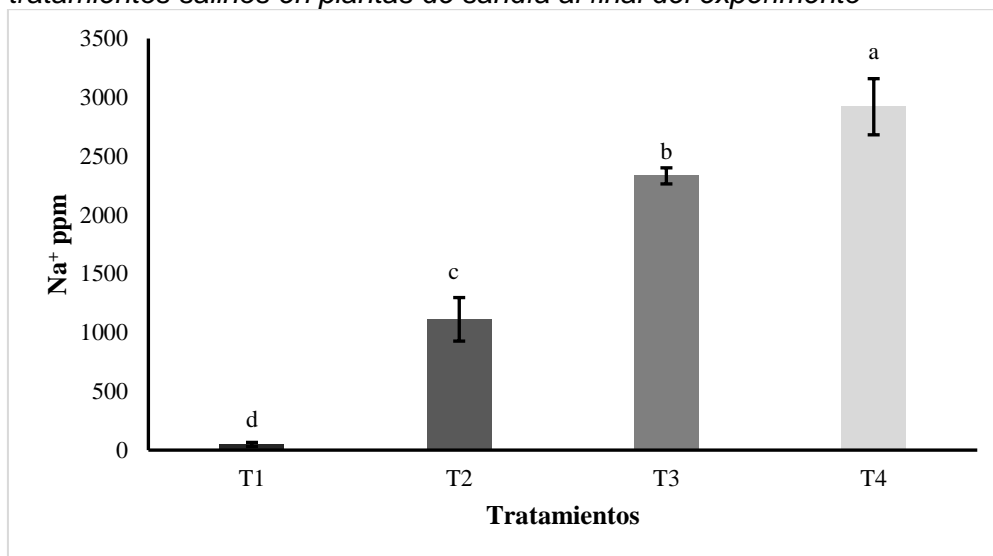
NO₃⁻: Ion nitrato, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

Las concentraciones de sodio en lixiviado están relacionadas a los nutrientes que tiene la solución nutritiva y el cloruro de sodio agregado; es decir, es mayor proporción de sales en el riego hay un incremento de sodio en el lixiviado. El Tratamiento 1 con conductividad eléctrica recomendada para el cultivo presenta menor concentración de sodio en lixiviado; con una diferencia significativa en comparación a los Tratamientos 2, 3 y 4 con un incremento en concentraciones de sodio a mayor contenido de sales en agua de riego.

En relación a Miranda et al., (2011) los altos niveles de sodio en el lixiviado de los tratamientos propuestos atribuyen al riego con aguas salinas, generalmente compuestas por cloro y sodio. Resaltando que la acumulación de sodio en lixiviación no influye en los índices de pH. El incremento de sodio tiene la misma tendencia de acumulación de nitratos en lixiviado por incremento de salinidad en riego anteriormente mencionado por los autores García-Caparrós et al., (2017).

Figura 12.

Concentración de Sodio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento



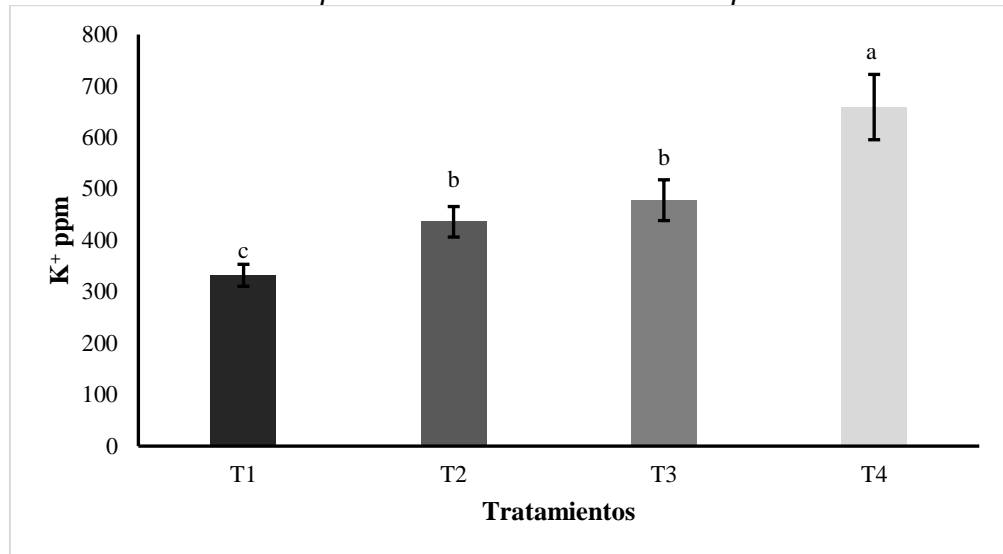
Na⁺: Cation de sodio, ppm: partes por millón, letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

En la Figura 13, se observan las concentraciones de potasio que contiene cada tratamiento salino en proporción a la conductividad eléctrica que se utilizó para el estudio, dando como resultado una diferencia significativa entre los Tratamientos 1 con promedio de 332 ppm de catión de potasio y 4 con promedio de 659 ppm de catión de potasio en concentraciones. En el caso de los Tratamientos T2 – T3 no muestran diferencias significativas con un promedio de 450 ppm de catión de potasio en cada Tratamiento, por lo tanto, la influencia de sales en el riego no incremento ni disminuyo sus concentraciones de potasio en lixiviados.

La causa de la acumulación de potasio en las plantas se demuestra a las altas concentraciones de las sales en la solución de drenaje. A su vez, el incremento de los cationes de potasio resultó a las acumulaciones de cloruro en el sustrato y se refuerza el intercambio iónico en el lixiviado de la planta. Eltarabily y Moghazy (2021), plantean que para entender de manera clara como la planta administra la acumulación de las sales y regula el equilibrio iónico interno es este proceso de intercambio.

Figura 13.

Concentración de potasio (ppm) en los lixiviados con los diferentes tratamientos salinos en plantas de sandía al final del experimento



K: potasio, ppm: partes por millón, letras iguales indican no diferencia significativa y letras distintas indican diferencia significativa a $p < 0.05$.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos de la investigación experimental realizada se concluye lo siguiente:

- La salinidad se vio afectada de forma altamente significativa para el desarrollo morfológico de las plantas de sandía, influyendo en la reducción del peso fresco y seco a medida que aumenta la concentración de sales en los tratamientos. Atribuyendo a la disminución de la biomasa tanto en las raíces como en la parte aérea de la planta, evidenciando la moderada sensibilidad de este cultivo al estrés salino.
- Los nutrientes en la savia de peciolo, incluyendo el análisis de calcio, sodio, nitratos y potasio fueron influenciados por los tratamientos salinos. Las concentraciones de calcio y sodio aumentaron con la salinidad, al igual que los nitratos y potasio disminuyeron, lo que confirmó antagonismos iónicos como Na/K y Cl/N-NO₃⁻. Indicando un patrón de cómo las plantas se ajustan al equilibrio iónico que las permite tolerar la salinidad, pero con consecuencias en desperdicio de nutrientes esenciales necesarios para su desempeño óptimo.
- El efecto de los tratamientos salinos se midió por las concentraciones de nutrientes de los lixiviados. En general, las concentraciones de calcio, sodio, potasio y nitratos aumentaron con el aumento de la salinidad y, por lo tanto, la CE también lo hizo. Aunque el pH, presentó una variación mínima entre tratamientos, altas concentraciones de sales disminuyeron la eficiencia del riego por la salinidad del riego, con mayores volúmenes de drenaje y menores retenciones de humedad.

5.2 Recomendaciones

Con base a las conclusiones dadas en la investigación realizada se recomienda lo siguiente:

- Se encontró una limitada información sobre los niveles óptimos de savia de peciolo en el cultivo para Na y Ca²⁺.
- Realizar un monitoreo constante de la CE del agua de riego para mantenerla dentro de los niveles recomendados y evitar los efectos de la salinidad.
- Evitar la acumulación de sales en el sustrato mediante un manejo adecuado del drenaje con riegos de lavado para disminuir la acumulación de sales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaguaña Galarza, S. S., & Llamba Toapanta, C. E. (2013). *Diseño e implementación de la fase inicial de un sistema de manejo sustentable para suelo y agua en el sector sur oeste de la UPS* (Bachelor's thesis).
- Ashraf, M., y Harris P.J.C. (2004). Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166(1): 3–16.
- Averos Hidalgo, E. B. (2020). *Situación actual de la comercialización del cultivo de Sandía (Citrullus lamatus L.), en el cantón Babahoyo, Provincia de Los Ríos* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).
- Burgueño, A. (2019). *Efecto de la aplicación de melatonina en semillas de melón (Cucumis melo L.) en la germinación y crecimiento inicial de las plantas en condiciones de estrés salino* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).
- Cadahía, C. 2008. *Fertirrigación. La savia como índice de fertirrigación en cultivos agroenergéticos, hortícolas, frutales y ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 256 pp.
- Camarena Villanueva, C. N. (2015). Determinación de la recarga hídrica de acuíferos generada por las plantaciones de *Polylepis racemosa* (Quinual) mediante el balance hídrico de suelos propuesto por Schosinsky en la Subcuenca del Río Shullcas, Huancayo–Junín.
- Casbis, G. M. (2021). Rendimiento y calidad de la fresa en respuesta a diferentes sustratos y nutrición inorgánica.
- Castro Villacis, A. F. (2024). *Los macronutrientes y su importancia en el cultivo de café (Coffea arábica) en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

- Castorena, M. V., Valencia, E. A. C., Ibarra, M. A. I., & Ulery, A. L. (2006). Absorción y traslocación de sodio y cloro en plantas de chile fertilizadas con nitrógeno y crecidas con estrés salino. *Revista fitotecnia mexicana*, 29(1), 79-88.
- Cedeño Sánchez, J. M. (2021). Efecto del portainjerto de calabacín con la mutación *etr2b* sobre la tolerancia a la salinidad de sandía.
- Condori Puma, E. (2021). Comportamiento de dos niveles de extracción nutritiva y dos dosis de fitoregulador humega en producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. White Boston) en Centro Agronómico K'ayra–Cusco.
- Clirsen, (2010). Reunión preparatoria para el atlas de suelos de Latinoamérica, Río de Janeiro, Ecuador-Base de Datos Edáfica, Ing. Augusto Gonzales Artieda, gaugustor@yahoo.com.
- Crawford, H. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía.
- Damian Suclupe, M. J., Gonzáles Veintimilla, F., Quiñones Paredes, P., & Terán Iparraguirre, J. R. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arnaldoa*, 25(1), 141-158.
- del Carmen Rollán, A. A., Rossi, M. S., Caterina, G., & Bachmeier, O. A. (2020). Fertirrigación en el cultivo de olivo: efecto sobre las propiedades edáficas y la absorción de nutrientes. *Nexo agropecuario*, 8(2), 19-26.
- Díaz Salazar, D. A. (2024). *Análisis del efecto de las condiciones climáticas en el desarrollo y producción del cultivo de sandía* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

- Diaz Adrada, J. J. (2024). *Diseño de un sistema de costos para la producción de tilapia en el municipio de Policarpa-Nariño* (Doctoral dissertation, San Juan de Pasto-Nariño [Colombia]: Universidad CESMAG).
- Eltarabily, M. G., & Moghazy, H. E. M. (2021). GIS-based evaluation and statistical determination of groundwater geochemistry for potential irrigation use in El Moghra, Egypt. *Environmental monitoring and assessment*, 193(5), 306.
- Erhirhie, E., & Ekene, N. (2014). Medicinal Values on *Citrullus lanatus* (Watermelon): Pharmacological Review. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 4(4), 1305–1312.
- Escalona, VHE. (2009). Manual De Cultivo Del Cultivo De Sandía (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo L.*). Universidad de Chile: 51.
- Eslao Tigrero, S. R. (2013). Comportamiento agronómico de los híbridos de sandia (*Citrullus vulgaris*) cazalotype 78.010, 9730 F1, Sharon F1 Y quetzali. en el cantón Babahoyo.
- Esquivel, A. (2017). Respuesta al estrés salino por cloruro de sodio y agua de mar en el crecimiento del tomate en uin sistema hidropónico. [Tesis de maestría, Centro de investigaciones biológicas del Norte]. Pp. 30-33.
- FAOSTAT. (2023). Producción/Rendimiento de Sandías en Ecuador. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez Castillo, A. J., Plasencia-Vázquez, A. H., & Abasolo-Pacheco, F. (2024). Impacto del uso de suelo y la fragmentación del paisaje sobre la calidad del agua del río Teaone en Ecuador. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 40.

- Figuroa Villasagua, M. M. (2022). *Importancia del uso de tecnologías modernas para análisis de calidad del agua de riego para cultivos agrícolas* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Flores Velasquez, J. M. (2017). Producción de tres variedades híbridas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb. Mansf.) Santa Amelia, Riverside y Alexander, injertado y sin injertar bajo las condiciones edafoclimáticas del valle de Moquegua, verano 2016.
- Fretes, F y Martinez, M. (2011). Sandia. Análisis de la cadena de valor en el departamento de concepción.
- García-Caparrós, P., Llanderal, A., & Lao, M. T. (2017). Effects of Salinity on Growth, Water-Use Efficiency, and Nutrient Leaching of Three Containerized Ornamental Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(10), 1221–1230. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1341915>
- Ghani, M.N.O., Yahya A. y Mohd F.I. (2018). Effects of NaCl salinity on leaf water status, proline and mineral ion content of four Cucurbitaceae species. *Australian Journal of Crop Science* 12(9): 1434–39.
- Goykovic Cortés, V., & Saavedra del Real, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Idesia (arica)*, 25(3), 47-58.
- Hochmuth, G., & Hochmuth, R. (2022). Plant petiole sap-testing for vegetable crops: CV004/CIR1144, Rev. 5/2022. *EDIS*, 2022(3).
- Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. (1938) The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Circulation*, 347, 32.

- Huez-Lopez, M. A., Samani, Z., Elías, J. L., Aviles, A. Á., & Flores, F. P. (2008). Efecto de un extracto vegetal en la germinación de semillas de chile (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones salinas. *Biotechnia*, 10(3), 11-19.
- Llanderal, A. (2017). Study of diagnostic methods and evaluation of nutritional parameters in the intensive horticulture cropping systems as basis for a sustainable management of the fertigation. Ph.D. Thesis, University of Almeria, Spain, September 2017.
- Llanderal, A., García-Caparrós, P., Contreras, J. I., Segura, M. L., & Lao, M. T. (2018). Evaluation of the nutrients variability in sap of different petiole samples in tomato plant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(6), 745-750.
- Llanderal, A., García-Caparrós, P., Segura, M. L., Contreras, J. I., & Lao, M. T. (2019). Nutritional changes in petiole sap over space and time in a tomato crop greenhouse. *Journal of Plant Nutrition*, 42(10), 1205-1217.
- Llanderal, A., García-Caparrós, P., Pérez-Alonso, J., Contreras, J. I., Segura, M. L., Reca, J., & Lao, M. T. (2020). Approach to petiole sap nutritional diagnosis method by empirical model based on climatic and growth parameters. *Agronomy*, 10(2), 188.
- Lamz Piedra, A., & González Cepero, M. C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*, 34(4), 31-42
- León Calvarío, I. (2018). Efecto del injerto y estrés salino sobre el contenido nutraceutico en frutos de tomate.

- Leoncio, C. D. C. (2022). *Efecto de los biorrepelentes sobre la incidencia de mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de sandía, Joa* (Bachelor's thesis, Jijijapa. UNESUM).
- Logsdon, S.; Clay, D.; Moore, D. Tsegage, T.; Step By Step Field Analysis, Soil Science., Soil Science Society Of America., 2008.
- Magnitskiy, S., & Rodríguez, L. E. (2017). Diagnóstico de K⁺ y NO³-en savia para determinar el estado nutricional en papa (*Solanum tuberosum L. subsp. andigena*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 133-142.
- Maas, E.V. and C.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance current assessment. *Journal of irrigation and Drainage Division*. AASCE, Vol 103, No. 1R 2. Proc. Paper 12993 June 1977, pp. 115-134.
- Maas, E. 1984. Salt toletance of plants. In: *The Handbook of Plant Science in Agriculture*. B.R. Christie (ed). CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Mendoza Guevara, D. N. (2010). *Incidencia del número de guías principales sobre la producción orgánica de Sandía (Citrullus vulgaris) en dos cultivares (Royal charleston y Paladín)* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Miranda, M. A., de Oliveira, E. E., dos Santos, K. C., Freire, M. B. D. S., & Almeida, B. G. D. (2011). Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15, 484-490.
- Mora Alvarado, J. D. (2022). Evaluación del injerto de tomate (*Solanum lycopersicum L.*), en patrones de uvilla (*Physalis peruviana L.*), con tres dosis de salinidad en la provincia de Chimborazo.

- Morales Gevara, E. (2015). Efectos Del Tratado De Libre Comercio De América Del Norte, En Las Frutas Y Hortalizas De México.
- Moreno H., Ibañez S., Gisbert J., (2011). ARIDISOLES, Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Naranjo Morán, J. A. (2015). *Evaluación de la tolerancia a la salinidad de cucurbitáceas silvestres del Ecuador y sus potenciales usos como patrones en injertos de cucurbitáceas comerciales* (Bachelor's thesis).
- Naranjo Moran, J. A. (2018). *Evaluación de un consorcio de hongos micorrízicos arbusculares (hma) en la absorción de sodio y plomo en cucurbitáceas bajo condiciones controladas* (Bachelor's thesis).
- Palacios, F. (2017). Efecto sobre el comportamiento agronómico de los cultivos de pimiento (*Capsicum annum*), a la aplicación de bio fertilizantes orgánicos.
- Pascual Espinosa, C. (2022). Cuantificación de índices de salinidad usando sensores de CE y humedad de suelo en un cultivo en maceta de Euphorbia.
- Proaño J., Suarez C., Briones C. (2011). Estudio de metodologías para la validación de un modelo predictivo para el manejo y control de la salinidad del suelo y del agua en la península de Santa Elena. Universidad Agraria, Guayaquil - Ecuador.
- Ramírez Rodríguez, J. (2022). Crecimiento sigmoideal del fruto y producción de tomate injertado y cultivado en NFT establecido bajo estrés salino.
- Rebutti, D y Llandán, R. (2016). Diseño de la metodología de injertación y el plan de fertilización para la producción de sandía, en la comuna Loma Alta, provincia de Santa Elena. (Tesis). Guayaquil-Ecuador, 2016.

- Rivera, D. V., Bustamante, W. B., Araujo, M. V. G., & Asang, S. F. (2022). Aplicación de un complemento nutricional con efecto en aumento de la actividad fotosintética en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*). *Journal of Science and Research*, 7(CININGEC II), 201-211.
- Romic, D., Ondrasek, G., Romic, M., Josip, B., Vranjes, M., & Petosic, D. (2008). Salinity and irrigation method affect crop yield and soil quality in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) growing. *Irrigation and Drainage: The Journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 57(4), 463-469.
- Roselló, J. (2010). Manual básico de horticultura ecológica. *Guía de agricultura ecológica de cultivos hortícolas de invernadero*, 35-88.
- Rodriguez Apaza, Abigail Pamela. *Evaluación del efecto de sodio en la producción de dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo sistema hidropónico (NFT) en la ciudad de El Alto*. Diss. 2021.
- Ruiz Gómez, J. C. (2022). Efecto de las diferentes dosis de ácido húmico en el crecimiento vegetativo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).
- Sghirla Magno, S. F. (2011). *Propuesta metodológica para la elaboración del mapa de conductividad eléctrica de los suelos de la República del Ecuador* (Master's thesis, Quito, 2011.).
- Sheikhalipour, M., Mohammadi, S. A., Esmailpour, B., Zareei, E., Kulak, M., Ali, S., & Fotopoulos, V. (2022). Exogenous melatonin increases salt tolerance in bitter melon by regulating ionic balance, antioxidant system and secondary metabolism-related genes. *BMC Plant Biology*, 22(1), 380.
- Taño Pereyra, J. (2022). Diseño, instalación y puesta en funcionamiento de un ensayo piloto para el estudio de los efectos del riego con agua desalada en platanera.

- Tello Lacal, C. (2013). Regulación de la homeostasis iónica en plantas por el antiportador NA^+/H^+ SOS1.
- Tomalá Guartatanga, J. G. (2015). *Capacidad germinativa del genotipo de tomate riñón (Lycopersicon esculentum Mill.) al estrés salino en diferentes fotoperiodos* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.).
- Valdez Morante, N. A. (2022). *Principales enfermedades que se presentan en el cultivo de sandía (Citrullus lunatus) en el Ecuador* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Yetişir, H., & Uygur, V. (2009). Plant growth and mineral element content of different gourd species and watermelon under salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(1), 65-77.
- Zurita Avilés, Á. J. (2022). *Principales Plagas en el Cultivo de Sandia (Citrullus lanatus) en el Litoral Ecuatoriano* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).

ANEXOS

Anexo 1. Material genético de cultivo de sandía



Anexo 2. Equipo de medición de conductividad eléctrica



Anexo 3. Equipo de medición de pH



Anexo 4. Trasplante de plántulas de sandía



Anexo 5. Diseño de toma de muestras por bloques



Anexo 6. Experimento de tratamientos salinos en su 9 semana de análisis





**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna**, con C.C: # 1725693053 autora del **Trabajo de Integración Curricular: Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (Citrullus lanatus) en Guayaquil, prov. del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido Trabajo de Integración Curricular para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido Trabajo de Integración Curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **19 de febrero de 2025**

f. _____

Nombre: **Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna**

C.C: **1725693053**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA Y SUBTEMA:	Efecto de la salinidad en parámetros morfológicos y nutrientes en savia de peciolo en plantas de sandía roja (<i>Citrullus lanatus</i>) en Guayaquil, prov. del Guayas		
AUTORA	Vásquez Muñoz, Gabriela Ivanna		
REVISOR/TUTOR	Lcdo. Llanderal Quiroz, Alfonso PhD.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agropecuaria		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de febrero de 2025	No. PÁGINAS:	47 p.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción Agrícola, Fisiología vegetal, Horticultura, Cultivo.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Salinidad, tolerancia, riego manual, investigación experimental, tratamientos, morfología.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Ecuador, un país reconocido por su producción de frutas tropicales, ha identificado la sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) como un producto con gran potencial tanto para el consumo interno como para la exportación a mercados extranjeros no tradicionales. Aunque relativamente nueva en la canasta exportadora del país, la sandía ha mostrado una creciente demanda en el mercado internacional. Las excepcionales condiciones ecológicas de Ecuador, con un clima favorable y tierras fértiles, favorecen el desarrollo agrícola, especialmente en la producción de sandía. Este cultivo, relevante en las provincias costeras como Manabí, Santa Elena y Guayas, es valorado no solo por su consumo fresco, sino también para la elaboración de mermeladas y confitería. Sin embargo, la producción de sandía enfrenta desafíos relacionados con la salinidad del suelo, especialmente en zonas áridas y costeras donde la acumulación de sales puede afectar gravemente la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas. La salinidad no solo provoca estrés osmótico, sino también toxicidad iónica, lo que compromete la calidad y el rendimiento de los cultivos. Para contrarrestar estos efectos, es esencial el monitoreo constante de la salinidad del suelo y la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como la fertirrigación. Estas estrategias no solo mejoran la producción, sino que también contribuyen al desarrollo sostenible del sector agropecuario, posicionando a Ecuador como un competidor en la producción de frutas tropicales de alta calidad y abriendo nuevas oportunidades en los mercados de exportación.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-(registrar teléfonos)	E-mail: maria.vasquez18@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello, MSc.		
	Teléfono: +593-4-(registrar teléfonos)		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			