



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA  
Y VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo de Integración curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como requisito previo a la obtención de título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

Efectos del Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de  
resistencia a salinidad en lechuga (*Lactuca sativa*).

**AUTORA:**

Clara Luisa Zambrano Márquez

**TUTORA:**

Ing. Agr. Emma Lombeida García, MBA

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2023

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE CUADROS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VIII
RESUMEN .....	IX
SUMMARY .....	X
CAPÍTULO I .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Contextualización de la situación problemática .....	2
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.2 Justificación .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Hipótesis .....	3
1.5. Línea de investigación de FACIAG.....	4
Predominio: Recursos agrícolas, entorno, diversidad y biotecnología .....	4
Líneas: Desarrollo agrícola, agroindustrial sostenible y sustentable .....	4
CAPÍTULO II.....	5
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. El Origen de la lechuga.....	5
2.2. Antecedentes del cultivo hidropónico.....	5
2.3. Taxonomía de la Lechuga.....	6
2.4. Características morfológicas de la lechuga.....	6
Raíz .....	6
Hojas .....	7
Semillas.....	7
2.5. Requerimientos Edafoclimáticos .....	7
2.5.1 Temperatura .....	7
2.5.2 Luz .....	8
2.5.6 Humedad relativa .....	8
2.6 Variedades.....	8
2.7 Cultivos Hidropónicos .....	9
2.7.1. Técnicas Hidropónicas.....	9
Técnica De Raíz Flotante.....	9

Sistema Aeropónico .....	10
Sistema Hidropónico en sustrato .....	10
2.8 Soluciones Nutritivas .....	11
2.9. Elicitores .....	12
Ácido Brasinoesteroides .....	12
Ácido salicílico .....	12
2.10. Salinidad .....	13
Importancia mundial .....	14
Producción Mundial.....	14
Producción Nacional.....	15
CAPÍTULO III .....	16
MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1. Ubicación del sitio experimental .....	16
3.2. Tipo y diseño de investigación .....	16
En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes.....	16
3.3 Material de Siembra.....	16
3.4 Materiales de laboratorio o campo.....	16
Nutrientes.....	17
3.5 Factores a estudiar.....	17
3.6 Métodos.....	18
3.7 Tratamientos de estudios.....	18
3.10 Diseño experimental .....	18
3.8 Manejo del ensayo .....	19
3.8.1 Preparación del semillero.....	19
3.8.2 Limpieza de invernadero.....	20
3.8.3 Preparación de las tinas.....	20
3.8.4 Trasplante.....	20
3.8.5. Preparación de nutrientes.....	21
3.8.6 Oxigenación y cuidado de las plantas .....	22
3.9 Variables a estudiar .....	22
Concentración De Clorofila .....	22
Peso húmedo y Peso Seco.....	23
Numero de hojas .....	23
Tamaño de hojas .....	23
Altura planta.....	24

Tamaño de raíz.....	24
3.10 Aspectos éticos.....	24
3.11 Operacionalización de Variable 2023.....	25
CAPITULO IV .....	27
III. RESULTADOS .....	27
4.1 Tamaño de la raíz.....	27
4.2 Tamaño de las hojas.....	27
4.3 Altura de la planta.....	27
4.4 Numero de hojas .....	29
4.5 Peso fresco .....	29
4.6 Peso seco.....	29
4.7 Clorofila.....	30
3.8 Aspecto Económico De Los Tratamientos En Estudio.....	32
4.9 DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
5.1 Conclusiones .....	34
5.2 Recomendaciones .....	34
ANEXOS .....	36
REFERENCIAS .....	48
PRESUPUESTO.....	53
Cuadro 3. Presupuesto .....	53
CRONOGRAMA.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Aeroponía.....	10
Figura 2 . Producción de lechuga Mundial (1994 – 2021). ....	14
Figura 3. Producción de lechuga en el Ecuador (1994 – 2021).....	15
Figura 4 Preparación de semillero .....	19
Figura 5. Limpieza de invernadero .....	20
Figura 6 . Preparación de tinas .....	20
Figura 7 . Trasplante .....	21
Figura 8. Preparación de nutrientes .....	21
Figura 9. Oxigenación y cuidado de las plantas .....	22
Figura 10. Concentración De Clorofila .....	23
Figura 11 . Conteo del número de hoja.....	23
Figura 12. Tamaño de la hoja .....	24
Figura 13. Altura de la planta .....	24

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Presupuesto.....	53
<b>Cuadro 2.</b> Cronograma .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 .</b> Operacionalizacion de Variable.....	17
<b>Tabla 2 .</b> Tratamientos estudiados, efectos del ácido salicílico y brasinoesteroides... como inductores de resistencia a salinidad en lechuga.....	18
<b>Tabla 3 . .</b> Análisis de varianza.....	18
<b>Tabla 4 ...</b> Característica del área experimental.....	19
<b>Tabla 5 ...</b> Operacionalización de Variable.....	25
<b>Tabla 6 ..</b> Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en el tamaño de raíz, tamaño de hoja y altura de planta en lechuga.....	28
<b>Tabla 7 . .</b> Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en el número de hojas, peso fresco, peso seco.....	30
<b>Tabla 8 . .</b> Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en Clorofila .....	31
<b>Tabla 9. .</b> Análisis económico (\$), en el ensayo “Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad.....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1 .</b> Análisis de la Varianza de la variable tamaño de la raíz bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	37
<b>Anexo 2 .</b> Análisis de la Varianza de la variable tamaño de las hojas bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	37
<b>Anexo 3 .</b> Análisis de la Varianza de la variable altura de planta bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	38
<b>Anexo 4 .</b> Análisis de la Varianza de la variable número de hojas bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	38
<b>Anexo 5 .</b> Análisis de la Varianza de la variable peso fresco bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	39
<b>Anexo 6 . .</b> Análisis de la Varianza de la variable peso seco bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	39
<b>Anexo 7 .</b> Análisis de la Varianza de la variable clorofila bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga .....	40
<b>Anexo 8. .</b> Preparacion del semillero.....	...40
<b>Anexo 9 .</b> Limpieza del invernadero .....	41
<b>Anexo 10 .</b> Elaboración de las tinas hidropónica .....	42
<b>Anexo 11.</b> Trasplante a las tinas hidropónicas .....	42
<b>Anexo 12 .</b> Preparación de soluciones nutritivas.....	43
<b>Anexo 13 .</b> Implementación de la solución salina .....	43
<b>Anexo 14.</b> Oxigenación de las plantas .....	44
<b>Anexo 15.</b> Desarrollo de las plantas .....	44
<b>Anexo 16.</b> Aplicación de Ácido Salicílico y Brasionesteroides .....	45
<b>Anexo 17.</b> Toma de datos.....	47

## RESUMEN

La lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) es una forma de manejo vegetal que permite el cultivo sin suelo. Esta técnica produce principalmente plantas herbáceas que aprovechan sitios o áreas no tradicionales sin descuidarlos, y a su vez tener presente las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua, nutrientes, densidad de siembra y problema de plagas y enfermedades que incidirán fuertemente en el rendimiento del cultivo. El objetivo del estudio es determinar el efecto del ácido salicílico y brasinoesteroides como inductores de resistencia a salinidad en la provincia de Los Ríos, En la universidad Técnica de Babahoyo, proyecto realizado en la facultad de ciencias agropecuaria, mediante un estudio de invernadero localizado dentro de la facultad de tipo experimental, que cuenta con un sistema adaptable para la hidropónicas, en donde se llevó a cabo 9 tratamientos con una conductividad eléctrica de 3,5 y 7,0 debido a altas cantidades de sal en el agua, y aplicando 2 que fueron ácido salicílico y brasinoesteroides, se evaluaron los datos de altura de planta, número de hojas, tamaño de hojas, longitud de raíz, peso seco y fresco, clorofila y rendimiento, todo esto se evaluara mediante la prueba de Tukey en infostat. Los resultados obtenidos a partir de estos datos indicaron que el agua con un alto porcentaje de salinidad es directamente perjudicial para el crecimiento de los cultivos de lechuga, Se ha demostrado que el ácido salicílico brinda los resultados más favorables cuando se expone a una alta salinización en el agua, aun cuando estos productos aportan a controlar el estrés salino potencial en los cultivos de lechuga.

**Palabras claves:** Lechuga, Hidroponía, Salinidad, Ácidos Salicílico y Brasinoesteroides

## SUMMARY

Hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*) is a form of plant management that allows cultivation without soil. This technique mainly produces herbaceous plants that take advantage of non-traditional sites or areas without neglecting them, and at the same time keeping in mind the needs of the plants, such as light, temperature, water, nutrients, planting density and pest and disease problems that will strongly affect the crop yield. The objective of the study is to determine the effect of salicylic acid and brassinosteroids as inducers of resistance to salinity in the province of Los Ríos, at the Technical University of Babahoyo, a project carried out at the Faculty of Agricultural Sciences, through a greenhouse study located within the experimental type faculty, which has an adaptable system for hydroponics, where 9 treatments were carried out with an electrical conductivity of 3.5 and 7.0 due to high amounts of salt in the water, and applying 2 that they were salicylic acid and brassinosteroids, the data of plant height, number of leaves, leaf size, root length, dry and fresh weight, chlorophyll and yield were evaluated, all this was evaluated using the Tukey test in infostat. The results obtained from these data indicate that water with a high percentage of salinity is directly detrimental to the growth of lettuce crops. Salicylic acid has been shown to give the most favorable results when exposed to high salinity in water, even when these products contribute to control potential saline stress in lettuce crops.

**Keywords:** Lettuce, Hydroponics, Salinity, Salicylic Acids and Brassinosteroids

## CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN

La lechuga hidropónica (*Lactuca sativa*) es una forma de manejo vegetal que permite el cultivo sin suelo. Esta técnica produce principalmente plantas herbáceas que aprovechan sitios o áreas no tradicionales sin descuidarlos, y a su vez tener presente las necesidades de las plantas, como luz, temperatura, agua, nutrientes, densidad de siembra y problema de plagas y enfermedades que incidirán fuertemente en el rendimiento del cultivo. En los sistemas hidropónicos actuales, permiten que los elementos minerales esenciales sean proporcionados por soluciones nutritivas. Los cultivos hidropónicos se pueden duplicar más que los cultivos tradicionales de suelo, siendo el futuro de nuestro planeta.

Una de las fitohormonas más utilizada es el ácido salicílico el cual se encuentra presente en todos los órganos vegetales y se menciona que las aplicaciones de este afectan de forma positiva a los diferentes procesos fisiológicos, resaltando el comportamiento de las plantas a condiciones de estrés tales como la sequía, fitotoxicidad y bajas temperaturas (Dzib-Ek *et al.* 2021).

El ácido salicílico se considera una molécula de señalización importante que está involucrada en la resistencia a enfermedades endémicas y locales en las plantas en respuesta a varios ataques patógenos (Enyedi *et al.* 1992 Álvarez 2000). Además de proporcionar resistencia a las enfermedades a las plantas, SA puede modular obteniendo una variedad de respuesta a un conjunto de estrés oxidativo (Shirasu *et al.* 1997).

Teniendo en cuenta las diversas funciones fisiológicas del SA en las plantas y las limitaciones de espacio necesarias, restringimos nuestra cobertura a su biosíntesis, transporte, participación en la señalización y los efectos del ácido salicílico exógeno sobre la bioproduktividad, el crecimiento, las actividades de varias enzimas y su impacto en las plantas, expuestas a diversos estreses bióticos y abióticos.

Los brasinoesteroides (BRs) son productos naturales que se encuentran en las plantas a muy bajas concentraciones. La respuesta a los brasinoesteroides incluye efectos sobre el alargamiento, la división celular, el desarrollo vascular y reproductivo, la polarización de la membrana y el bombeo de protones, las relaciones fuente/sumidero y la regulación del estrés. Los brasinoesteroides, además, de interaccionar

con factores ambientales y pueden afectar el desarrollo de los insectos y hongos (Núñez & Mazorra 2008).

Núñez *et al.* (2010), menciona que los brasinoesteroides más ampliamente distribuidos en las plantas son los que poseen 28 átomos de carbono (C<sub>28</sub>), grupo en que la brasinólida es el representante más activo. Las variaciones estructurales de los BR naturales se originan de la presencia de oxígeno en las posiciones C-2, C-3 y C-6 del núcleo esteroidal central (anillos A/B) y en las posiciones C-22 y C-23 de la cadena lateral. La presencia de diferentes BR con actividad biológica en los tejidos sugirió desde muy temprano la funcionalidad de las rutas de biosíntesis y transformación de estos compuestos.

## **1.1 Contextualización de la situación problemática**

### **1.1.1 Planteamiento del problema**

Cada día es más preocupante los problemas presentes que causa la presencia de salinidad en los suelos, que afectan el crecimiento óptimo de las plantas, ocasionando que la asimilación de los nutrientes sea baja y teniendo que aplicar altas dosis para poder nutrir las plantas y que la actividad microbiana del suelo disminuye, a tal medida que se busca nuevas formas de producir hortalizas para satisfacer las necesidades del mercado.

A través del cultivo de hidroponía se busca implementar la nutrición correcta de la solución nutritiva balanceada y equilibrada que se formula a partir de un análisis de agua, la especie vegetal a cultivar, su etapa fenológica y las condiciones ambientales presentes, evitando así la salinización actual de los suelos.

### **1.1.2 Justificación**

La alta salinidad del suelo está afectando cada vez más al cultivo de lechuga, ya que el cultivo es vulnerable a este trastorno hídrico, lo que resulta en un desarrollo deficiente y bajos rendimientos para la mayoría de los agricultores que cultivan este vegetal, los agricultores buscan nuevas técnicas de innovación para así seguir en los mercados ya que cada vez se vuelven exigentes en los productos tanto de presentación

como su sabor , cuando esta hortaliza es sometida a altos niveles de estrés salino su sabor varia, lo que no es favorable para el agricultor.

Uno de los objetivos principales al momento de realizar este proyecto tiene es la observación del comportamiento de la lechuga con los diferentes niveles de estrés salino de manera hidropónica, aplicando estas fitohormonas como lo son Ácidos Salicílico y Brasinoesteroides , se utiliza diferentes tratamientos y volúmenes de salinidad para así obtener cual es el más apto.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a salinidad en lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona de Babahoyo.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar la concentración salina que más influye en el crecimiento y desarrollo de lechuga.
- ✓ Evaluar el comportamiento agronómico de la lechuga sometida a estrés salino bajo el efecto de elicitores.
- ✓ Evaluar el aspecto económico de los tratamientos en estudio

### **1.4 Hipótesis**

$H_0 = U A = U B$  Los tratamientos con elicitores en medios salinos presentaron resultados similares.

$H_1 = U A \neq U B$  Al menos unos de los tratamientos con elicitores en medios salinos presentarán resultados diferentes.

## **1.5. Línea de investigación de FACIAG**

**Predominio:** Recursos agrícolas, entorno, diversidad y biotecnología.

El tipo de investigación realizada fue en los laboratorios, con estadística descriptiva inferencial.

**Líneas:** Desarrollo agrícola, agroindustrial sostenible y sustentable.

**Su línea:** certeza y soberanía alimentaria.

## **CAPÍTULO II.- MARCO TEÓRICO**

### **2.1. El Origen de la lechuga**

La lechuga es una de las hortalizas más antiguas, con lienzos que representan este vegetal en las tumbas egipcias que datan del 4500 A.C hasta la actualidad. La lechuga tiene origen de Asia Menor en la costa sur del Mediterráneo y puede ser personalizado para Egipto. Su historia de la agricultura se remonta a sus 2500 años anteriores y se conoce como los griegos y los romanos. La primera lechuga hace referencia fue la Acogorada, mayor conocida en Europa en el siglo XVI, pero con hojas sueltas., después del proceso de adaptación se dispersó rápidamente por el Mediterráneo y posteriormente a Europa Occidental su cultivo en América es de 1494 (Gutiérrez 2014).

### **2.2. Antecedentes del cultivo hidropónico**

A lo largo de los años, la hidroponía se desarrolló gracias a los aportes de varios científicos que probaron la efectividad del cultivo sin suelo en la investigación, y luego este nuevo método de cultivo se extendió a otras partes del mundo; la hidroponía se considera una forma de agricultura, un sistema de producción que tiene sentido en un contexto ecológico, económico y social (Guanochanga 2010).

El cultivo de lechuga en invernadero es un cultivo con una larga historia, que se modernizó hace unos 20-25 años actualizando significativamente los métodos de cultivo, los sistemas de riego y los materiales de plantación. Desde entonces ocupa gran parte de la superficie cubierta y se produce de forma continua durante todo el año (Díaz 2010).

Durante todo este tiempo, el método de producción ha cambiado muy poco, el cultivo y el método de trabajo son los mismos. Y realizar un nuevo ensayo con el objetivo de buscar nuevas alternativas, que pasarían por la mejora de la productividad y la calidad, pero también y tan importante como las anteriores, que asegurarían la mejora de las condiciones de trabajo de los cultivos, facilitarían el procesamiento, etc. Después de todo, depende de la rentabilidad del cultivo (Díaz 2010).

### **2.3. Taxonomía de la Lechuga**

La lechuga pertenece a la familia dicotiledónea más grande del dominio vegetal, la Asterácea, conocida anteriormente como Compositae. Considerándose una de las diversas, principalmente debido a la variedad de tipos de hojas y hábitos de crecimiento que existe actualmente de las plantas. Esto ha llevado a varios autores a distinguir los cultivares de las plantas de esta especie, y varios cultivares son importantes como cultivos hortícolas en diferentes partes del mundo. Por lo tanto, se clasifican taxonómicamente como:

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Asterales*

Familia: *Asteraceae*

Subfamilia: *Cichorioideae*

Tribu: *Lactuceae*

Género: *Lactuca*

Especie: *Lactuca sativa* L. (Saavedra *et al.* 2017).

### **2.4. Características morfológicas de la lechuga**

#### **Raíz**

La raíz, que usualmente no sobrepasa los 25 cm de profundidad, es pivotante, pequeña y con ramificaciones. La corona es más gruesa y se estrecha gradualmente hasta una profundidad que puede alcanzar más de 20 cm. La densidad de raíces laterales se encuentra principalmente cerca de la superficie, por lo que la absorción de nutrientes y agua ocurre principalmente en la parte superior del suelo (Ríos 2016).

#### **Tallo**

El cultivo de lechuga posee un tallo pequeño, corto, cilíndrico, sin ramificación cuando la planta se encuentra en óptimas condiciones de cosecha, al terminar la fase comercial, el tallo se prolonga hasta 1,2 m de longitud, terminalmente ramificadas y ubicadas en cada extremo de las ramas terminales de las inflorescencias. Se ramifica

desde un tercio de su altura, con muchas hojas que se hacen más pequeñas, culminando en una inflorescencia de muchos capítulos de flores amarillas (Ríos 2016).

## **Hojas**

Su forma es desplegada desde principio su estructura es de roseta en todo su periodo de desarrollo (variedades romanas), muchas se acogollan más tarde. El filo de las hojas puede ser liso, ondulado o dentado (INFOAGRO 2016). La hortaliza se presenta como inflorescencias en racimos o capítulos dispuestas en corimbos. Tiene de 10 a 25 floretes. Los espinos amarillos tienen pétalos exteriores amarillos o blancos. Corona tubular con bordes dentados en el interior (Martínez 2014).

## **Semillas**

La semilla es picuda y plana, botánicamente es un fruto en forma aovada, achatada, con tres a cinco costillas en cada cara, de color blanco, amarillo, marrón o negro, mide de 2 a 5 mm (Ríos 2016).

## **2.5. Requerimientos Edafoclimáticos**

### **2.5.1 Temperatura**

Es un cultivo principalmente de zonas altas, donde crece y se da mejor en altitudes superiores a los 1, 100 msnm, con una temperatura media alrededor de los 18°C. Es muy duradero y resistente a bajas temperaturas, pero a altas temperaturas su calidad se deteriora y sus etapas de vida son muy limitadas. Para un correcto desarrollo de las plantas, el rango de temperatura recomendado durante la temporada de crecimiento es de aprox. 20 y 24°C. Para poder comenzar su fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C aproximados durante un periodo de varias horas del día (FINTRAC 2009).

Este es el parámetro con más relevancia a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que este influye directamente en el desarrollo y crecimiento de las plantas. Normalmente la temperatura ideal para las plantas se encuentra entre los 15 y 25°C aproximadamente (INIAP 2010).

Las técnicas implementadas en estas nuevas formas de cultivos como hidropónicos o sin uso del suelo que toman en cuenta el rigor el rigor que necesario para el éxito

productivo con la máxima eficiencia y sostenibilidad del medio ambiente, ya sea a nivel profesional o principiante. Describimos tanto las infraestructuras sencillas como las complejas que se pueden usar y diseñar, así como las bases y el manejo que aseguran el crecimiento y rendimiento adecuado de las plantas cultivadas en estos sistemas. Quien se inicia en estas técnicas puede luego profundizar en esta ciencia y técnica, mediante la ejecución continua puede seguir descubriendo las claves y normas para obtener resultados beneficiosos (Urrestarazu 252016).

### **2.5.2 Luz**

Se denomina al cultivo de lechuga como una planta Cuando se expone a la luz por más de 12 horas y a temperaturas superiores a los 26 °C, el tallo de la flor brilla, lo que a su vez provoca el desprendimiento y retraso de yemas y hojas en este cultivo en condiciones de poca luz (Alvarado *et al.* 2020).

Una de las recomendaciones agrícolas a tener en cuenta son las condiciones climáticas al momento de realizar esta siembra, se prefiere el invierno ya que este cultivo es apto para este clima y a cambio se debe establecer una buena densidad de cultivo, pues en caso de hacinamiento pueden dar sombra a las flores entre sí. (Mateus y Mendoza 2021).

### **2.5.6 Humedad relativa**

Este cultivo suelen tener una menor proporción de raíces que sus partes aéreas, por lo que los diferentes estudios demuestran que este cultivo es muy sensible y sensible a la pérdida de agua, es decir el porcentaje relativo de agua requerido para este cultivo es de 60% a 80% %; además, pueden presentarse algunos problemas por el exceso de humedad, ya que favorece el ataque de hongos, que pueden provocar enfermedades (Velásquez *et al.* 2019).

## **2.6 Variedades**

Las variedades de lechuga se asocian según la forma en que van creciendo, se distribuyen en tres tipos: De cabeza o arpeollados, estas de hojas grandes, envolventes de color verde claro y con muy buena aceptación en el ámbito comercial. Otro tipo tiene

hojas sueltas y crispas sin formar repollo, posee hojas grandes de color verde claro, bordes muy crespos; sus manojos se pueden cosechar individualmente si cortar o extraer la planta. Una de las variedades es la Romana que forma parte de un grupo con hojas alargadas que producen un cogollo suelto, débil, las hojas son de color verde en la parte exterior y blanco en el interior (Montesdeoca 2009).

## **2.7 Cultivos Hidropónicos**

La palabra “hidroponía” proviene del griego hidro = agua, y ponos = trabajo, que a su vez significa “trabajo en el agua”. En los cultivos, este término se asocia al cultivo en agua, en contraposición al tradicional cultivo en suelo. Los cultivos hidropónicos, a lo largo del siglo XX, fueron demostrando su capacidad de ver cómo la tierra por su cuenta ya no es precisa para el cultivo de ningún vegetal. Siendo la capa sobre el cual se depositan los nutrientes necesarios para que en sí las plantas crezcan y se desarrolle. Ahora, al momento de aplicarlos estos nutrientes y disuelven directamente en el agua que las plantas consumen, entonces el uso de tierra se hace innecesario (Fontán 2016).

Esta nueva forma de cultivos de hortalizas forman ya una de las alternativas de cultivo intensiva, como se obtienen altos niveles de producción por metro cuadrado y que son capaces de adaptarse a lugares en donde el suelo no es cada vez menos apto para la agricultura convencional, que cuentan con espacios limitados de terreno o en áreas donde el recurso hídrico es muy reducido, volviéndolo un plan de reutilización ecológico de agua permitiendo el ahorro de un el 90% del líquido fundamental para el desarrollo de nuestros cultivos de hortalizas en suelo (Cuá y Vázquez 2016).

### **2.7.1. Técnicas Hidropónicas**

#### **Técnica De Raíz Flotante**

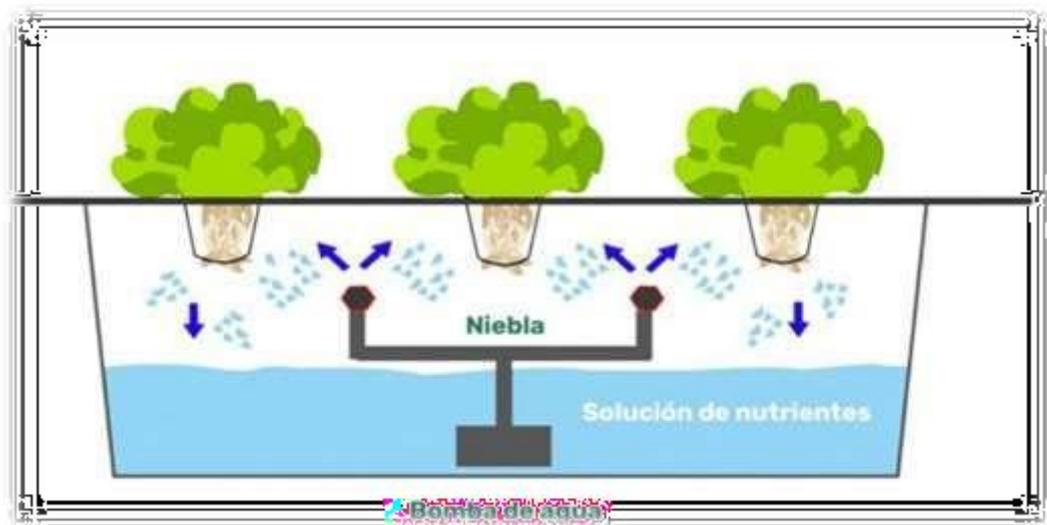
Los estanques, llamados mesas, están hechos de cualquier material, por ejemplo: madera, plástico o cemento. Está cubierto con una lámina de espuma de poliestireno llamada balsa que tiene perforaciones para que las plantas descansen y las raíces permanezcan debajo del tablero. La mesa contiene agua y nutrientes; mientras que la lámina de espuma de poliestireno flota, las raíces están sumergidas y el área de la hoja está por encima de la superficie (Llanten 2017).

Este sistema es uno de los más utilizados en horticultura, especialmente en aquellas plantas que se consumen mayormente las hojas, como la lechuga, el apio y la albahaca (Sánchez 2018).

### **Sistema Aeropónico**

Aeropónico es un sistema hidropónico de última generación que consiste en cultivos perforados hechos de láminas de poliestireno. Las raíces están suspendidas en el aire debajo de las placas de la cabina de rociado, que están selladas, por lo que las raíces quedan oscuras y llenas de humedad (Zaragoza 2013).

El sistema de rociadores rocía regularmente la solución nutritiva a las raíces para mantener una humedad relativa del 100%. Este sistema se utiliza principalmente para cultivos de hoja baja. La principal ventaja de este sistema es el efecto del aire sobre las raíces, que es uno de los factores limitantes de la hidroponía, y la pérdida de agua por evaporación es casi nula (Zaragoza 2013).



**Figura 1.** Aeroponía

**Fuente:** Hidroponia24 (2023)

### **Sistema Hidropónico en sustrato**

Sustrato es cualquier material sólido distinto del suelo, que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, y que puede ser utilizado en forma pura o mezclada para que la planta se adhiera a su sistema de raíces, lo que puede perturbar o no a la planta.

Los nutrientes se clasifican en químicamente inactivos (perlita, lana de roca, rocas volcánicas, etc.) y químicamente activos (musgo esfagno, corteza de pino, etc.), actuando los materiales inertes únicamente como soporte para las plantas; mientras que los principios activos participan en el proceso de absorción y fijación de nutrientes. Las propiedades físicas del sustrato son más importantes que las propiedades químicas (CIC, pH, contenido de nutrientes, etc.) porque podemos cambiar estas últimas manipulando la solución nutritiva (Zaragoza 2013).

## **2.8 Soluciones Nutritivas**

Cuando hablamos de soluciones nutritivas relacionamos compuestos como el agua y minerales que son los que contienen comenzando desde el macro y los micronutrientes necesarios para el óptimo desarrollo y crecimiento de las plantas.

Los estudios fisiológicos de las plantas han demostrado que muchos elementos influyen en el desarrollo óptimo de la planta, contando desde el cual se ha creado una mezcla de compuestos que son esenciales para el desarrollo de esta planta y que se van refinando día a día para ser introducidos en diferentes cultivos. los elementos principales para el sostenimiento de la vida vegetal son: Micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn y Mo) y Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) (Latino 2010).

Es fundamental el considerar que cualquiera de los elementos anteriores nombrados se puede llegar a convertir toxico para las plantas, si no están presente en las cantidades necesarias para el cultivo, en especial esos elementos que se los han denominado como “elementos menores” (Ube 2014).

La solución nutritiva utilizada por la FAO para los cultivos hidropónicos , son conocida como “concentrado”, ha sido cuidadosamente desarrollada y probada en diferentes ensayos , logrando un gran éxito en varios países de América Latina y el Caribe, y consta de 2 soluciones concentradas principales: denominadas: Concentrado A para macronutrientes y Concentrado B para micronutrientes (Marulanda y Izquierdo 2003).

## **2.9. Elicitores**

### **Ácido Brasinoesteroides**

Los brasinoesteroides son compuestos vegetales que estimulan el crecimiento de las plantas. Se ha demostrado que afectan los procesos de germinación, enraizamiento, floración, senescencia, muda y maduración. A su vez, se encargan de proveer a las plantas firmeza al estrés abiótico y biótico, por esta razón es recientemente una nueva de las fitohormonas con resultados de pleiotrópicos. Recientes descubrimientos de las propiedades fisiológicas de los brasinoesteroides nos han permitido considerarlos como sustancias naturales aptas para proteger las plantas y aumentar los rendimientos agrícolas (Salgado *et al.* 2008)

Hernández (2016) dice que la molécula de brasinoesteroides tiene cuatro anillos y una cadena lateral formada por la condensación de un bloque de cinco carbonos llamado isopreno. Los brasinoesteroides más comunes en las plantas son los que tienen 28 átomos de carbono y varios sustituyentes tanto en los anillos como en la cadena lateral.

Se han identificado químicamente más de 50 tipos de fuentes vegetales, son, con mucho, los más biológicamente activos porque se pueden sintetizar directamente a partir de campesterol "o" a través de la síntesis general de esteroides. Además de ser precursores de los brasinoesteroides, los fitoesteroides también son componentes de las membranas celulares que pueden regular la fluidez y la permeabilidad de las membranas celulares (Hernández 2016).

### **Ácido salicílico**

El ácido salicílico (AS) Es una sustancia cristalina blanca sólida que se encuentra en muchas plantas, especialmente en frutas, como metil-salicilato y está disponible comercialmente a partir del fenol (Olivero 2005).

El ácido salicílico se produce en las hojas nuevas, las flores y los meristemas de las plantas y se transporta a través del floema. En las plantas existe en forma de azúcares conjugados como ésteres de glucosa y glucósidos como la salicina, por acción enzimática o hidrólisis ácida a glucosa y salicina, esta última por oxidación general de El ácido salicílico (Umetamy *et al.* 1990).

El ácido salicílico es un señalizador que cumple un papel central en mecanismos de defensa de las plantas cuando están expuestas a diferentes tipos de estrés (Vlot 13 2009).

## **2.10. Salinidad**

La salinización es considerada como la amenaza más significativa para los recursos ambientales y la salud humana (Shahbaz 2013; Cobos 2020). Es la consecuencia de intercambio de complejas entre los desarrollos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos (Akbarimoghaddam *et al.* 2011). La salinización origina dificultades de absorción de agua por parte de las plantas, toxicidad de iones específicos e interferencia en procesos fisiológicos (efectos indirectos), reduciendo el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cobos *et al.* 2021).

Además de reducir el rendimiento óptimo de casi la mayoría de los cultivos, la salinidad también afecta las propiedades fisicoquímicas del suelo y el equilibrio ecológico en el área, incluida la baja productividad, el bajo rendimiento económico, la erosión del suelo y otros efectos (Hu y Schmidhalter 2004).

La salinidad afecta todos los estados fenológicos de las plantas, desde la germinación, el crecimiento vegetativo hasta el desarrollo de la producción bajo presión osmótica, también afecta la toxicidad iónica, la deficiencia de nutrientes (N, Ca, K, P, Fe, Zn) y el estrés oxidativo en las plantas, causando una importante humedad del suelo. Limitación de fósforo (P) porque los iones de fosfato tienden a precipitar los iones de Ca (Bano *et al.* 2009).

Existe un control sobre la nutrición vegetal al uso de soluciones nutritivas que da como resultado frutos estandarizados, de mejor tamaño y calidad. En muchos casos se acorta el tiempo de desarrollo de la planta, por ejemplo, en la lechuga tiene un ciclo de unos 3,5 meses en el suelo antes de comer, y en hidroponía podemos utilizar la técnica de hidroponía de raíces flotantes durante 1,5 meses desde el momento de la germinación (Beltrano 2015).

## Importancia mundial

El cultivo de lechuga contiene un porcentaje elevado de agua con un 95%, además, es muy rica en vitaminas y entre las más importantes se encuentran la A, B1, B9, también aporta elementos como el potasio, calcio, fósforo y aminoácidos (Mamani 2014).

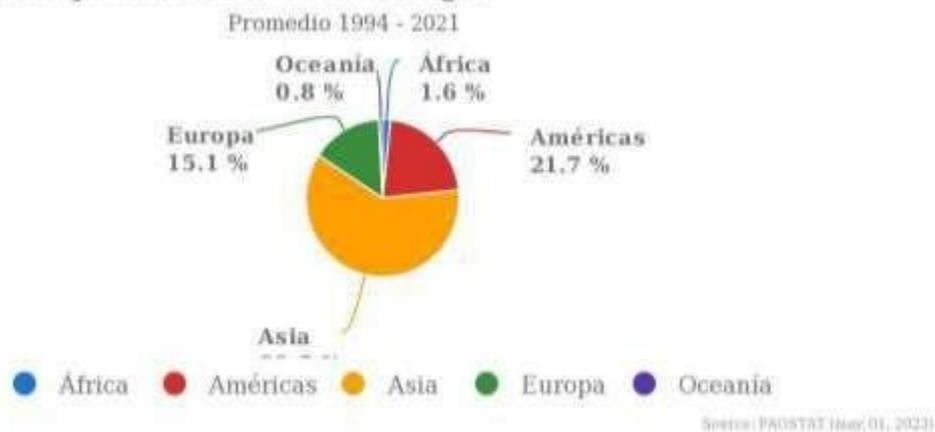
Este cultivo era utilizado para consumo alimenticio por los persas, pero también era utilizado por los griegos con la finalidad de descansar, la consumían después de cenar (Castillo 2019).

La lechuga es una hortaliza que nos ayuda a prevenir enfermedades como el cáncer, arterioesclerosis y principalmente padecimientos que son degenerativas (Medina 2020).

## Producción Mundial

Según la FAO el top 10 de los países con las más alta producción en la historia de lechuga, encontramos como principal productor a China con un aproximado de seis millones de toneladas, luego se encuentra Estados Unidos con tres millones de toneladas; los demás países que están dentro han producido menos de un millón de toneladas que son: India, Francia, Italia, España, Japón, Irán, Turquía y Bélgica (Velásquez 2014).

### Proporción de producción de Lechuga



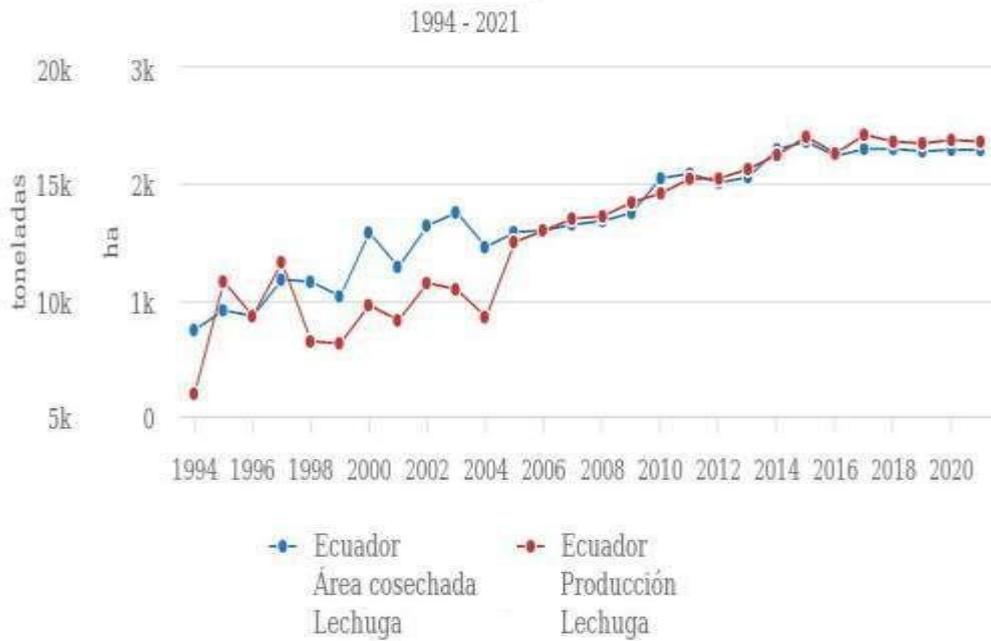
**Figura 2.** Producción mundial de la lechuga (1994 – 2021).

**Fuente:** FAOSTAT (2023)

## Producción Nacional

Según los datos de FAOSTAT en el año 2019 en el Ecuador se llegó a cosechar un área aproximada de tres mil hectáreas, donde se obtuvo un aproximado de 18.238 toneladas; en el año de 1963 En Ecuador, los mejores resultados se dieron en 1963, cuando se cosecharon unas 25.000 toneladas en 1.500 hectáreas, año de mayor cosecha (figura 3).

### Producción/Rendimiento de Lechuga



**Figura 3.** Producción de lechuga en el Ecuador (1994 – 2021).

**Fuente:** FAOSTAT (2023)

## **CAPÍTULO III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Ubicación del sitio experimental**

El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FACIAG) de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo, en la provincia de Los Ríos, en trabajo investigativo se llevó a cabo en un invernadero de la facultad.

La provincia de Los Ríos tiene un clima tropical húmedo con una temperatura media anual de 26,3°C, una precipitación media anual de 2689 mm, una humedad relativa de 78,8% y una insolación media anual de 830,4 horas.

### **3.2. Tipo y diseño de investigación**

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes:

- ✓ Deductivo-inductivo
- ✓ Inductivo-deductivo
- ✓ Experimental

### **3.3 Material de Siembra**

Las semillas de lechugas utilizadas fue la variedad de “Romana”, contando con características como:

- ✓ Ciclo vegetativo 50 a 60 días
- ✓ Altura de planta 10 a 16cm
- ✓ Peso medio de esta hortaliza es de de 300gr
- ✓ Tamaño de la semilla es de 3 a 4mm de largo y 1 de ancho

### **3.4 Materiales de laboratorio o campo**

- Balanza eléctrica
- Ácido Salicílico y Brasinoesteroides
- semilleros

- Agua
- Cernidero
- Computadora
- Cuaderno
- Pala
- Carreta
- Tachos
- Plástico negro
- Vasos
- Esponja
- Espumaflex

## Nutrientes

**Tabla 1.** De los nutrientes aplicados

• Nutrientes	• Dosis
• Fosfato mono amónico	• 340 g
• Nitrato de calcio	• 2080 g
• Nitrato de potasio	• 1100 g
• Sulfato de magnesio	• 492 g
• Sulfato de cobre	• 0,48 g
• Sulfato de magnesio	• 2,48 g
• Sulfato de zinc	• 1,20 g
• Ácido bórico	• 6,20 g
• Molibdato de amonio	• 0,02 g
• Quelato de hierro	• 50 g

### 3.5 Factores a estudiar.

Variables Dependientes: germinación y desarrollo de plántulas de lechuga

Variable Independiente: dosis de ácido salicílico y brasinoesteroides

### 3.6 Métodos

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes

- Deductivo-inductivo
- Inductivo-deductivo
- Experimental

### 3.7 Tratamientos de estudios

Se evaluaron los tratamientos en el tiempo de cultivo relacionado con la inversión los cuales fueron el Ácido Salicílico y Brasinoesteroides con sus correspondientes dosis, que se muestran en la tabla 2:

**Tabla 2.** Tratamientos estudiados, efectos del ácido salicílico y brasinoesteroides como inductores de resistencia a salinidad en lechuga.

Tratamiento	Factor A	Dosificación	Factor B	Cantidad de sal en litros de agua
T1	Sin elicitores	---	Agua normal	---
T2	Ácido Salicílico	25cc	Agua normal	----
T3	Brasinoesteroides	25cc	Agua normal	----
T4	Sin elicitores	---	3,5dS/m	2lbr/1L
T5	Ácido Salicílico	25cc	3,5dS/m	2lbr/1L
T6	Brasinoesteroides	25cc	3,5dS/m	2lbr/1L
T7	Sin elicitores	---	7,0dS/m	2lbr/1L
T8	Ácido Salicílico	25cc	7,0dS/m	2lbr/1L
T9	Brasinoesteroides	25cc	7,0dS/m	2lbr/1L

### 3.10 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar utilizando una permutación factorial de 9 tratamientos con 3 repeticiones donde el factor A (Efectos de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides) y factor B (niveles de salinidad) (**Tabla 3**). Se realizará para evaluar el tratamiento que fue la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

**Tabla 3.** Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad (G.L.)
---------------------	---------------------------

(Ácido Salicílico y Brasinoesteroides)	A -1
B (Niveles de salinidad)	B - 1
Interacción AxB	(A-1) (B-1)
Error experimental	AB (R -1)
Total	AB R-1

**Tabla 4.** Característica del área experimental

Descripción	Dimensión
Área del ensayo (m <sup>2</sup> ):	36
Área de la platabanda experimental (m <sup>2</sup> ):	9
Área útil de la platabanda experimental (m <sup>2</sup> ):	1
Número de repeticiones:	3
Número de plantas útiles por parcela experimental	18

### 3.8 Manejo del ensayo

#### 3.8.1 Preparación del semillero

Se procedió la preparación del sustrato turba está listo para ser colocado en la cama de germinación y luego se coloca la semilla con mucho cuidado porque es una semilla muy pequeña.



**Figura 4.** Preparación de semillero

### **3.8.2 Limpieza de invernadero .**

Se realizó una limpieza a fondo del área donde estaba trabajando, para así no dejar residuos que pueden ser perjudiciales para nuestro cultivo.



**Figura 5.** Limpieza de invernadero

### **3.8.3 Preparación de las tinas**

Se inició con la construcción de tinas para separar los lechos de cemento contruidos en el invernadero para su procesamiento, se colocó plástico negro detrás de los huecos para que quedara lo más hermético posible, y los cuartos eran rectangulares para contener el agua. no hay fugas y el plástico se pega a la parte superior.



**Figura 6.** Preparación de tinas

### **3.8.4 Trasplante**

Para comenzar a plantar, empezó con la cantidad correcta de agua en cada cama cuando las plantas tengan 15 días después de la siembra, luego retire con cuidado las plántulas de lechuga del semillero y envolvió con mucho cuidado las tiras de unos 7 cm alrededor del tallo, forma de caracol, no trate de tapar las raíces, fíjelo en el vaso donde

se colocará y colóquelo sobre una tabla de espuma cortada unos centímetros más pequeña que el diámetro de la habitación, así queda flotar en el agua, cabe recalcar que este espumaflex tenga huecos del mismo diámetro del vaso y los vasos también tengan huecos en su parte inferior para que las raíces toquen el agua, se comenzó a colocar cada vaso que contenga la planta en cada uno de los huecos este proceso se realizó en cada uno de los compartimentos.



**Figura 7.** Trasplante

### **3.8.5. Preparación de nutrientes**

Se comenzó colocando las dosis de las diferentes soluciones y nutrientes en la gramera, luego poniéndola en un recipiente con cierta cantidad de agua y mezclándola uniformemente, luego disolviendo todo en el agua usando un vaso de vidrio de borosilicato transparente, después de las mediciones, los resultados de las soluciones preparadas comenzarán a colocarse en cada habitación donde se colocarán las plantas.



**Figura 8.** Preparación de nutrientes

### **3.8.6 Oxigenación y cuidado de las plantas**

En el invernadero donde se encuentran las plantas, el agua se oxigenaba continuamente y periódicamente, ya que es un estanque, el agua no circula y permanece quieta, la solución aplicada comienza a depositarse en el fondo del estanque, el proceso se hace manualmente, que se comenzaba a levantar un poco el espumaflex donde estaban las plantas que se mantenían en constante flote en el agua y con la mano se comienza a agitarlo el agua de un lado a otro para que así el agua se oxigene y la solución que estaba asentada en el fondo se vuelva a diluir en el agua.

También se mantenía un cuidado en las plantas hidratando sus hojas en días que son de muy altas temperaturas y soles arduos, esto se realizaba abriendo los aspersores aéreos que tiene el invernadero desde las primeras horas del día en cortos periodos del día hasta finalizar, que consistía en dejar caer una suave brisa la cual hace bajar la temperatura en el lugar.



**Figura 9.** Oxigenación y cuidado de las plantas

### **3.9 Variables a estudiar**

#### **Concentración De Clorofila**

La evaluación se realizó en los diferentes tratamientos (30, 45, 60 y 75 dds) tomando dos datos por hoja para cada planta, para esto se empleó un método no destructivo, que consistió en tomar lecturas, con un medidor portátil atLEAF+ Chl meter (FT Green LLC, Wilmington, DE, USA); el cual permitió obtener una estimación del contenido de clorofila, utilizando métodos espectrofotométricos. La unidad de esta variable es en  $\mu\text{g cm}^{-2}$ .



**Figura 10.** Concentración De Clorofila

### **Peso húmedo y Peso Seco**

Se avalúo el peso de la parte foliar al término del experimento en 8 plantas escogidas al azar, se separará la parte aérea de la raíz, decapitando a la planta, estos resultados fueron expresados en gramos

### **Numero de hojas**

En el momento de cosecha del cultivar se procedió a realizar el respectivo conteo de número de hojas de 8 plantas distintas por tina escogidas al azar, estos valores serán expresados en número de hojas.



**Figura 11.** Conteo del número de hojas

### **Tamaño de hojas**

El tamaño de las hojas se tomó el momento de la cosecha, con ayuda de una regla graduada en centímetros, esto se tomó a 10 plantas escogidas al azar.



**Figura 12.** Tamaño de la hoja

### **Altura planta**

Se tomó la altura de la planta a los 30 días después del trasplante con ayuda de una regla, desde la base hasta la hoja más sobresaliente de una forma longitudinal, para realizar este procedimiento se eligieron 8 plantas al azar de cada tina, los valores se establecieron en centímetros.



**Figura13.** Altura de la planta

### **Tamaño de raíz**

En el momento de la cosecha se avalúo la longitud de la raíz tomando 8 plantas al azar por tina, esto se realizará midiendo desde el cuello de la raíz hasta la cofia con ayuda de una regla, los valores serán expresados en centímetros

### **3.10 Aspectos éticos**

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado

como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

### 3.11 Operacionalización de Variable 2023

**Tabla 5.** Operacionalización de Variable

<b>Tipo de Variable</b>		<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de medición</b>	<b>Instrumentos de medición</b>
Independiente	Efecto de ácido salicílico y brasinoesteroides como inductores.	Aumento de la resistencia a la salinidad para la producción de lechuga. pigmentos en las unidades experimentales	Establecimiento del ácido abscísico y humico como inductores de resistencia. Evaluación económica.	Dosis de productos Unidades experimentales Población de plantas Curva de crecimiento	Cuantitativo	Datos de cotejo  Tablas de referencia Matrices de valoración  Análisis de datos

Dependiente	Concentración de la salinidad en el cultivo de lechuga.	Evaluación de la concentración salina en el crecimiento de la lechuga.	Actividades por realizar para evaluar los efectos de los nutrientes en lechuga	Porcentaje de incremento en hoja de pigmento Niveles adecuados de salinidad	Cuantitativo	Observación directa  Tabla de datos
-------------	---	--	--	--	--------------	---

## CAPITULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Tamaño de la raíz

En la tabla 6 se muestran los resultados del tamaño de raíz encontrados en los datos de evaluación, donde se demostró una alta significación estadística entre los procedimientos utilizados.

El coeficiente de variación es 36,64. Entre los factores de inducción, el uso de agua limpia (18,92 cm) fue estadísticamente superior a otros factores de uso de productos.

De los factores de tratamiento, los más destacados se encontró en el tratamiento 2 en los que se utilizó ácido salicílico con agua normal (23 cm), y el que se aplicó brasinoesteroides con agua normal (19,83cm), los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con un nivel de salinidad en el agua de 7,0 (0 cm)

### 4.2 Tamaño de las hojas

En la tabla 6 los resultados se muestran para los tamaños de hoja encontrados en los datos de evaluación, donde se demostró alta significancia estadística entre los tratamientos utilizados. El coeficiente de variación es 30,52. Entre los factores de inducción, el uso de agua limpia (16,43 cm) fue estadísticamente superior a otros factores de uso de productos. Entre los factores de tratamiento, los más significativos son 2, entre los cuales aplicó ácido salicílico con agua normal (17,07 cm), y el que se aplicó brasinoesteroides con agua normal (16,47cm) , los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con un nivel de salinidad en el agua de 7,0 (0 cm).

### 4.3 Altura de la planta

En la tabla 6 **los** resultados se muestran para las alturas de planta encontradas en los datos de evaluación, donde se mostró una alta significación estadística entre los tratamientos utilizados. El coeficiente de variación es 42. Entre los factores de inducción, el uso de agua limpia (23,22 cm) fue estadísticamente superior a otros factores de uso de productos. Entre los factores de tratamiento, los más significativos son 2, entre los cuales

aplicó ácido salicílico con agua normal (24,53 cm), y el que se no se aplicó producto con agua normal (22,93cm), los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con un nivel de salinidad en el agua de 7,0 (0 cm).

**Tabla 6.** Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en el tamaño de raíz, tamaño de hoja y altura de planta en lechuga.

Cc	Factor B	Tamaño de Raíz		tamaño de hoja		Altura de planta (Cm)	
<b>Elicitores</b>	<b>Nivel de Salinidad (dS/m)</b>						
Sin elicitores		10,38	b	7,91	b	11,02	b
Ácido Salicilico		9	b	9,12	b	12,89	ab
Brasinoesteroides		16,92	a	14,29	a	18,41	a
	Agua normal	18,92	a	16,43	a	23,22	a
	3.5	11,33	b	9,89	b	12,78	b
	7. 0	6,04	c	5	c	6,32	b
1 Sin producto	agua normal	13,93	abc	15,77	ab	22,93	a
2 Acído Salicilico	agua normal	23	a	17,07	a	24,53	a
3 Brasinoesteroides	agua normal	19,83	ab	16,47	a	22,2	ab
1 Sin producto	3,5 ds/m	8,13	bcd	6,67	bcd	8,53	abc
2 Acído Salicilico	3,5 ds/m	8,87	bcd	8,2	abc	10,47	abc
3 Brasinoesteroides	3,5 ds/m	17	abc	14,8	ab	19,33	ab
1 Sin producto	7,0 ds/m	0	d	0	d	0	c
2 Acído SAlicilico	7,0 ds/m	4,2	cd	3,4	cd	5,27	bc
3 BRasinoesteroides	7,0 ds/m	13,93	abc	11,6	abc	13,7	abc
<b>Promedio general</b>		<b>12,09</b>		<b>10,44</b>		<b>14,1</b>	
<b>Significancia</b>	<b>Factor a</b>	<b>**</b>		<b>**</b>		<b>ns</b>	
	<b>Factor b</b>	<b>ns</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>	
	<b>Interacciones</b>	<b>ns</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>	
Coeficiente de variación		36,64		30,52		42	

---

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ )

\*\* : altamente significativo

#### **4.4 Numero de hojas**

En la tabla 7 los resultados se muestran para el número de hojas encontrado en los datos de evaluación, donde se mostró alta significación estadística entre los tratamientos utilizados. El coeficiente de variación fue de 38,39. En los factores desencadenantes, el uso de (22 cm) se aplica a otros factores que el agua normal es mejor que usar productos. Entre los factores se encuentra uno de los mayores significados 3 aplicó brasinoesteroides con agua normal (23 cm), y el que se no se aplicó producto con agua normal (23 cm) siendo ambos iguales estadísticamente, los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con un nivel de salinidad en el agua de 7,0 (0 cm).

#### **4.5 Peso fresco**

En la tabla 7 se muestran los resultados de peso fresco encontrados en los datos de las evaluaciones realizadas, los cuales demostraron alta significancia estadística entre los procedimientos utilizados. El coeficiente de variación es 34,33. Entre los factores de inducción, el uso de agua pura (14,27 g) fue estadísticamente superior a otros factores de uso del producto. Entre los factores de tratamiento, los más importantes son 3, entre los cuales aplicó brasinoesteroides con agua normal (15,33 gr), y el que se aplicó ácido salicílico con agua normal (14,07gr) , los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con una nivel de salinidad2 en el agua de 7,0 (0 cm).

#### **4.6 Peso seco**

En la tabla 7 se muestran los resultados de peso seco obtenidos en los datos de evaluación, donde se demostró alta significancia estadística entre los procedimientos utilizados. El coeficiente de variación fue de 36,58. Entre los factores de inducción, el uso de agua pura (2,23 g) fue estadísticamente superior a otros factores de uso del producto. De los factores de elaboración, el más significativo es el 1, donde el producto

no utiliza agua corriente (2,38 g), y el otro es aplicó ácido salicílico con agua normal (2,17 gr) , los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con una nivel de salinidad en el agua de 7,0 (0 cm).

**Tabla 7.** Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en el número de hojas, peso fresco, peso seco en lechuga hidropónica.

Factor A	Factor B	Numero de hojas	Peso fresco	Peso seco			
Elicitores	Nivel de Salinidad (dS/m)						
Sin elicitores		10	b	6,49	b	1,15	b
Ácido Salicilico		11,56	b	8,79	b	1,25	b
Brasinoesteroides		18,44	a	13,83	a	2,01	a
	Agua normal	22	a	14,27	a	2,23	a
	3.5	12,11	b	9,52	b	1,48	b
	7.0	5,89	b	5,22	c	0,7	c
1 Sin producto	agua normal	23	a	13,41	ab	2,38	a
2 Acído Salicilico	agua normal	20	ab	14,07	a	2,17	a
3 Brasinoesteroides	agua normal	23	a	15,33	a	2,13	a
1 Sin producto	3,5 ds/m	7	bcd	6,07	abc	1,07	abc
2 Acído Salicilico	3,5 ds/m	10,33	abcd	8,24	abc	1,17	abc
3 Brasinoesteroides	3,5 ds/m	19	abc	11,6	ab	2,21	a
1 Sin producto	7,0 ds/m	0	d	0	c	0	c
2 Acído SALicilico	7,0 ds/m	4,33	cd	4,07	bc	0,41	bc
3 BRasinoesteroides	7,0 ds/m	13,33	abcd	11,6	ab	1,7	ab
<b>Promedio general</b>		<b>13,32</b>		<b>9,37</b>		<b>1,47</b>	
	<b>Factor a</b>		<b>**</b>		<b>**</b>		<b>ns</b>
<b>Significancia</b>	<b>Factor b</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>
	<b>Interacciones</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>		<b>ns</b>
C.V		38,39		34,33		36,58	

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ )

\*\* : altamente significativo

#### 4.7 Clorofila

En la tabla 8 se muestran los resultados de clorofila encontrados los datos evaluados que se llevaron a cabo, donde se demuestran una alta significancia estadística entre los tratamientos empleados. El coeficiente de variación fue de 31,48.

En el factor de elicitors, aplicando agua normal con (21,04) fue estadísticamente superior a los demás factores que se aplicó los productos.

En el factor de los tratamientos, el que mayor significancia tuvo fueron 2 en el que se aplicó ácido salicílico con agua normal (21,53), y el que se aplicó brasinoesteroides con agua normal (21,4), los cuales obtuvieron un sobresaliente sobre los demás tratamientos, el tratamiento que menor efectividad tiene es el que no se aplicó producto y contiene agua salina con una nivel de salinidad 1 en el agua de 7,0 (0 cm).

**Tabla 8.** Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad en Clorofila

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>	<b>Clorofila</b>	
<b>Elicitors</b>	<b>Nivel de Salinidad (dS/m)</b>		
Sin elicitors		9,79	b
Ácido Salicílico		11,88	b
Brasinoesteroides		18,3	a
	Agua normal	21,04	a
	3.5	13,32	b
	7.0	5,6	c
1 Sin producto	agua normal	20,2	ab
2 Acído Salicílico	agua normal	21,53	a
3 Brasinoesteroides	agua normal	21,4	a
1 Sin producto	3,5 ds/m	9,17	bcd
2 Acído Salicílico	3,5 ds/m	10,33	abcd
3 Brasinoesteroides	3,5 ds/m	20,47	ab
1 Sin producto	7,0 ds/m	0	d
2 Acído Salicílico	7,0 ds/m	3,77	cd
3 BRasinoesteroides	7,0 ds/m	13,03	abc
<b>Promedio general</b>		<b>13,32</b>	
	<b>Factor a</b>		<b>ns</b>
<b>Significancia</b>	<b>Factor b</b>		<b>ns</b>
	<b>Interacciones</b>		<b>ns</b>
C. V		31,48	

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ( $p > 0,05$ )

\*\* : altamente significativo

### 1.8 Aspecto Económico De Los Tratamientos En Estudio

En la tabla 9 se observa el análisis económico realizados en el proyecto, de acuerdo con los porcentajes mostrados el tratamiento con mayor beneficio neto fue el T2 ácido salicílico con agua normal con \$60,00, el tratamiento con menor beneficio neto fue T7 sin elicitores con conductividad salina de 7,0 dS /m con \$3,30.

**Tabla 9.** Análisis económico (\$), en el ensayo “Efecto de Ácido Salicílico y Brasinoesteroides como inductores de resistencia a la salinidad.

Nº	Descripción	Costos de tratamientos	Costos fijos	Costo total	Costo de lechuga	Beneficio neto
T1	Sin elicitores Agua normal	0,00	209,00	209,00	220,00	11,00
T2	Ácido Salicílico Agua normal	20,00	209,00	229,00	289,00	60,00
T3	Brasinoesteroides Agua normal	15,00	209,00	224,00	260,00	36,00
T4	Sin elicitores 3,5dS/m	0,35	209,00	209,35	215,00	5,65
T5	Ácido Salicílico 3,5dS/m	20,35	209,00	229,35	284,00	54,65
T6	Brasinoesteroides 3,5dS/m	15,35	209,00	224,35	282,00	57,65
T7	Sin elicitores 7,0dS/m	0,70	209,00	209,70	213,00	3,30
T8	Ácido Salicílico 7,0dS/m	20,70	209,00	229,70	279,00	49,30
T9	Brasinoesteroides 7,0dS/m	15,70	209,00	224,70	266,00	41,30

Precio \$/kg de lechuga de hoja = 0,90 USD

## DISCUSIÓN

Este proyecto de investigación se tuvo como finalidad demostrar los efectos de los tratamientos utilizados con los diferentes niveles de salinidad aplicados, evaluando así los diferentes resultados, demostrando que en algunas variables los diferentes tratamientos tenían más efecto, a su vez dependiendo del nivel de salinidad.

Cuando una cantidad excesiva de sal ingresa a la planta, la concentración de sal eventualmente aumentará a un nivel tóxico en las hojas, causando senescencia prematura y reduciendo el desarrollo de los órganos de la planta a un nivel que no puede sostener el crecimiento (Cobos *et al.* 2022). Además de reducir el rendimiento óptimo de casi la mayoría de los cultivos, la salinidad también afecta las propiedades fisicoquímicas del suelo y el equilibrio ecológico en el área, incluida la baja productividad, el bajo rendimiento económico, la erosión del suelo y otros efectos (Hu y Schmidhalter 2004). En esta investigación demostró que la salinidad afecta principalmente el alargamiento de la parte de la hoja de la planta, donde se ven afectados el área fotosintética de la hoja y su capacidad fotosintética.

Vale la pena señalar que las plantas expuestas a un alto estrés salino tenían un tamaño más pequeño, lo que se reflejó en los datos obtenidos, no crecieron normalmente y algunas plantas se atrofiaron directamente bajo la influencia del factor de estrés salino, muchas de ellas perecieron por el estrés salino y la temperatura inadecuada para este cultivo lo cual concuerda con (FINTRAC 2009). Para un correcto desarrollo de las plantas, el rango de temperatura recomendado durante la temporada de crecimiento es de aprox. 20 y 24°C. Para poder comenzar su fase de inducción floral necesita entre 10 y 15°C aproximados durante un periodo de varias horas del día. La región costa presentó temperaturas de más de 30°C.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Debido a la alta salinidad, el agua con alta conductividad daña directamente el cultivo de lechuga porque no puede soportar la alta carga de sal como se vio en el proyecto realizado.

Al momento de utilizar las fitohormonas como el ácido salicílico y el brasinoesteoides, nos permitieron brindar la ayuda necesaria para controlar a gran medida el estrés salino potencial en los cultivos de lechuga, pero el ácido salicílico fue el efectivo para aumentar la conductividad eléctrica debido a la salinidad del agua que responde más favorablemente al crecimiento de la lechuga. Los mejores resultados obtenidos fueron el tratamiento de 25cc de ácido salicílico con una conductividad de agua normal, que fue el tratamiento que dio resultados más favorables en otras réplicas donde también se aplicó el producto y tuvo una conductividad máxima a 3 ds/m, ya que al momento de tomar la salinidad no llegaba a la conductividad eléctrica de 3 ds/m.

El análisis económico muestra que el T2 ácido salicílico con agua normal con \$60,00, el tratamiento con menor beneficio neto fue T7 sin elicitores con conductividad salina de 7,0 dS /m con \$3,30, el ácido salicílico demostró que tiene más resistencia a la salinidad y que es un tratamiento recomendable por su beneficio neto.

### 5.2 Recomendaciones

Una de las primeras recomendaciones sería que siembre cultivo hidropónico en época seca ya que la temperatura es más baja, permitiendo que las hojas de lechuga no presenten marchitez y a su vez la muerte en la planta, que las condiciones dentro del invernadero sean aptas para este tipo de cultivos.

Si se siembra con el sistema aeropónico, se utilice sarán de color blanco ya que este cuando los rayos solares se introducen dentro del invernadero producen más luminosidad, y frescura, producen que el sarán negro se caliente y a su vez las hojas que

tocan este plástico se sequen más rápido, también ocasionando que el nivel del agua disminuya considerablemente.

Tomar constantemente los niveles de salinización en el agua ya que cuando disminuyen considerablemente significa que los nutrientes aplicados se van evaporando.

## ANEXOS

**Anexos 1.** Análisis de la Varianza de la variable tamaño de la raíz bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	89,38	44,69	2,27	0,1351
A	2	754,2	377,1	19,19	0,0001
B	2	322,47	161,23	8,2	0,0035
A*B	4	256,4	64,1	3,26	0,0389
Error	16	314,42	19,65		
Total	26	1736,86			

**CV:** 36,64%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexo2.** Análisis de la Varianza de la variable tamaño de las hojas bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	89,45	44,72	4,4	0,0299
A	2	592,36	296,18	29,17	0,0001
B	2	206,51	103,26	10,17	0,0014
A*B	4	121,45	30,36	2,99	0,0508
Error	16	162,46	10,15		
Total	26	1172,23			

**CV:** 30,52%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexo3.** Análisis de la Varianza de la variable altura de planta bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	59,03	29,52	0,84	0,4496
A	2	1309,11	654,56	18,64	0,0001
B	2	265,73	132,86	3,78	0,0451
A*B	4	228,36	57,09	1,63	0,2162
Error	16	561,71	35,11		
Total	26	2423,94			

**CV:** 42%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexos 4.** Análisis de la Varianza de la variable número de hojas bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	62,89	31,44	1,2	0,3268
A	2	1188,22	594,11	22,68	0,0001
B	2	363,56	181,78	6,94	0,0068
A*B	4	162,22	40,56	1,55	0,2359
Error	16	419,11	26,19		
Total	26	2196			

**CV:** 38,39%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexos 5.** Análisis de la Varianza de la variable peso fresco bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	122,4	61,2	5,52	0,0151
A	2	368,57	184,28	16,61	0,0001
B	2	253,33	126,66	11,42	0,0008
A*B	4	76,75	19,19	1,73	0,1928
Error	16	177,54	11,1		
Total	26	998,58			

**CV:** 34,33%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexos 6.** Análisis de la Varianza de la variable peso seco bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	1,69	0,85	2,92	0,0828
A	2	10,46	5,23	18,09	0,0001
B	2	4,05	2,02	7	0,0065
A*B	4	3,19	0,8	2,76	0,0642
Error	16	4,63	0,29		
Total	26	24,01			

**CV:** 36,58%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexo 7.** Análisis de la Varianza de la variable clorofila bajo diferentes niveles de salinidad y tratamientos en lechuga.

<b>Fuente de variación</b>	<b>de Grados de libertad</b>	<b>de Suma de cuadrados</b>	<b>de CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
Repeticiones	2	132,04	66,02	3,75	0,046
A	2	1073,39	536,69	30,52	0,0001
B	2	354,14	177,07	10,07	0,0015
A*B	4	150,76	37,69	2,14	0,1225
Error	16	281,38	17,59		
Total	26	1991,71			

---

**CV:** 31,48%

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

**Anexo 8.** Preparación de semilleros



**Anexo 9.** Limpieza del invernadero



**Anexo 10.** Elaboración de las tinas hidropónicas



Anexo 11. Trasplante a las tinas hidropónicas





**Anexo 12.** Preparación de soluciones nutritivas



**Anexo 13. Implementación de la solución salina**



**Anexo 14. Oxigenación de las plantas**



Anexo 15. Desarrollo de las plantas





**Anexo 16.** Aplicación de Ácido Salicílico y Brasionesteroides





**Anexo 17.** Toma de datos





## REFERENCIAS

- Alvarado, D., Chávez, F., Anna, K. 2020. Seminario de Agro Negocios Lechugas hidropónicas. Universidad del Pacifico. Facultad de Administración y Contabilidad. Lima. 96 p.
- Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A., & Panjehkeh, N. 2011. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia journal of Sciences*, 9(1), 43-50.
- Beltrano, J. 2015. Cultivo en hidroponía. La Plata: Edulp
- Castillo, J. 2019. FACTIBILIDAD DE LECHUGA (LACTUCA SATIVA) HIDROPÓNICA EN EL CANTÓN SANTA ROSA, PROVINCIA DE EL ORO. 27. Obtenido de: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11349%0Ahttp://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006\\_TRABAJODETITULACION2.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11349%0Ahttp://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006_TRABAJODETITULACION2.pdf)
- Cobos Mora, F., Gómez Pando, L., Reyes Borja, W., & Hasang Moran, E. 2020. Evaluación de la tolerancia a la salinidad en poblaciones segregantes F5 de arroz (*Oryza sativa* L.). *Journal of Science and Research*, 5(CININGEC), 1–23. Recuperado a partir de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/995.21>
- Cobos Mora, F., Gómez Pando, L., Reyes Borja, W., Hasang Moran, E., Ruilova Cueva, M., & Duran-Canare, P. L. 2021. Effects of salinity levels in *Oryza sativa* in different phenological stages under greenhouse conditions. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 39(1), e223905. Retrieved from <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/37392>.
- Cobos Mora, Fernando Javier, Gómez Pando, Luz Rayda, Reyes Borja, Walter Oswaldo, & Medina Litardo, Reina Concepción. 2021. Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecología Aplicada*, 20(1), 65-81. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i1.1691>

- Cobos Mora, Fernando, Gómez-Pando, Luz Rayda, Reyes Borja, Walter Oswaldo, Ruilova Cueva, María, Medina Litardo, Reina Concepción, & Hufana-Duran, Danilda. 2022. Selecting advanced rice lines (*Oryza* sp.) as an alternative for sustainable management of soils degraded by salinity. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(3), e2398. Epub August 30, 2022. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num3\\_art:2398](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2398).
- Cuá, A. y Vázquez, E. 2016. Manual de creación y manejo de hidroponía. San Antonio Suchitepéquez, Guatemala: Colegio Científico Tecnológico Einstein. Recuperado de Guzmán, G. 2004. Hidroponía en casa: una actividad familiar. Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Hidroponia.pdf>.
- Díaz, S. (2010). Cultivo hidropónico de lechuga. *Horticom*, 10.
- Dzib-Ek, G., Villanueva-Couoh, E., Garruña-Hernández, R., Vergara Yoisura, S., & LarquéSaavedra, A. 2021. Efecto del ácido salicílico en la germinación y crecimiento radicular del tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(4), 735-740.
- Fintrac, 2009. Manual de producción de lechuga. mca-honduras / obtenido de : [http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA\\_Manual\\_Produccion\\_Lechuga\\_02\\_09.pdf?sequence=1](http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA_Manual_Produccion_Lechuga_02_09.pdf?sequence=1)
- Fontán, Q. 2016. Qué son los cultivos hidropónicos. Obtenido de: <https://www.elsol.com.ar/que-son-los-cultivos-hidroponicos.html>
- Godoy, C. 2020. taxonomia lechuga. Obtenido de [tiendahidroponiaciudad.cl: https://tiendahidroponiaciudad.cl/content/uploads/2020/03/taxonomialechuga-1.pdf](https://tiendahidroponiaciudad.cl/content/uploads/2020/03/taxonomialechuga-1.pdf)
- Guanochanga, S. 2010. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la Ciudad de Quito. (tesis de pregrado). Quito.
- Gutierrez, L. SF. EL CULTIVO DE LECHUGA. Obtenido de [scholar.google.es: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70077/secme3276\\_1.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70077/secme3276_1.pdf?sequence=1)

- Hasang Moran , E. S., Cobos Mora, F., Lombeida Garcia , E., & Uvidia , M. 2022. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO CEDEGE, BABAHOYO ECUADOR. Journal of Science and Research, 7(CININGEC II), 147–160. Recuperado a partir de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2744>.
- Hernández S. García E. Martínez I. «Brasinoesteroides en la agricultura. I.» Mexicana de Ciencias Agrícolas
- <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. 2004. Limitation of salt stress to plant growth. HOCK, E. Plant toxicology, 4, 191-224.
- José Beltrano Y Daniel O. Giménez. Cultivo En Hidroponía Libro FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES Universidad Nacional De Plata, P1  
Obtenido De:  
[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Latino, G. (2010). Manual de cultivos hidropónicos. Colombia. 89 p
- Llanten, S. 2017. Efecto de soluciones nutritivas en 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) sembrada en condiciones hidropónicas en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de :  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3298/1/T-UTEQ-0128.pdf>
- Mamani Mamani, V., Loza Murguía, M., Coronel Quispe, L., Sainz Mendoza, H., Paye Huaranca, V., & Coronel, F. (2014). Uso de la orina humana como fertilizante en la producción de lechuga. 24–38.
- Medina-Lozano, I., Bertolín, J. R., Zufiaurre, R., & Díaz, A. (2020). Improved UPLC-UV method for the quantification of vitamin C in lettuce varieties (*Lactuca sativa* L.) and crop wild relatives (*Lactuca* spp.). Journal of Visualized Experiments, 2020(160), 1–16. Obtenido de: <https://doi.org/10.3791/61440>.
- Medina Litardo, R. C. ., S. J. García Bendezú, M. D. . Carrillo Zenteno, F. . Cobos Mora, y L. L. . Parismoreno Rivas. «Sistema De producción Del Cultivo De Arroz En Zonas Con Alta Salinidad En Suelos Y Agua». Ciencia Y Tecnología

Agropecuaria, vol. 24, n.º 2, abril de 2023,  
doi:10.21930/rcta.vol24\_num2\_art:2812.

Marulanda, C; Izquierdo, J. 2003. La Huerta Hidropónica Popular (en línea). s.l., s.e.

Mateus, L; Mendoza, P. 2021. Comportamiento Agronómico de la Lechuga de Hoja Var. Seda (*Lactuca sativa* L.) a la Fertilización Química con Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Magnesio, Bajo Riego por Goteo. Tesis Ing. Agr. Santa Ana, Manabí. Ecuador. UTM. 81 p.

Miguel Jordán Y José Casaretto. Hormonas Y Reguladores Del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico Y Ácido Jasmónico, Ediciones Universidad De La Serena, La Serena, Chile (2006) 16, P2  
Obtenido De:  
<http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>

Montesdeoca, N. 2009. Caracterización física, química y funcional de la lechuga rizada (*Lactuca sativa* variedad crispera), para la creación de una Norma Técnica Ecuatoriana, por parte del Instituto Ecuatoriano de Normalización 2008. (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.

Núñez, Miriam; Mazorra, L. M. LOS BRASINOESTEROIDES Y LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL ESTRÉS Cultivos Tropicales, vol. 22, núm. 3, 2001, pp. 19-26 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba, p3 obtenido de:  
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230161003.pdf>

Olivero Yasmara. 2005. Efecto del Ácido Salicílico y el humus líquido sobre el comportamiento fisiológico del cultivo del tomate var Vyta. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. 38 p.

Qaiser Hayat, Shamsul Hayat, Mohd. Irfan, Aqil Ahmad, Efecto del ácido salicílico exógeno en un entorno cambiante: una revisión, Botánica Ambiental y Experimental, Volumen 68, Número 1, 2010, Páginas 14-25, P3 obtenido de :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847209001579>

Saavedra, G., & Antúnez, M. 2017. Manual de producción de lechuga obtenido de:  
[https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29500/INIA\\_Libro\\_0051.pdf?sequence=1](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29500/INIA_Libro_0051.pdf?sequence=1)

- Sánchez, S. O. 2018. Evaluación de dosis creciente de nitrógeno en cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*) utilizando la técnica raíz flotante. Obtenido de: [http://186.3.32.121/bitstream/48000/13262/1/DE00029\\_TRABAJODETITULACION.pdf](http://186.3.32.121/bitstream/48000/13262/1/DE00029_TRABAJODETITULACION.pdf)
- Seeta, S.; Vidya, B.; Sujatha, E. and Anuradha, S. 2002. Brassinosteroids- a new class of phytohormones. India. *Current Sci.* 10(82):1239- 1245, Brasinoesteroides en la agricultura obtenido de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n2/2007-0934-remexca-7-02-00441-en.pdf>
- Shahbaz, M., & Ashraf, M. 2013. Improving salinity tolerance in cereals. *Critical reviews in plant sciences*, 32(4), 237-249.
- Urrestarazu Gavilán, M. 2016. Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Ediciones Paraninfo, SA. Obtenido de: [https://www.researchgate.net/publication/286246416\\_Manual\\_practico\\_del\\_cultivo\\_sin\\_suelo\\_e\\_hidroponia/link/59748e91aca2728d02542e6c/download](https://www.researchgate.net/publication/286246416_Manual_practico_del_cultivo_sin_suelo_e_hidroponia/link/59748e91aca2728d02542e6c/download)
- Umetamy, Y.; Kodakary, E.; Yamamura, T.; Tanaka, S.; Tabata, M. 1990 Glucosylation of salicylic acid by cell suspension cultures of *Mallatus japonicus*. *Plant Cell Reports* 9: 325–327.
- Vlot AC, Dempsey DA, Klessig DF .2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. *Annu Rev Phytopathol* 47:177–206.
- Ube, R. 2014. Adaptación y comportamiento agronómico de dos “variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo. (en línea). Babahoyo-Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 19 p
- Velásquez, L., Ruíz, H., Chaves, G., & Luna, C. (2014). PRODUCTIVIDAD DE LECHUGA *Lactuca sativa* EN CONDICIONES DE MACROTÚNEL EN SUELO Vitric haplustands PRODUCTIVITY OF LETTUCE *Lactuca sativa* IN HIGH TUNNEL CONDITIONS ON Vitric haplustands SOIL. *Revista De Ciencias Agrícolas*, 31(2), 93–105. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v31n2/v31n2a08.pdf>
- Zaragoza-Nieto, R. D. 2013. Evaluación de técnicas hidropónicas de producción en el cultivo de fresas (*Fragaria x ananassa*) bajo invernadero.

## PRESUPUESTO

**Cuadro 1.** Presupuesto

<b>Materia prima e insumos</b>	<b>costo</b>
Material de trabajo invernadero	\$50.00
(espumafon, madera, plástico, vasos, esponja)	\$30.00
Semillas	\$4.00
Solución macronutrientes	\$75.00
Solución micronutrientes	\$50.00
Ácido Salicílico	\$20.00
Brasinoesteroides	\$15.00
Impresión de materiales para toma de datos	\$10.00
Impresión de borradores de tesis	\$20.00
total	\$274.00

Elaborado por: Clara Zambrano, 2023

## CRONOGRAMA

**Cuadro 2.** Cronograma

Actividades	Mes													
	Diciembre		Enero				Febrero				Marzo			
	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Preparación de semillero	X													
Limpieza de invernadero	X													
Construcción de tinas de madera	X	X	X											
Transplante de lechuga a las tinas				X										
Elaboración de solución nutritiva				X										
Oxigenación de plantas				X	X	X	X	X	X	X	X			
Inclusión de solución salina							X							
Toma de datos post cosecha								X						
Cosecha											X			
Análisis de información												X		
Interpretación y tabulación de datos												X	X	X