

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

**Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de Guayaquil.**

**AUTOR**

**Gómez Jalil, Ricardo Antonio**

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO  
AGROPECUARIO**

**TUTOR**

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**13 de febrero del 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente **Trabajo de Titulación**, fue realizado en su totalidad por **Gómez Jalil, Ricardo Antonio** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

---

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, M. Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M. Sc.**

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Gómez Jalil, Ricardo Antonio**

**DECLARO QUE:**

**El Trabajo de Titulación, Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, 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 Titulación referido.

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**

**EL AUTOR**

---

**Gómez Jalil, Ricardo Antonio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Gómez Jalil, Ricardo Antonio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el Trabajo de Titulación **Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 13 días del mes de febrero del año 2023**

**EL AUTOR**

---

**Gómez Jalil, Ricardo Antonio**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**CERTIFICADO URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación, **Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*) bajo el sistema de microtunel en huertos urbanos en la ciudad de guayaquil** presentado por el estudiante **Gómez Jalil Ricardo Antonio**, de la carrera de **Agropecuaria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

	
<b>Document Information</b>	
Analyzed document	gomez_jalil.pdf (D158260601)
Submitted	2023-02-09 15:46:00
Submitted by	
Submitter email	ricaurte.gomez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2023

Certifica,

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
Revisora - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros, mis compañeros y a la Universidad en general, por todos los conocimientos que me ha otorgado.

En especial quiero agradecer a mi tutor de tesis el Ing. Ángel Triana Tomalá, por la orientación y ayuda que me brindo para la realización de esta tesis; por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

Al Dr. Alfonso Llanderal, por enseñarme tanto de la profesión como de la vida, impulsándome siempre a seguir adelante.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y así alcanzar mis objetivos.

A mis padres, por demostrarme su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias.

A mi abuela, por compartir momentos significativos conmigo y siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mis hermanos, por sus palabras de aliento que no me dejaban decaer.



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

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, M. Sc.**

TUTOR

---

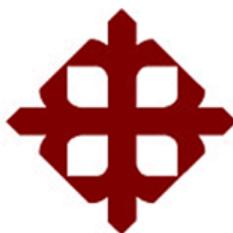
**Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M. Sc.**

DIRECTORA DE CARRERA

---

**Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc**

COORDINADORA DE UTE



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

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Triana Tomalá, Ángel Antonio, M. Sc.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general. ....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.1 La Lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ).....	4
2.1.1 Clasificación taxonómica. ....	4
2.2 Requerimientos edafoclimáticos .....	5
2.2.1 Clima .....	5
2.2.2 Temperatura y luminosidad .....	5
2.2.3 Humedad .....	5
2.2.4 Suelo .....	5
2.3 Manejo del cultivo .....	6
2.3.1 Densidad de siembra.....	6
2.3.2 Requerimientos nutricionales. ....	6
2.4 Variedad del cultivo .....	7
2.5 Manejo de riego y fertilización .....	8
2.5.1 El riego .....	8
2.5.2 La fertilización.....	8
2.6 Fertirrigacion.....	9
2.7 Cultivos semiforzados y factores afectados.....	10
2.7.1 Temperatura .....	10
2.7.2 Luz.....	11
2.7.3 Humedad .....	11
2.7.4 Estructura del suelo.....	12
2.7.5 Fertilidad del suelo. ....	12
<b>3 MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 Ubicación del ensayo.....	13
3.1.1 Características climáticas .....	13
3.2 Factores en estudio .....	13
3.2.1 Variables.....	13

3.2.2 Caracterización del cultivo.....	14
3.3 Diseño experimental.....	14
3.3.1 Unidad experimental.....	14
3.3.2 Materiales.....	14
3.3.3 Manejo de ensayo.....	15
3.3.4 Tratamientos y muestreo.....	15
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>5 DISCUSION.....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>24</b>
6.1 Conclusiones.....	24
6.2 Recomendaciones.....	24
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la lechuga.....	4
<b>Tabla 2.</b> Requerimientos nutricionales de la Lechuga .....	6
<b>Tabla 3.</b> Pesos de los fertilizantes con los utilizados en los diferentes tratamientos .....	15
<b>Tabla 4.</b> Resumen de medidas por tratamiento.....	16
<b>Tabla 5.</b> Resumen de costos de producción .....	21

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del ensayo .....	13
<b>Figura 2.</b> Peso fresco parte aérea de los diferentes tratamientos.....	17
<b>Figura 3.</b> Peso fresco raíz de los diferentes tratamientos. ....	18
<b>Figura 4.</b> Peso fresco total .....	18
<b>Figura 5.</b> Peso seco parte aérea de los diferentes tratamientos. ....	19
<b>Figura 6.</b> Peso seco raíz de los diferentes tratamientos. ....	20
<b>Figura 7.</b> Peso Seco total.....	20

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración óptima de nutrientes en la fertilización para obtener el mayor rendimiento en el cultivo de lechuga, *Lactuca sativa*, en un sistema de cultivo de micro túnel en huertos urbano en Guayaquil, este ensayo estuvo ubicado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. En el experimento se utilizaron tres soluciones nutritivas donde se proporcionaron los nutrientes requeridos por el cultivo. Dentro de los tres tratamientos tenemos T0 denominado control, con una concentración de nutrientes de 100 %, T1 con una concentración de 75 % y T2 con una concentración de 50 %. Para el análisis de los resultados se utilizaron herramientas de estadística experimental y se estudiaron las variables: peso fresco raíz, peso fresco parte aérea, peso fresco total, peso seco raíz, peso seco parte aérea y peso seco total dentro de los tres tratamientos con cuatro repeticiones por cada uno. Como resultados se obtuvo que el T1 fue más efectivo que los tratamientos T0 y T2, estos últimos guardando poca diferencia de los resultados entre sí.

**Palabras Claves:** lechuga, nitratos, rendimiento, concentración, tratamientos.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the optimal concentration of nutrients in fertilization to obtain the highest yield in the lettuce crop, *Lactuca sativa*, in a micro tunnel culture system in urban orchards in Guayaquil, this trial was located at the Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil. Three solutions were used in the experiment. nutritious where the nutrients required by the crop were provided. Within the three treatments we have T0 called control, with a nutrient concentration of 100%, T1 with a concentration of 75% and T2 with a concentration of 50%. For the data analysis, there were tools of experimental statistics standard deviation and average weight of the variables studied, which were: fresh root weight, fresh aerial foliar weight, total fresh weight, dry root weight, dry foliar weight and total dry weight within the three treatments with four repetitions for each one. As results are obtained that the T1 was more effective than the T0 treatments and T2, the latter keeping little difference in the results between them.

**Key words:** lettuce, nitrates, performance, concentration, treatments.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) es uno de los más importantes dentro de las hortalizas de hoja que se producen en Ecuador. Su producción, tradicionalmente, se da en el campo. Aunque, debido a la modernización de las prácticas de producción, la mayor calidad que se obtiene en el cultivo y el valor agregado a este, el cultivo de lechuga ha ganado su espacio en los invernaderos.

La modernización de las zonas de producción ha resultado en el diseño de distintos sistemas de cultivos, como lo es el cultivo protegido. Se trata de un sistema agrícola especializado dentro del cual se lleva un control del medio edafoclimático, existiendo la posibilidad de alterar sus condiciones. Por medio de esta técnica de protección se cultiva modificando su entorno natural (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica) para producir efectos como prolongación del periodo de recolección, mejoras en calidad, alteración de ciclos convencionales, aumentos en rendimiento, entre otros.

Desde hace varios años se distingue una tendencia en el campo de los cultivos hortícolas que va dirigida a cultivos forzados y semiforzados, es decir, se busca una producción anticipada o completamente fuera de estación. Este tipo de instalación es diversa en tamaños y materiales pudiendo implementarse entre túneles, semilleros, cajoneras e invernaderos.

La lechuga, es el quinto cultivo en el mundo cultivado en túneles. En muchas partes del mundo, los túneles altos están hechos de varios espesores de PVC o tuberías galvanizadas según la resistencia de la estructura y la cantidad de viento que experimenta el área. Los túneles de colinas se han convertido en un componente importante de los sistemas intensivos de producción hortícola en todo el mundo y pueden mejorar el rendimiento y la calidad al brindar condiciones de crecimiento más favorables.

Para la producción convencional de plántulas se aplican fertilizantes sintéticos. Para este proyecto se pretende determinar el efecto de tres fertilizaciones nutritivas diferentes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de Guayaquil.

Ante los antecedentes expuestos, se presentan los siguientes objetivos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Evaluar la concentración óptima de nutrientes en la fertilización para obtener el mayor rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en un sistema de cultivo de microtúnel en huertos urbanos Guayaquil.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el peso fresco y peso seco de los diferentes tratamientos.
- Determinar la fertilización óptima en función de los rendimientos.
- Establecer el costo de producción del estudio del cultivo de lechugas en huertos urbanos con el sistema microtúnel.

## **1.2 Hipótesis**

La dosis de fertilización influye en el rendimiento de la lechuga en la producción bajo microtúnel en huertos urbanos de la ciudad de Guayaquil.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 La Lechuga (*Lactuca sativa*)

El cultivo de lechuga tiene alrededor de 2500 años de antigüedad; pueden encontrarse murales con pinturas de lechuga en templos y tumbas egipcias. Existen dos especies taxonómicas de lechuga, *L. sativa* y *L. serriola*, esta última es su pariente silvestre más cercano, y aquella variedad que pone en duda el origen de la lechuga. Si bien existen indicios de su origen en India, la *L. serriola* aparece mayormente en países de climas templados (de Vries y van Raamsdonk, 1994).

Lindqvist (1960) menciona que no existe certeza alguna sobre la especie que estuvo involucrada con la domesticación de la lechuga. Lo que sí es cierto es que la *L. serriola* es el único ancestro directo de la *Lactuca sativa*.

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica.

La clasificación taxonómica de la lechuga, según Zambrano (2014) es la siguiente:

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica de la lechuga

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Asterales
<b>Familia</b>	<i>Compositae</i>
<b>Subfamilia</b>	<i>Cichorioideae</i>
<b>Tribu</b>	Lactuceae
<b>Genero</b>	Lactuca
<b>Especie</b>	<i>Lactuca sativa</i>

**Elaborado por:** El Autor

Taxonómicamente, la lechuga es una planta de sistema radicular pivotante y muy ramificado, sus hojas se disponen en manera de roseta; sin forman ramificaciones. Sus hojas pueden tener bordes redondeados, rizados o aserrados, y su color varía de verde-amarillo hasta morado claro. (Rincón, 2008; Maroto, 1968).

## **2.2 Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.2.1 Clima.**

La lechuga se desarrolla en condiciones óptimas de temperatura desde 16 a 22 °C, pero es posible su desarrollo desde los 13 °C hasta los 25 °C. La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperíodo largo (más de 12 horas-luz) acompañado de altas temperaturas (más de 26 °C) emite su tallo floral. Su producción se da mayormente en zonas tropicales y subtropicales debido a las condiciones de temperatura. (Alvarado et al., 2001).

### **2.2.2 Temperatura y luminosidad.**

Los factores de temperatura y luminosidad tienen influencia en el acogollado de las lechugas, a pesar de que se trate de una característica genética. Wacquant (1977) estableció que, ante condiciones de baja iluminación, el acogollado se ve afectado de manera negativa si la temperatura promedio es superior a 20 °C, mientras que las temperaturas bajas favorecen al acogollado.

La temperatura tuvo efectos sobre el peso del cogollo y su superficie foliar en el cultivo hidropónico, según reportes de Hickleton y Wolinetz (1987); el aumento de temperatura durante el día (15 a 19 °C) generó aumentos en el peso y superficie foliar, mientras que el aumento nocturno de la temperatura (5 a 14 °C) no tuvo efecto alguno.

### **2.2.3 Humedad.**

Debido al sistema pivotante de raíces de lechuga, el cultivo resulta muy sensible a la falta de humedad y es poco tolerable a la sequía. La humedad relativa favorable para este cultivo es del 60 al 80 % (Infoagro, 2016).

### **2.2.4 Suelo.**

La lechuga es un cultivo que no admite la sequía, crece en óptimas condiciones en aquellos suelos ligeros y bien drenados, arenoso-limosos. Su pH ideal se encuentra entre 6.7 y 7.4, en aquellos suelos excesivamente

ácidos es necesario encalar para su desarrollo (La Rosa Villareal, 2015; Guerreo, 1976).

## 2.3 Manejo del cultivo

### 2.3.1 Densidad de siembra.

La densidad de siembra de un cultivo difiere según la variedad del cultivo, el drenaje y profundidad de suelo, entre otros factores. En el cultivo de lechuga, el marco de plantación depende del porte o vigor de la variedad de lechuga seleccionada; aunque, generalmente la plantación comercial de lechuga se realiza en líneas pareadas sobre bancas (Velásquez, 2019).

La plantación de lechugas de gran porte (romanas, iceberg y trocadero) se hace en líneas pareadas simples con densidades de plantación entre 60 y 70 mil plantas por hectárea. En las lechugas de porte medio, la densidad varía según se planteen líneas pareadas simples, dobles o triples, alcanzando la densidad de siembra de 70 hasta 110 mil unidades por hectárea. Por último, las lechugas de porte pequeño como la little gem, utilizan una plantación en líneas pareadas triples, oscilando la densidad de siembra de 130 hasta 150 mil unidades por hectárea (Rincón, 2008).

### 2.3.2 Requerimientos nutricionales.

Dentro de las necesidades nutricionales señaladas por Anstett (1962), Knott (1962) y Stephan (1973), se destacan los siguientes macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y sulfato. Los requerimientos específicos de concentración de cada elemento se expresan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Requerimientos nutricionales de la Lechuga

Elemento	Concentración (mmol l-1)
NO <sub>3</sub>	14
NH <sub>4</sub>	1
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1
K <sup>+</sup>	6
CA <sup>2+</sup>	4
Mg <sup>2+</sup>	2

El conjunto de estos elementos resulta vital para el desarrollo de la planta, desempeñando un papel cada cuál por su parte. La importancia de cada elemento va desde la formación de paredes celulares, ácidos nucleicos hasta la germinación de semillas y formación de raíces (Ciampitti y Garcia, 2007)

#### **2.4 Variedad del cultivo**

Por la forma de crecimiento y tipo de hojas, se pueden distinguir dos grandes grupos de tipos de lechuga. Estas características de la variedad influirán en los métodos de cultivo y la aceptación en el mercado. Estos dos grandes grupos son: "romana" y "arrepolladas". En las variedades "romanas", las hojas son más largas que anchas, extendiéndose la nervadura principal hasta la parte superior de la hoja; no tienen el cogollo ni la capacidad de acogollar, por lo que su uso en agricultura extensiva sería problemático, ya que la lechuga tiene que estar atada (Cruz, 2016).

Los nombres de las diferentes variedades de este grupo son variados, a menudo por la forma de las hojas y el color de las semillas; tienen semillas negras, largas blancas con semillas negras, largas verdes con semillas blancas, largas pálidas con semillas negras. Las variedades de semilla blanca son generalmente más resistentes a la floración y, por lo tanto, más adaptables al cultivo de verano, mientras que las variedades de semilla negra se usan más comúnmente para cultivos de invierno. La característica principal de las variedades de rama es su capacidad para formar cabezas sin atar, lo que las hace ideales para el cultivo extensivo; Cuanto más largas y anchas son las hojas, la nervadura no llega al ápice y no se ramifica (Quintero, 1985).

Gutiérrez (2011), determina que la lechuga se puede clasificar en cuatro subespecies botánicas que son de interés para la agricultura:

- Lechugas con hojas: *Lactuca sativa L. var. Capitata*

- Lechugas romanas: *Lactuca sativa L. var. Longifolia*
- Lechugas arrepolladas o con formación de cabeza: *Lactuca sativa L. var. Crispa*
- Lechugas de corte: *Lactuca sativa L. var. acephala*

## **2.5 Manejo de riego y fertilización**

### **2.5.1 El riego.**

Para el cultivo de lechuga se pueden utilizar diferentes métodos de riego: de surcos, aspersión y goteo, su aplicación dependerá de la zona del cultivo. El manejo del agua de los sistemas de riego depende de factores como el caudal, el tiempo de riego, las pérdidas por el drenaje y demás factores ambientales (Defilipis et. al, 2006)

El cultivo de lechuga responde muy eficientemente a los recursos hídricos por su poca profundidad radicular. Siendo así que, aún con pocas cantidades de agua producen elevados rendimientos; especialmente si la humedad del suelo es alta. (Bert y Honma, 1974; Rincón, 2008). En el estudio de Sammis (1980) se evaluó la eficiencia de los distintos tipos de riego -aspersión, goteo y surcos- manteniendo distintos niveles hídricos en el suelo. En el riego por goteo la eficiencia aumentó a medida que el potencial de agua se redujo.

Sing y Aderfer (1966) evalúan la productividad del cultivo y el gasto del agua respecto de tres distintos métodos de riego. En él, se reporta una disminución de biomasa fresca y calidad de cogollo con la disminución del potencial hídrico del suelo. Finalmente obtienen que, el riego por goteo resulta el más adecuado para mejorar la eficiencia del agua de riego respecto al riego por surcos y al riego por aspersión.

### **2.5.2 La fertilización.**

Para cumplir con una fertilización correcta es necesario identificar puntualmente las características del suelo que tendrán efectos en la producción y los rendimientos esperados para la condición climática bajo la cual se encuentra el cultivo. De este modo, el comportamiento de los

diferentes nutrientes necesarios para la demanda del cultivo tendrá se comportarán de acuerdo con sus características químicas y afinidad con el suelo. Algunos, se movilizarán con mayor facilidad mientras que otros pueden presentar una relativa inmovilidad (Saavedra et al., 2017)

El cultivo en condiciones normales requiere de nitrógeno, fósforo y potasio; y la asimilación de por lo menos el 60 y 65 % de los nutrientes se presenta en el periodo de la formación del cogollo (De Bogotá, 2015).

Se debe tener en cuenta los aportes del elemento potasio en la lechuga. Pues, si bien lo exige en grandes cantidades, su absorción resulta en un mayor requerimiento de magnesio; y, se debe guardar precaución con el abono nitrogenado para no generar en el cultivo una toxicidad de sales (Salinas, 2014).

## **2.6 Fertirrigación**

La incorporación conjunta de agua y nutrientes se la denomina "fertirrigación". La fertirrigación se desarrolla dentro de los riegos localizados de alta frecuencia y concretamente en el riego por goteo (Sánchez, 2004).

De acuerdo con lo encontrado por Hanson et al. (1997), Sammis (1980) y Slavik (1996), la aportación de fertilizantes en fertirrigación mejora la eficiencia del uso de los mismos y la productividad de la lechuga.

La instalación de fertirrigación debe adaptarse agrónomicamente a las características de cada cultivo o de la alternativa de cultivos. La instalación debe incluir todas las componentes necesarias para que el aporte del agua y elementos nutritivos en periodos de máximas demandas del cultivo no se vea limitado. Una completa instalación debe incluir, según Rincón (2008):

- Grupo de impulsión
- Control de presión
- Filtro de arena
- Automatismo

- Filtro de malla
- Depósitos de fertilizantes
- Inyectores
- Control de caudal
- Tubería principal

## **2.7 Cultivos semiforzados y factores afectados**

Los cultivos semiforzados mediante túneles son un término medio entre el cultivo al aire y el cultivo protegido en un invernadero (Flores, 2005, p. 7). De este modo se cubre el cultivo durante las primeras fases de su desarrollo mediante una construcción de arcos pequeños que se recubren con plástico, protegiendo a las plantas contra el frío, viento, y otros elementos externos (Flores, 2005).

Rodríguez e Ibarra (1991, p. 34) describen los factores que pueden controlarse mediante el uso de microtúneles.

Uno de estos factores, menciona Baudoin (2002, p. 15) es la cantidad de aire que guardan los túneles de bajo nivel, que al mismo tiempo crea diferencias en la temperatura y humedad del cultivo.

A continuación, se desarrollarán los factores que se ven afectados con el uso de los materiales plásticos en el sistema de microtúneles.

### **2.7.1 Temperatura.**

Se ha demostrado que las temperaturas en los túneles con cubiertas de plástico aumentan durante las horas más calurosas y disminuyen durante las horas más frías. El aumento de la temperatura interna depende del tipo de techo utilizado y de la intensidad de los rayos del sol (Hernández, 2005).

Cada cultivo tiene requisitos de calor específicos, por lo que las temperaturas que excedan ese límite limitarán o detendrán el crecimiento. Si la temperatura es inferior a la requerida por la planta se perjudica la formación del primer carbohidrato o su protoplasma, y si la temperatura es superior se favorece una alta transpiración y/o respiración. En ambos casos,

la planta muere o produce muy poco. En la zona de las raíces, la absorción de agua y nutrientes aumenta hasta ciertos límites de temperatura (Flores, 2005).

Por encima de esto, la absorción se detiene. Cuando las temperaturas son muy altas, las plantas pueden sudar más agua de la que pueden absorber, lo que lleva a síntomas de marchitamiento. Los tejidos vegetales pueden sufrir desecación si las temperaturas del suelo son bajas y hay una transpiración excesiva debido a la acción del viento. Cuando las temperaturas son altas, se requiere ventilación para regular la temperatura y evitar daños a los cultivos. El túnel solo se abrirá si hay suficiente radiación, y la apertura está vinculada al grado de cambio logrado. El uso de un túnel cubierto de plástico da una mayor respuesta a la temperatura más alta que a la temperatura más baja (Flores, 2005).

La magnitud del efecto sobre este factor depende principalmente de las dimensiones de la estructura (cuanto más grande, mayor es la cantidad de aire caliente) y del espesor de la lámina utilizada. Por esta razón, los invernaderos proporcionan un mejor efecto de 'refugio' que los túneles (Rodríguez e Ibarra, 1991).

### **2.7.2 Luz.**

A causa de la condensación de la humedad y acumulación de polvo, los túneles de bajo volumen no siempre transmiten la luz de manera óptima. Esta situación mejora al utilizar plástico con mayor transparencia, al ventilar los túneles para reducir la humedad y condensación. Además de, claramente, instalar los túneles con mayores índices de luminosidad (Hernández, 2005).

### **2.7.3 Humedad.**

Debido al uso del plástico y la evapotranspiración del sustrato vivo la humedad relativa dentro del microtúnel aumenta, e incluso puede llegar a niveles no deseado si la ventilación no es la correcta. Según Baudoin (2002), esto puede evitarse si la cubierta de plástico es perforada, y no causa problemas de enfermedades ni infecciones a los cultivos.

El uso de microtúneles para el desarrollo de cultivos reduce la pérdida de humedad, atenuando así, los efectos de algunos factores ambientales. Un mayor flujo de aire resulta en el aumento de la intensidad de la evaporación, al tener un suelo protegido por túneles, la pérdida de agua que causa el viento es reducida al mínimo, conservando así por más tiempo la humedad del suelo.

#### **2.7.4 Estructura del suelo.**

A continuación, se desarrollarán los factores que se ven afectados con el uso de los materiales plásticos en el sistema de microtúneles.

#### **2.7.5 Fertilidad del suelo.**

Las condiciones favorables que proporcionan los túneles en términos de humedad, temperatura, ventilación, compresión, etc., permiten que la acción de algunos de los microorganismos que intervienen en la conversión de los nutrientes en formas asimilables se lleve a cabo de manera más eficiente. Aumenta la cantidad de elementos disponibles en el suelo, lo que permite que las plantas absorban los nutrientes a un ritmo mayor. Además, revestir los túneles con plástico evita que el estiércol sea arrastrado por la lluvia, manteniendo así una mayor disponibilidad de estiércol en el suelo (Rodríguez e Ibarra, 1991).

#### **2.7.6 Protección.**

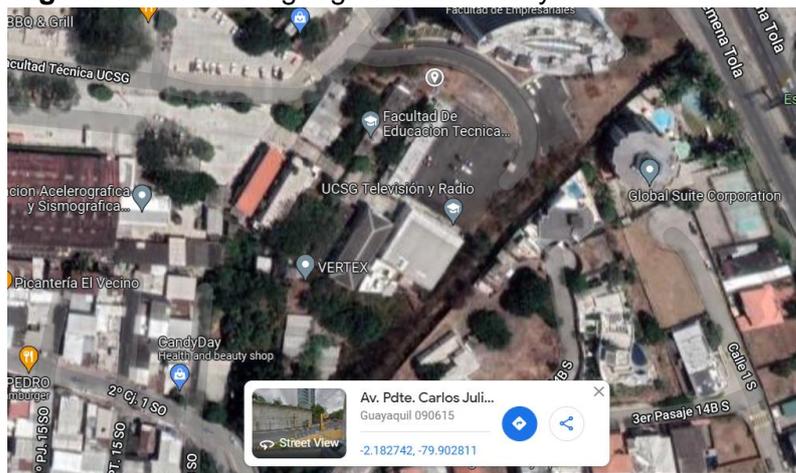
Al usar túneles se protege al cultivo de los factores ambientales adversos tales como el exceso de humedad por abundantes lluvias, protección contra algunas formas de precipitación como la nieve, así como se protege contra vientos fuertes, bajas temperaturas y fauna nociva (Flores, 2005, p. 18).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo investigativo se desarrollará en los huertos urbanos ubicados en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

**Figura 1.** Ubicación geográfica del ensayo



Fuente: Google Maps, 2022

#### 3.1.1 Características climáticas.

La ciudad de Guayaquil posee una temperatura anual promedio de 25.6 °C. Durante el invierno -julio a octubre- las temperaturas más bajas rodean los 20 °C y 23 °C en el mes de marzo. Las temperaturas máximas promedio varían entre 31/32 °C en enero, marzo y abril y 29 °C en julio (Weather Spark, 2020).

#### 3.2 Factores en estudio

##### 3.2.1 Variables.

Para el estudio y análisis de los efectos de los tres tratamientos a emplear en el cultivo se evaluarán las siguientes variables:

- Peso seco parte aérea
- Peso seco raíz
- Peso fresco parte aérea
- Peso fresco raíz

### **3.2.2 Caracterización del cultivo.**

Se maneja un cultivo desde la producción sexual con semilla certificadas hasta el momento de trasplante. Una vez que tuvo su tamaño óptimo se hizo el trasplante al cantero.

### **3.3 Diseño experimental**

Se trata de un diseño completamente aleatorio (DCA) para un experimento monofactorial factor: solución nutritiva, asumiendo un modelo lineal para la variable respuesta a los tratamientos aplicados.

#### **3.3.1 Unidad experimental.**

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* cv. Seda) se desarrollará en camas de 582 x 80 x 40cm con una combinación de concentraciones de sustratos, tierra de sembrado (298 kg), tamo (11.5 kg), cenizas de tamo (21.8 kg).

#### **3.3.2 Materiales.**

- Pico
- Pala
- Barreta
- Destornillador estrella
- Destornillador plano
- Manguera 16mm
- Conectores 16mm
- Llave 16mm
- Tachos 20 L
- Tubos conduit
- Varillas
- Plástico transparente
- Goteros 3.7 L
- Canteros 5.3m x 0.8m

### 3.3.3 Manejo de ensayo.

Se realiza manejo tradicional de control de malezas y fertirriego a lo largo de la producción del cultivo. La toma de muestras para el experimento se realiza una vez finalizado el crecimiento del cultivo.

A diario se realiza apertura y cierre del túnel a las 07:00 am y 18:00 pm; respectivamente. La fertilización se realiza de manera continua al momento de la apertura del túnel a través del riego según los tratamientos determinados en líneas siguientes. A diario se realiza apertura y cierre del túnel.

### 3.3.4 Tratamientos y muestreo.

El trabajo se desarrolló con tres tratamientos de distintas concentraciones de soluciones nutritivas -el ácido nítrico se mantiene constante en todos los tratamientos- siguiendo el modelo de Hoagland y Arnon (1950). El tratamiento T0 es el control y sigue una concentración de nutrientes del 100 %, T1 sigue una concentración del 75 % y T2 una del 50 %.

**Tabla 3.** Pesos de los fertilizantes con los utilizados en los diferentes tratamientos

<b>Solución nutritiva (g)</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Ácido nítrico (HNO <sub>3</sub> ) (ml)	1.04	1.04	1.04
Nitrato de Calcio (Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	14.56	10.93	7.39
Nitrato de Potasio (KNO <sub>3</sub> )	6.3	4.72	3.78
Sulfato de Magnesio (MSO <sub>4</sub> )	9.84	7.38	4.92
Fosfato Mono potásico (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	2.72	2.04	1.36

**Fuente:** Lara, 1999

**Elaborado por:** El Autor

### 3.4 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico a desarrollarse a continuación se utilizaron herramientas de estadística inferencial como la media, desviación estándar, varianza, entre otros. En la siguiente Tabla se presenta un promedio de las variables estudiadas: peso fresco raíz, peso fresco parte aérea, peso fresco total, peso seco raíz, peso seco parte aérea y peso seco total dentro de los tres tratamientos con cuatro repeticiones por cada uno. Así mismo se incluye el peso mínimo y máximo registrado por cada tratamiento y el error estándar

(EE). Se realizó un análisis ANOVA con un nivel de significancia del 95 % < SD.

**Tabla 4.** Resumen de medidas por tratamiento

<b>T</b>	<b>Estadística</b>	<b>PFR (g)</b>	<b>PFA (g)</b>	<b>PFT(g)</b>	<b>PSR (g)</b>	<b>PSA (g)</b>	<b>PST (g)</b>
<b>T0</b>	n	4	4	4	4	4	4
	Media	5.25	28.25	33.5	0.42	1.77	2.18
	E.E	0.25	2.59	2.72	0.04	0.07	0.1
	Min	5	22	27	0.32	1.57	1.89
	Max	6	33	38	0.51	1.88	2.33
<b>T1</b>	n	4	4	4	4	4	4
	Media	7.25	51.75	59	0.48	3.26	3.74
	E.E	0.75	8.18	8.52	0.03	0.54	0.56
	Min	6	29	35	0.44	1.67	2.11
	Max	9	67	75	0.57	4.04	4.61
<b>T2</b>	n	4	4	4	4	4	4
	Media	4.75	22.25	27	0.48	1.37	1.85
	E.E	2.06	10.23	11.81	0.17	0.55	0.72
	Min	1	4	6	0.11	0.31	0.42
	Max	10	47	53	0.77	2.42	3.19

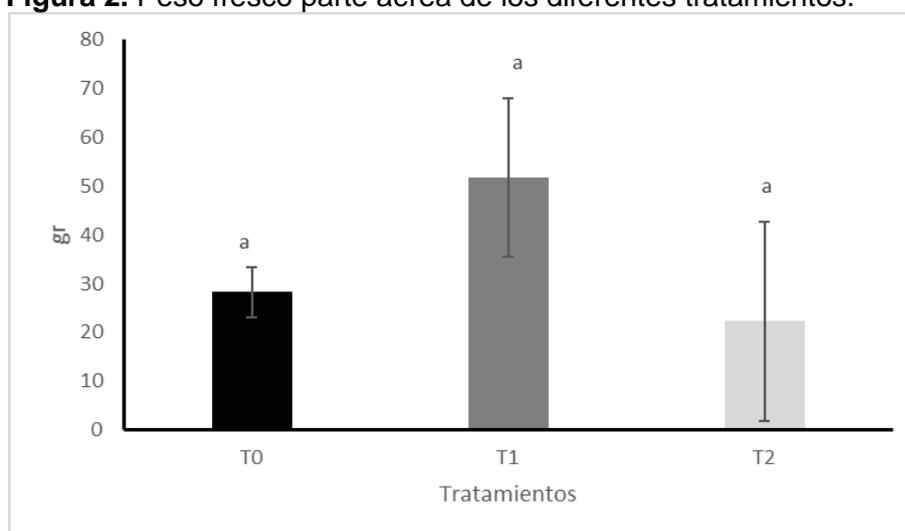
**Elaborado por:** El Autor.

## 4 RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados para el desarrollo de la investigación y el respectivo análisis de las variables, los resultados encontrados son los siguientes:

En el Figura 2 se muestra los promedios obtenidos en la variable peso fresco de la parte aérea de los diferentes tratamientos.

**Figura 2.** Peso fresco parte aérea de los diferentes tratamientos.



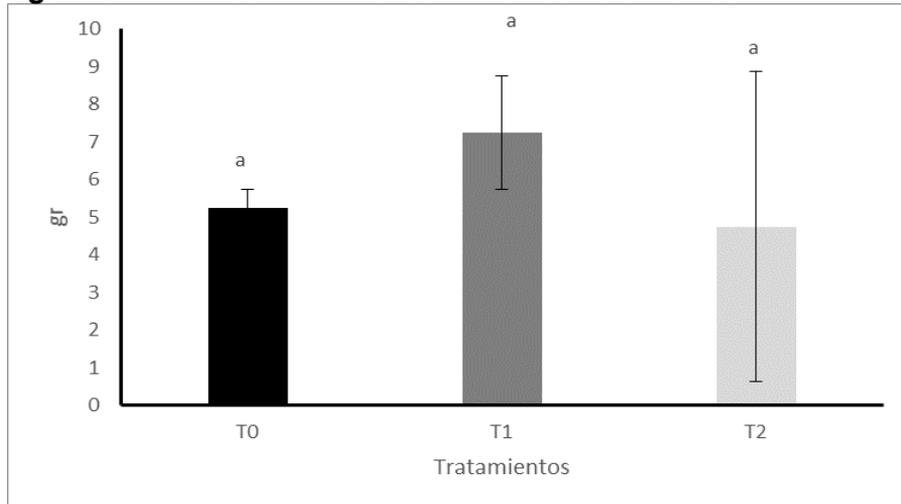
Letras iguales no indican diferencias significativas, letras diferentes indican diferencia.

**Elaborado por:** El Autor

De acuerdo con lo observado en el Figura 2 se aprecia que el Tratamiento T2 presenta un menor peso de la parte aérea en comparación con los tratamientos T0 y T1. El tratamiento T1 presentó una mayor cantidad de peso en gramos, mostrando una diferencia de 20 g con el tratamiento T0. Sin embargo, no existe diferencia significativa.

El Figura 3 presenta el peso fresco radicular en los distintos tratamientos.

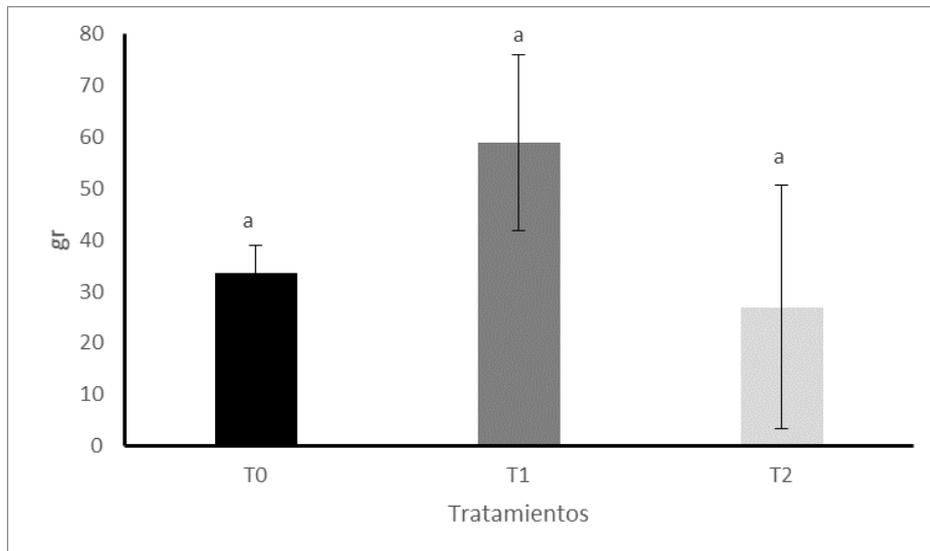
**Figura 3.** Peso fresco raíz de los diferentes tratamientos.



Dentro del Figura 3 se muestra que el tratamiento T0 y T2, tienen una diferencia de aproximadamente 1 gr respecto del peso fresco de la raíz, mientras que el tratamiento T1 muestra un peso máximo de 7g, con diferencias de 2 y 3 gramos con T0 y T2; respectivamente. A causa de la desviación estándar, que se encuentra graficada con el corchete, se puede observar que los resultados del tratamiento T2 pueden llegar a ser iguales al máximo de la desviación estándar del tratamiento T1, llegando ambos a alcanzar los 9 g por peso fresco raíz.

Para las comparaciones del peso fresco total de los distintos tratamientos se presenta el Figura 4.

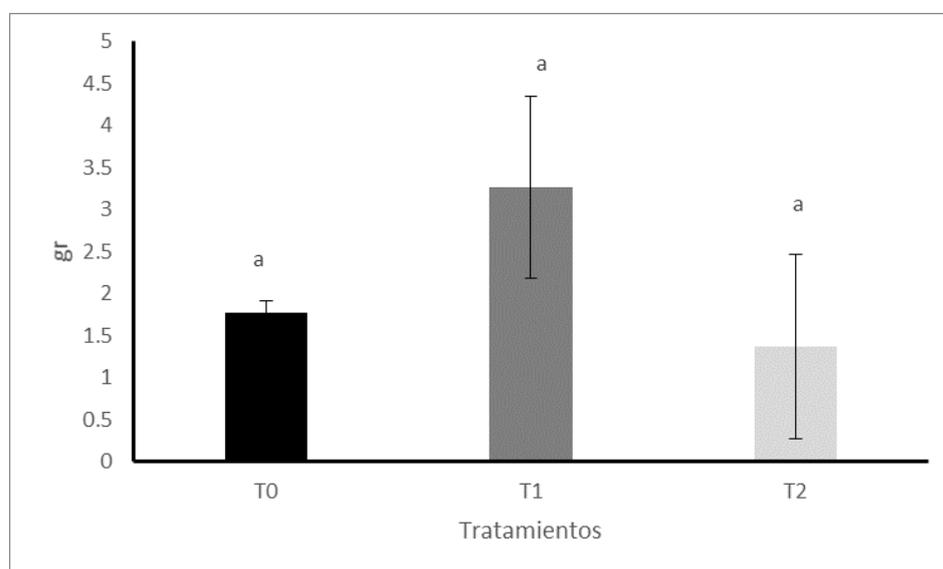
**Figura 4.** Peso fresco total



Del peso fresco total el tratamiento T1 reporta un promedio de 60 g por planta, mientras que los tratamientos T0 y T2 reportan un promedio de 32 y 25 g aproximadamente. El tratamiento T1, debido a la desviación estándar que reporta puede alcanzar un peso máximo de hasta 78 g por planta. Mientras que el tratamiento T2 reporta un peso máximo de 50 g, y T1 un peso máximo de 47 g.

En el Figura 5 demuestra el peso seco de la parte aérea de los diferentes tratamientos.

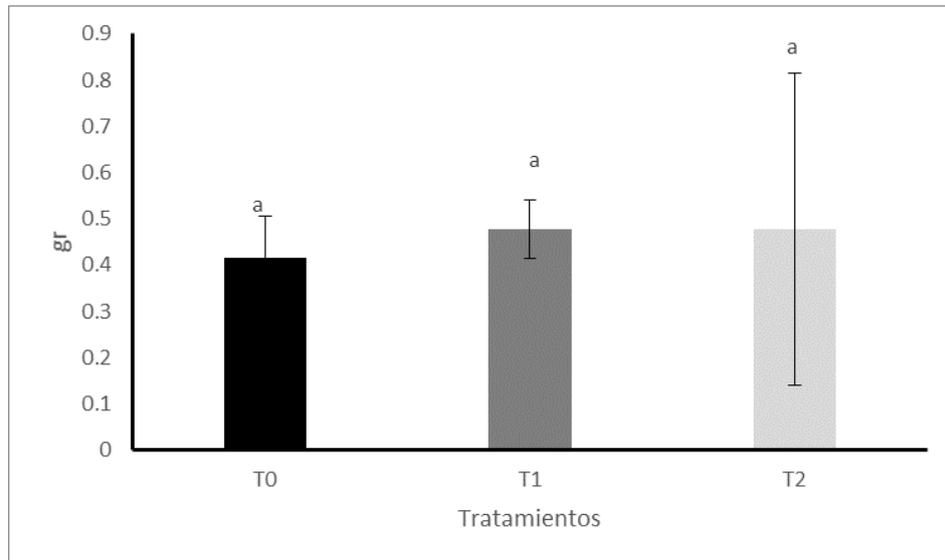
**Figura 5.** Peso seco parte aérea de los diferentes tratamientos.



El peso seco de la parte aérea del cultivo muestra menores valores en el Tratamiento T2 que en los Tratamientos T0 y T1. El Tratamiento T1 muestra un peso promedio de 3.2 g aproximadamente, con una desviación estándar que puede alcanzar hasta los 4.5 g por planta. Por otro lado, el tratamiento T0 muestra un peso promedio de 1.7 g por planta, con una desviación estándar que alcanza hasta los 2 g. Finalmente, el tratamiento T2 reporta un promedio de 1.3 g por planta, con una desviación que llega a alcanzar los 2.4 g.

El Figura 6 presenta el seco fresco radicular en los distintos tratamientos.

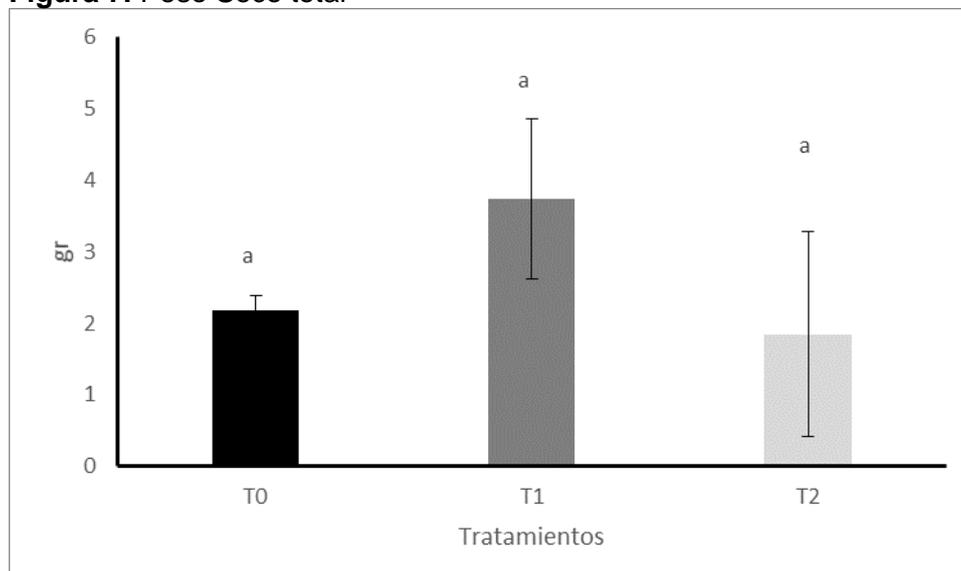
**Figura 6.** Peso seco raíz de los diferentes tratamientos.



El peso seco radicular muestra resultados cercanos entre los tratamientos T0, T1 y T2. En esencia, los tratamientos T1 y T2 muestran los mismos pesos en gramos (0.47), mientras que el tratamiento T0 señala un peso de 0.41 g. La desviación estándar de los tratamientos T0 y T1 es mínima y entre ellos el peso máximo muestra una diferencia de 0.1 g. Por otro lado, la desviación estándar máxima del tratamiento T2 señala un peso de hasta 0.4 g más que los pesos máximos señalados de los tratamientos T0 y T1.

Finalmente, el Figura 7 muestra las comparaciones del peso seco total de los distintos tratamientos.

**Figura 7.** Peso Seco total



Del peso seco total se destaca el tratamiento T1 que reporta un peso de 3.7 g, mientras que los tratamientos T0 y T2 muestran pesos de 2.10 y 1.80 g; respectivamente. El tratamiento T0, de acuerdo a la desviación estándar, puede alcanzar un peso máximo de hasta 2.3 g por planta, mientras que el tratamiento T1 puede alcanzar hasta 4.9 g. El tratamiento T2, respecto de su desviación estándar máxima puede alcanzar los 3.2 g por planta.

La siguiente tabla 5 muestra los costos de los materiales necesarios para la producción de los tres canteros y la mano de obra del presente proyecto.

**Tabla 5.** Resumen de costos de producción

<b>Cantidad</b>	<b>Material</b>	<b>V. Unitario USD.</b>	<b>Subtotal USD.</b>
3	Sacos de compost	7.00	21.00
15	Sacos de tierra de sembrado	2.50	37.50
10	Saca de tamo de arroz	2.00	20.00
4	Saca de tamo de arroz quemado	2.00	8.00
1	Fertilizantes	10.00	10.00
3	Mano de obra	25.00	75.00
<b>Total</b>			<b>171.50</b>

**Elaborado por:** El Autor

## 5 DISCUSIÓN

Se ha comprobado que la lechuga (*Lactuca sativa Seda*) manejada como cultivo semiforzado bajo el sistema de microtúnel, se adapta a las condiciones climáticas y, la dosificación de nutrientes diseñada por Hoagland y Arnon demuestran resultados favorables, especialmente en concentraciones del 75 %. Estos resultados favorables se evidenciaron así mismo, en el estudio de Núñez (2021), que trabajó la lechuga Crespa en un sistema de raíz flotante y sustrato inerte con distintas concentraciones de solución nutritiva.

Sin embargo, en su estudio, la solución nutritiva con mejores resultados fue aquella que concentraba el 50 % en hidroponía y concentración de 75 % en sustrato inerte. En el caso del presente ensayo se trabajó con sustrato vivo y se encontró que T1 dio mejores resultados en el peso de las distintas variables. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las variables de los distintos tratamientos.

La evaluación de distintas concentraciones de soluciones nutritivas según las especificaciones de Hoagland y Arnon es un estudio popular dentro de las hortalizas, especialmente en estudios de cultivos hidropónicos. Además, hacen énfasis en las diferentes concentraciones de nitrógeno y potasio. En el estudio de Aruani et al. (2008), donde se estudia la eficiencia del uso de nitrógeno en el cultivo de lechuga con aportes de nitrógeno orgánico y mineral, se obtuvo que el aumento de la concentración de nitratos en la solución del suelo resultó en el incremento de la producción, especialmente en los resultados del peso de biomasa foliar.

Por otro lado, Maita Anco (2018) hizo un estudio respecto de la concentración de nitratos en lechuga (*Lactuca sativa var. Waldman*) producidas en un sistema hidropónico de raíz flotante utilizando tres soluciones.

Dentro de ella se encuentra que, el desarrollo del área foliar no muestra diferencias significativas entre las distintas soluciones nutritivas.

Obtuvo entre de las distintas soluciones nutritivas una diferencia de apenas 1 cm<sup>2</sup>/g. Esto mismo fue evidenciado en el ensayo, donde se obtuvo una diferencia de 10 g en los pesos frescos de la parte aérea y de hasta 1.5 g en el peso fresco del follaje.

Calle (2022), dentro de su estudio encuentra que no hubo significación estadística para las fuentes de variabilidad en estudio, siendo así que los resultados son estadísticamente similares en cuanto al peso de la planta. Esto mismo se comprueba dentro del presente estudio tanto el peso fresco total y el peso seco total donde se encuentro que el tratamiento con mejores resultados fue el T1, que tanto en peso fresco como en peso seco reporta resultados mayores a los de T0 y T2. Así como, el tratamiento con resultados menos favorables es T2, siendo menores que los reportados por T1 y manteniendo una diferencia media con los pesos reportados por T0, sin embargo, las diferencias son mínimas.

En el estudio de Morales y Jeniffer (2019), se utilizaron tres soluciones nutritivas en el cultivo de *Lactuca sativa* L., correspondiendo Hoagland/Arnon a T1. De ahí obtuvieron que esta solución nutritiva alcanzo con 125 g de peso fresco follaje y 16 g de peso fresco raíz. Así mismo, Carreón (2015), utilizando la misma formulación nutritiva Hoagland/Arnon en lechugas cv. Romana bajo sistema de raíz flotante obtuvo plantas con 158 y 22 g de peso fresco follaje y raíz. Resulta distinto a lo obtenido en el presente estudio donde se obtuvieron que el peso fresco parte aérea alcanzó un máximo de 50g y el peso fresco raíz un peso máximo de 7g.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

De los resultados obtenidos de las variables evaluadas se puede determinar las siguientes conclusiones:

- Se observa que todos los tratamientos dan resultados iguales.
- Es factible la producción de lechuga en el periodo invernal utilizando el sistema semiforzado de microtunel con resultados favorables.

### **6.2 Recomendaciones**

De acuerdo con lo obtenido de la investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Evaluar las concentraciones las soluciones nutritivas en diferentes variedades de lechuga y en concentraciones distintas.
- Implementar el diseño experimental durante el verano en condiciones de campo para comparar el rendimiento evaluar con la producción semiforzada en el periodo invernal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, D., Chávez, F. y Anna, K. (2001). Seminario de Agro negocios:  
Lechugas
- Ansett, A. (1962) La fumure de la laitue en fonction des techniques culturales. Journées régionales de la laitue, Avril. INVUFLEX, pp 51-61.
- Aruani, M. C., Gili, P., Fernández, L., Junyent, R. G., Reeb, P., Sánchez, E. (2008). Utilización del nitrógeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, Neuquen-Argentina. *Agro sur*, 36(3), 147-157.
- Baudoin, O. W. 2002. El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. Dirección de Producción y Protección Vegetal.
- Bert, J.S. Honma, S. (1974) Effect of soil moisture and irrigation method on Tiburon and edgeburn severity in greenhouse lettuce, *J. Amer. Soc. Hot. Sci.* 100 (3): 278-282
- Calle Cruz, Y. L. (2022). Evaluación de la producción de tres cultivares de *Lactuca sativa* L, bajo sistema hidropónico a raíz flotante, distrito Veintiséis de Octubre-Piura, año 2022.
- Carreón, J. (2015) Peso fresco y estado nutrimental de lechuga Romana (*Lactuca sativa* L.), bajo diferentes soluciones nutritivas. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7665/63738>

%20MANZANO%20CARREON%2C%20JULIO%20CESAR%20%20T  
ESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Consultado: 03/01/2023.

Ciampitti, I. A., García, F. O. (2007). Requerimientos nutricionales Absorción y Extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Boletín Técnico, Buenos Aires (Argentina): International Plant Nutrition Institute (IPNI).

Cruz Mendoza, A. (2016). Evaluación de tres variedades del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos sistemas de hidroponía bajo ambiente semi controlado en el centro experimental chocloca. Revista Ventana Científica, 7, 31.

De Vries, I. M. (1997). Origin and domestication of *Lactuca sativa* L. Genetic Resources and Crop Evolution, 44(2), 165-174.

Defilipis, C., Pariani, S., Jimenez, A., Bouzo, C. (2006). Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. Trabajos Presentados en las III Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego. INTA Mendoza, Argentina.

Eshkabilov, S., Lee, A., Sun, X., Lee, C. W., Simsek, H. (2021). Hyperspectral imaging techniques for rapid detection of nutrient content of hydroponically grown lettuce cultivars. Computers and Electronics in Agriculture, 181, 105968.

Flores V. J. 2005. Apuntes del Curso: "Semiforzado de Cultivos". De la Especialidad de Agroplasticultura del Centro de Investigación en Química Aplicada. Trimestre Abril-Junio, 2005. Saltillo, Coah.

- González, V., Pomares, F. (2008). La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid.
- Guerrero, T. (1976). Horticultura. Universidad central del Ecuador. Quito
- Gutiérrez Queupil J.G. (2011). Comportamiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), evaluados al aire libre, en Valdivia. Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias, Chile.
- Hanson, B.R., Schwankl, L.J., Schubach, K.F., Pettygrove, G.S. (1997) A comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce yield and applied water. *Agricultural. Water Management* 33 (2-3): 139-157.
- Hernández, S. R. (2005). Semiforzado de cultivos mediante el uso de túneles (Doctoral dissertation), CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA).
- Herrera, A. L. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra latinoamericana*, 17(3), 221-229.
- Hickleton, P. Wolinetz, M. (1987) Influence of light and dark period, air temperatures and root temperature of growth of lettuce in nutrient system. *J American. Soc. Hort. Sic.* 112, 932-935
- Hoagland, D. R., y Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular. California agricultural experiment station, 347(2nd edit).
- Infoagro. (2016). Manual del cultivo de lechuga.
- Jiménez, F. M. (2015). Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga. Granja. Revista agropecuaria.

- Knott, J. E. (1962). Handbook of vegetable growers. John Wiley and Sons Inc. New York-London-Sidney.
- La Rosa Villarreal, O. J. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, Lima.
- Lindqvist, K., 1960a. On the origin of cultivated lettuce. Hereditas 46: 319–350.
- López-Acosta, P. P., Cano-Montes, A., Torres-Flores, N., Rodríguez-De la Rocha, G. S., Rodríguez-Rodríguez, S. M., Rodríguez-Rodríguez, R. (2011). Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico. Tecnociencia Chihuahua, 5(2), 98-104.
- Maita Anco, L. F. (2018). Concentración de nitratos en lechuga (*Lactuca sativa* VAR. WALMAN) producidas en un sistema hidropónico de raíz flotante utilizando tres soluciones nutritivas, Arequipa–Perú.
- Maroto, J. (1968). Horticultura herbácea especial. Editorial Mundi- prensa.
- Méndez Tomalá, H. A. (2019). Evaluación de fenología y rendimiento de tomate hidropónico *Lycopersicum esculentum* Mill, bajo distintas soluciones nutritivas en clima semiárido (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.).
- Morales, R., & Jeniffer, J. (2019). *Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica Lactuca sativa L. en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.).

- Noumedem, J. A. K., Djeussi, D. E., Hritcu, L., Mihasan, M., Kuete, V. (2017). *Lactuca sativa*. In Medicinal spices and vegetables from Africa (pp. 437-449). Academic Press.
- Núñez Carvajal, G. M. (2021). Producción de lechuga *Lactuca sativa* L., bajo distintas concentraciones de solución nutritiva en un sistema de raíz flotante y un sistema con sustrato inerte (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021.).
- Palacios-Arriaga, A. H., Prasad Rout, N. (2019). Efecto de diferentes medios y sustratos en el enraizamiento y adaptación de rosa transgénica. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 115-129.
- Quintero, J. J. (1985). La Lechuga.
- Ramírez-Vargas, C. (2019). Extracción de nutrientes, crecimiento y producción del cultivo de pepino bajo sistema de cultivo protegido hidropónico. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(1), 107-117.
- Rincón, S. L. F. (2008). La fertirrigación de la lechuga. Mundi-Prensa e Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario, 17.
- Rodríguez, A. e Ibarra, J. 1991. Semiforzado de Cultivos Mediante el Uso de Plásticos. Editorial Limusa.
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A. (2017). Manual de producción de lechuga.
- Salinas Toapanta, C. D. (2014). *Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato* (Bachelor's thesis).

- Sammis, T. W. (1980). Comparison of sprinkler, trickle, subsurface and furrow irrigation methods for row crops. *Argon. J.* 72: 702-704.
- Sánchez, L. R. (2004). Pautas para una correcta fertirrigación de la lechuga Iceberg. *Vida rural*, (185), 38-42.
- Sing, S.D. Alderfer, R.B. (1966) Effects of soil moisture stress at different periods of growth of some vegetable crops. *Soil. Sci.* 101, 69-80.
- Slavik, L. (1996). Efficiency of drip irrigation and micro irrigation in summer cauliflower and spring lettuce. *Rosalina Vyroba* 42 (8): 381-384.
- Stephan, M. (1973). La fertilisation. La laitue de serré. Journées d'études. INVUFLEX. París, pp 87-92.
- Terry Alfonso, E., Ruiz Padrón, J., Tejeda Peraza, T., Reynaldo Escobar, I., Díaz de Armas, M. M. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultivos tropicales*, 32(1), 28-37.
- Velásquez Medina, S. (2019). Densidad de siembra en la producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Ángelina bajo condiciones de La Molina.
- Vries, I. D., Raamsdonk, L. V. (1994). Numerical morphological analysis of lettuce cultivars and species (*Lactuca* sect. *Lactuca*, Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution*, 193(1), 125-141.
- Wacquant, C. (1977). Effects des températures du sol et du air sur la production des principales espèces légumières cultivées en serré. Invuflec. París.
- Weather Spark. (2020). El clima promedio en Guayaquil. 24 Octubre 2022, de Weather Spark Sitio web:

<https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zambrano Mora, A. C. (2014). Estudio comparativo de tres genotipos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en tres sistemas de producción hidropónica (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

## ANEXOS

### Estadística descriptiva de las variables

TRAT	PFA	PFR	PFT	PSA	PSR	PST
T0	22	5	27	1.57	0.32	1.89
T0	33	5	38	1.88	0.36	2.24
T0	32	6	38	1.86	0.47	2.33
T0	26	5	31	1.75	0.51	2.26
T1	67	8	75	3.83	0.44	4.27
T1	52	9	61	3.51	0.46	3.97
T1	59	6	65	4.04	0.57	4.61
T1	29	6	35	1.67	0.44	2.11
T2	47	6	53	2.42	0.77	3.19
T2	7	1	8	0.54	0.27	0.81
T2	31	10	41	2.2	0.76	2.96
T2	4	2	6	0.31	0.11	0.42

Resultados de los análisis de varianza no paramétricos o pruebas de Kuskal Wallis aplicados

### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRAT	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl
PST	T0	4	2.18	0.2	2.25	5.25	2
PST	T1	4	3.74	1.12	4.12	9.25	
PST	T2	4	1.85	1.43	1.89	5	

**Anexo 1. Siembra de plantas**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 2. Adecuación de tachos para fertirriego**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 3. Peso de estiércol con tamo de arroz**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 4. Peso de tierra de sembrado**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 5.** Instalación de tubo Conduit para la estructura del túnel



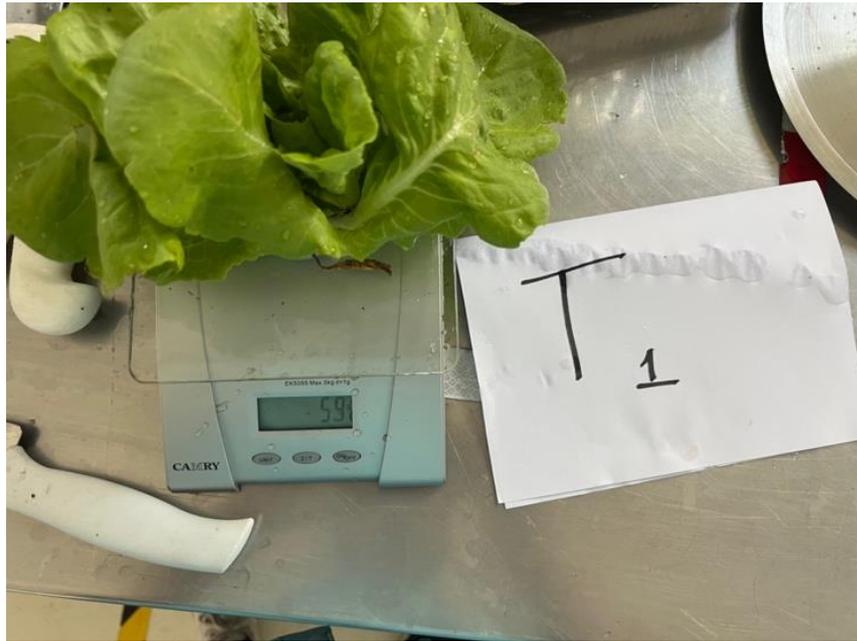
**Fuente:** El Autor

**Anexo 6.** Llenado de canteros con el tamo de arroz, ceniza, estiércol y tierra de sembrado



**Fuente:** El Autor

**Anexo 7. Peso de materia fresca aire**



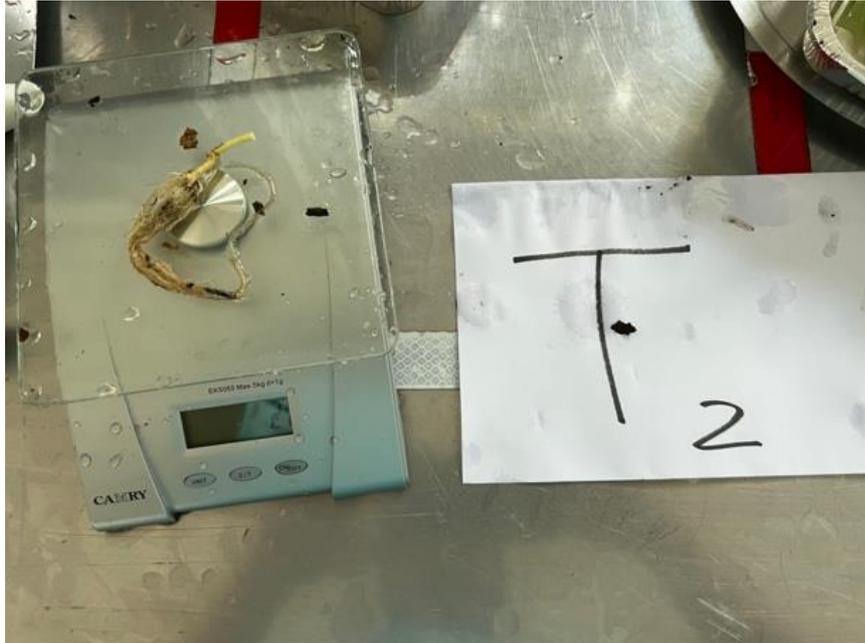
**Fuente:** El Autor

**Anexo 8. Recolección de muestras**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 9. Peso de materia fresca raíz**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 10. Deshidratación de las muestras**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 11. Muestras frescas**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 12. Medición de pH de la solución de fertirriego**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 13.** Instalación de plástico de invernadero



**Fuente:** El Autor

**Anexo 14.** Transplante de bandeja de germinación a cantero



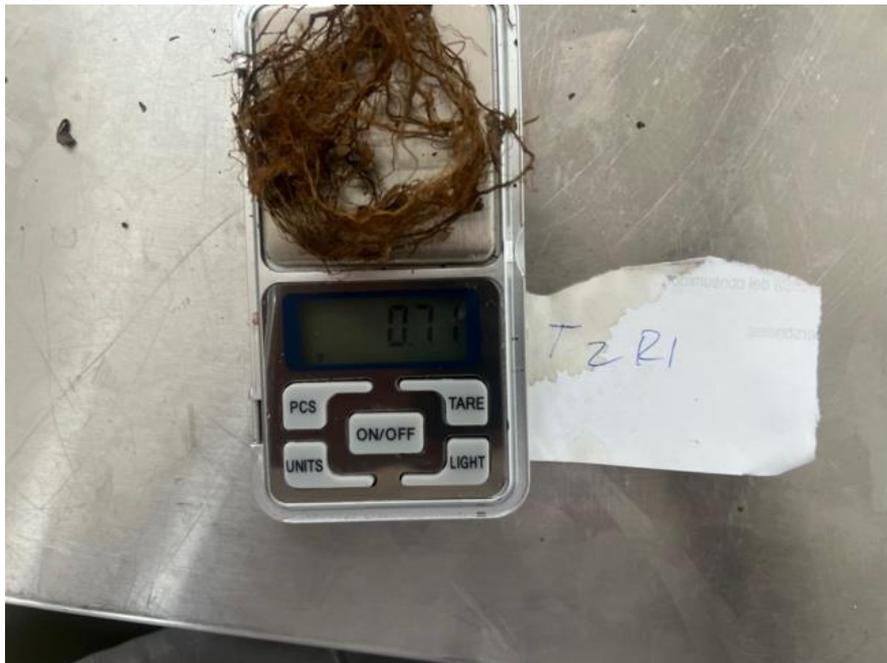
**Fuente:** El Autor

**Anexo 15. Cerrado de canteros**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 16. Peso de raíz seca**



**Fuente:** El Autor

**Anexo 17. Peso de materia seca aire**



**Fuente:** El Autor



**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, **Gómez Jalil, Ricardo Antonio**, con C.C: # **0924992662** autor del **Trabajo de Titulación: Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** 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 titulación 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 titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de febrero de 2023

---

Nombre: **Gómez Jalil, Ricardo Antonio**  
C.C: **0924992662**



**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Determinación del efecto de tres soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) bajo el sistema de microtúnel en huertos urbanos en la ciudad de Guayaquil		
<b>AUTOR(ES)</b>	Gómez Jalil, Ricardo Antonio		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Triana Tomalá, Ángel Antonio		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Agropecuaria		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Agropecuario		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	13 de febrero de 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	42
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Nutrición vegetal, Soluciones Nutritivas, Microtúnel		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	lechuga, nitratos, rendimiento, concentración, tratamientos.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración óptima de nutrientes en la fertilización para obtener el mayor rendimiento en el cultivo de lechuga, <i>Lactuca sativa</i> en un sistema de cultivo de micro túnel en huertos urbano en guayaquil, Este ensayo estuvo ubicado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. En el experimento se utilizaron tres soluciones nutritivas donde se proporcionaron los nutrientes requeridos por el cultivo. Dentro de los tres tratamientos tenemos T0 denominado control, con una concentración de nutrientes de 100%, T1 con una concentración de 75% y T2 con una concentración de 50%. Para el análisis de los resultados se utilizaron herramientas de estadística descriptiva y se estudiaron las variables: peso fresco raíz, peso fresco parte aérea, peso fresco total, peso seco raíz, peso seco parte aérea y peso seco total dentro de los tres tratamientos con cuatro repeticiones por cada uno. Como resultados se obtuvo que el T1 fue significativamente más efectivo que los tratamientos T0 y T2, estos últimos guardando poca diferencia de los resultados entre sí.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-998136127	E-mail: rgomezjalil@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre: Ing. Noelia Caicedo Coello M. Sc.</b>		
	<b>Teléfono:</b> +593-987361675		
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			