



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TEMA:**

Evaluación del lixiviado del humus de lombriz en la producción  
de la lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L).

**AUTOR:**

María Inmaculada Álvarez Molina

**TUTOR:**

Ing. Hernán Zurita Vásquez

**CEVALLOS, 2024**

Evaluación del lixiviado del humus de lombriz en la producción de la  
lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L).

REVISADO POR:




ING. HERNÁN ZURITA

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha



08/02/2024

ING. PATRICIO NÚÑEZ PHD.

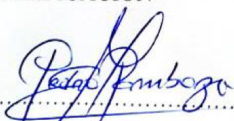
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



08/02/2024

MG. GIOVANNY VELÁSTEGUI

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN



08/02/2024

DR. PEDRO POMBOZA, PHD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN



## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, MARÍA INMACULADA ÁLVAREZ MOLINA, con cédula de ciudadanía número: 1550244865, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “**Evaluación del lixiviado del humus de lombriz en la producción de la lechuga de hoja (Lactuca sativa L)**”, es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi absoluta responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



.....  
María Inmaculada Álvarez Molina

C.I. 1550244865

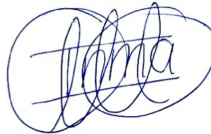
AUTORA

## **DERECHO DE AUTOR**

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado "Evaluación del lixiviado del humus de lombriz en la producción de la lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L)", como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

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

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



.....  
**MARÍA INMACULADA ÁLVAREZ MOLINA**

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>9</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	9
1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	11
1.3 OBJETIVOS .....	12
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>13</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
2.1 MATERIALES .....	13
2.2 MÉTODOS .....	14
Clima.....	14
<b>Suelo</b> .....	<b>14</b>
Preparación del terreno .....	18
Siembra .....	18
Variedad de lechuga.....	18
Trasplante.....	18
Análisis de los contenidos de NPK del lixiviado de lombriz.....	18
Aplicación de los tratamientos .....	19
Riegos.....	19
Control de plagas y enfermedades .....	19
Fertilización.....	19
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>21</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>21</b>
3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	21
3.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	23
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>24</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>24</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	24
4.2 RECOMENDACIONES .....	24
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>25</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>28</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	15
Tabla 2.....	15
Tabla 3. Datos obtenidos del ADEVA del Peso de planta.....	36
Tabla 4. Datos de la variable peso de planta.....	36
Tabla 5. Datos obtenidos de ADEVA del Numero de hojas.....	36
Tabla 6. Datos de la variable número de hojas.....	37
Tabla 7. Datos del ADEVA de diámetro de cobertura.....	37
Tabla 8. Datos de la variable diámetro de cobertura.....	37
Tabla 9. Datos del ADEVA de volumen radicular.....	38
Tabla 10. Datos de la variable volumen radicular.....	38
Tabla 11. Datos del ADEVA de longitud de la raíz.....	38
Tabla 12. Datos de la variable longitud de la raíz.....	39

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. _____	16
Ilustración 2. _____	17

## RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto se realizó en los predios del señor José Luis Álvarez en Tena, provincia de Napo, con la finalidad de evaluar la eficiencia del lixiviado del humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L), aplicando los tratamientos de lixiviado del humus de lombriz en el cultivo con tres dosis, dos frecuencias de aplicación, tres repeticiones y un testigo. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con seis tratamientos más un testigo con tres repeticiones. En los resultados de la prueba de medias en cuanto al peso de la planta, longitud de la raíz, número de hojas y diámetro de cobertura no se encontró una diferencia estadística significativa entre los datos obtenidos del análisis de la prueba de Tukey. El volumen radicular fue la única variable que obtuvo una respuesta con diferencia estadística significativa siendo el tratamiento D2F2 el valor destacado con una media de 4,58ml, dándonos a conocer que el lixiviado del humus de lombriz aplicado en una dosis de 350ml/L cada 15 días, proporciona un beneficio para el desarrollo de la raíz provocando que tenga mayor volumen radicular. Cabe destacar que los tratamientos que obtuvieron una diferencia matemática significativa en las distintas variables analizadas fueron las siguientes, en el caso de peso de planta al igual que en número de hojas el tratamiento D3F2 aplicando 450ml/L. En longitud de la raíz el tratamiento D2F1 con una aplicación de 350ml/L y en diámetro radicular el tratamiento D1F2 aplicando 250ml/L.

**Palabras clave:** volumen radicular, lixiviado de lombriz, dosis, frecuencia.

## ABSTRACT (SUMMARY)

This project was carried out on the property of Mr. José Luis Alvarez in Tena, province of Napo, with the purpose of evaluating the efficiency of worm humus leachate in the yield of the leaf lettuce crop (*Lactuca sativa* L), applying the treatments of worm humus leachate in the crop with three doses, two application frequencies, three repetitions and a control. A completely randomized block experimental design was used with six treatments plus a control with three repetitions. In the results of the test of means in terms of plant weight, root length, number of leaves and coverage diameter, no significant statistical difference was found between the data obtained from the analysis of the Tukey test. The root volume was the only variable that obtained a response with a statistically significant difference, with the D2F2 treatment being the outstanding value with an average of 4.58ml, letting us know that the leachate from the worm humus applied at a dose of 350ml/L every 15 days, provides a benefit for root development, causing it to have greater root volume. It should be noted that the treatments that obtained a significant mathematical difference in the different variables analyzed were the following, in the case of plant weight as well as the number of leaves, the D3F2 treatment applying 450ml/L. In root length the D2F1 treatment with an application of 350ml/L and in root diameter the D1F2 treatment applying 250ml/L.

**Keywords:** root volume, worm leachate, dose, frequency

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

El lixiviado del humus de lombriz es un biofertilizante o bioestimulante que, a diferencia del humus sólido, por su contenido de NPK el lixiviado de lombriz es mucho más efectivo en los aspectos de floración y de fructificación, acelerándolos. Al ser un fertilizante completamente orgánico no es perjudicial para el ambiente, las personas y mucho menos para las plantas por lo que es una alternativa totalmente ecológica que además de beneficiar al cultivo en el que se desee aplicar también regenera el suelo, incrementando la cantidad de microorganismos que lo habitan. La forma de aplicación se realiza de manera directa por medio del riego o de manera foliar, es decir aplicarlo sobre las hojas con ayuda de un pulverizador. Previamente debe mezclarse con agua ya que si se lo aplica directamente podría quemar las hojas. La cantidad de agua que se le aplique puede variar según el cultivo, pero es recomendable que sea mayor al 50% es decir que contenga más agua que lixiviado. La frecuencia de aplicación también es variable, como mínimo se recomienda aplicar una vez cada 7 días (Lombritec, 2020).

El proceso por el cual se obtiene el lixiviado de lombriz es sencillo ya que se extrae de la lombricomposta de donde se obtiene el humus sólido, simplemente se debe recolectar todos los líquidos que salen como excedente de la compostera, estos siempre están presentes ya que se debe mantener la compostera con una humedad que oscila entre el 70% y 80%, si la humedad es menor es necesario realizar el riego. La calidad del lixiviado depende del tipo de compost que se le esté agregando a la compostera, de mejor calidad es el que proviene de un compost únicamente vegetal, el compost con estiércol animal es mucho más abundante, pero de menor calidad. Se puede recolectar cada 20 o 30 días, el proceso es bastante sencillo ya que la compostera tiene un sistema de drenaje y se acumula al final del mismo. La cantidad va a variar según el tamaño de la lombricomposta y el contenido de humedad de la misma, mientras menos humedad se mantenga menor será la cantidad de lixiviado

que se va a obtener por lo tanto es importante controlarlo frecuentemente **(Lombricultura Ec, 2022)**.

Algunas de las ventajas de utilizar lixiviado de lombriz para los cultivos son: desintoxica los suelos que han sido contaminado con químicos anteriormente, aumenta la resistencia a plagas y enfermedades en las plantas, gracias a los microorganismos aumenta la producción, debido a su capacidad hídrica ayuda en el ahorro de agua de hasta un 25%, posee un PH neutro, regenera los microorganismos del suelo activando los procesos biológicos de manera natural en el suelo, es un potente enraizante natural, incrementa la concentración de azúcares en las plantas, ayuda en la estructura del suelo, potencia la sanidad vegetal, brinda todos los componentes necesarios para una fertilización completa a los cultivos, incrementa el vigor de las plantas, es repelente de insectos, es completamente ecológico ya que para su realización se utilizan desechos orgánicos, se puede combinar con otro tipo de fertilizantes ya sean químicos u orgánicos y por ultimo tenemos que no genera ningún tipo de olor desagradable en el cultivo al que se le aplica, se puede comparar su olor con el de un bosque **(Lombrimadrid, 2022)**.

La lechuga es un alimento consumido durante todo el año por lo que tiene gran demanda comercial, la duración de su ciclo de cultivo varía, si es de ciclo temprano va de 50 a 60 días y de ciclo tardío va entre los 70 a los 80 días. El clima adecuado para su cultivo es de 15°C a 20°C, en climas cálidos es mayor la producción de tallos, de flores y, por ende, semillas también. En general se adapta a casi todo tipo de suelo, sin embargo, los suelos ideales son bien drenados, sin problemas de encharcamientos, ricos en materia orgánica y fertilizados. Es necesario tener cuidado con los excesos de humedad, en cuanto al abonado se debe tener cuidado de no aplicar demasiado sobre todo aquellos abonos que aportan nitrógeno ya que la pella se abrirá y causará problemas en el enraizado, la cosecha se realiza antes de floración, a los 60 -70 días después de haberla sembrado, dependiendo de la variedad **(Japon, 2019)**.



## 1.2 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Pantoja en el año 2023 realizó una investigación en la Universidad Nacional de Ucayali con el propósito de determinar el efecto de cuatro diferentes dosis de lixiviado de lombriz en el crecimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*, L) en sistemas hidropónicos, concluyó que mientras mayor es la cantidad de lixiviado de lombriz en la solución nutritiva, en este caso 12L, se obtuvo mejores resultados en los datos evaluados como es la altura de planta, diámetro de la cabeza y longitud de la raíz **(Pantoja, 2023)**.

En el proyecto, realizado por Beltrán, 2022 en Milagro, provincia del Guayas, donde se evaluó el efecto de la aplicación del humus de lombriz en dos variedades de lechuga. Los resultados arrojados fueron que las plantas a las cuales se les agregó humus de lombriz manifestaron promedios más altos en comparación del resto, dejando una rentabilidad mayor **(Beltrán, 2022)**.

Se realizó una evaluación del rendimiento del cultivo de fresa (*fragaria*, spp) bajo invernadero con la aplicación de un fertilizante orgánico y un químico, los resultados obtenidos mostraron que ambos son efectivos con sus diferentes pros y contras. El fertilizante químico acelera algunos procesos como la maduración y demás **(Chiqui; Lema, 2010)**.

Actualmente la agricultura orgánica ha alcanzado gran interés, debido a la preocupación por la salud, los productores colombianos el fin de lograr altos rendimientos y reducir los problemas fitosanitarios. Metodológicamente se evaluaron lixiviados agroecológicos del cultivo de lechuga según las variables peso y tamaño de la cabeza. Los resultados arrojados fueron que el tratamiento con microorganismos eficientes tuvo mejores resultados en cuanto a el peso y diámetro de la cabeza de lechuga por lo tanto las condiciones fitosanitarias y de vigorosidad fueron mejores con este tratamiento **(Granada; Millán, 2016)**.

En el tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario como propuesta de un sistema de humedales artificiales en Chile, el caso de estudio fue el relleno sanitario loma los colorados, el mismo que cuenta con una planta de tratamiento de lixiviados con un sistema biológico. Lo que se planteó como objetivo fue que mediante los

humedales artificiales se pudiera depurar el líquido a través de las plantas y el medio granular, evitando que el líquido tenga contacto con la atmosfera. Finalmente se concluyó que el proyecto era inviable económicamente ya que no se consideraron los beneficios sociales que otorgaba el mismo (**Astorga, 2018**).

La investigación que se hizo en Los Amates Izabal donde se evaluó el efecto de la implementación del lixiviado de lombricompost y también de lixiviado de raquis de banano. Se utilizó un diseño de bloques al azar, de cinco tratamientos con tres repeticiones cada una, se evaluó por diez meses, pero los resultados no mostraron grandes intervalos de diferencias entre sí, por lo que no tuvieron significancia (**Arriola, 2019**).

Se realizó un proyecto el cual tenía el fin de comparar métodos para mejorar la fertilidad del suelo y por ende la calidad de las cosechas, la investigación se llevó a cabo en el cultivo de tomate, variedad Liliana y se utilizaron cinco dosis de dos tipos de biofertilizantes y se evaluaron distintos factores como la altura de planta, el grosor del tallo, diámetro, brote de flores, entre otras. Los resultados arrojados mostraron que las dosis altas de lixiviado mixto microbiano es la más apropiada para obtener mejores cosechas y más beneficios a nivel comercial (**Fornaris, 2017**).

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Evaluar el lixiviado del humus de lombriz en la producción de la lechuga de hoja (*Lactuca sativa* L).

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la dosis de lixiviado de lombriz con mayor eficiencia.
- Determinar la frecuencia de aplicación de lixiviados de lombriz en el cultivo de lechuga.
- Cuantificar el rendimiento del cultivo de lechuga

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 MATERIALES**

##### **2.1.1 Insumos**

- Semillas de lechuga
- Lixiviado de lombriz
- Abono (Humus de lombriz)

##### **2.1.2 Equipos**

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Computadora

##### **2.1.3 Material de campo**

- Pala
- Atomizador
- Regla
- Azadón
- Flexómetro
- Cintas de riego
- Rastrillo

##### **2.1.4 Análisis de laboratorio**

- Análisis de NPK en el lixiviado de lombriz.

##### **2.1.5 Material de oficina**

- Rótulos
- Internet

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Ubicación espacial del área de estudio**

La investigación se realizó en la ciudad de Tena, barrio Las Palmas, en la propiedad del señor José Luis Álvarez, la misma que se encuentra a una altura de 539 msnm. Con las siguientes coordenadas, latitud: 0° 58' 57" S y una longitud de: 77° 48' 54" W (**Google Eart, 2023**).

### **2.2.2 Características del lugar**

#### **Clima**

El clima en la ciudad de tena es cálido-húmedo, sus temperaturas generalmente varían de 22°C a 31°C, rara vez baja a menos de 20°C y de igual manera sube a más de 33° C (**Weather Spark, 2022**). Según **Climate Data, 2022** su humedad relativa es 82,62%.

#### **Suelo**

El suelo en Tena es principalmente limoso-arcilloso y con gran contenido de humus (**Cyuso de la tierra, 2015**).

### **2.2.3 Factores de estudio**

#### **- Dosis de lixiviado del humus de lombriz**

250ml/L D1

350ml/L D2

450 ml/L D3

#### **- Frecuencias de aplicación de los tratamientos**

Cada 7 días F1

Cada 15 días F2

## 2.2.4 Tratamientos

**Tabla 1.**

*Tratamientos utilizados en la investigación.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Simbología</b>	<b>Descripción</b>
T1	D1F1	250ml/L - 7 días
T2	D2F2	350ml/L - 15 días
T3	D3F1	450ml/L - 7 días
T4	D1F2	250ml/L - 15 días
T5	D2F1	350ml/L - 7 días
T6	D3F2	450ml/L - 15 días
T7	T	Sin aplicación

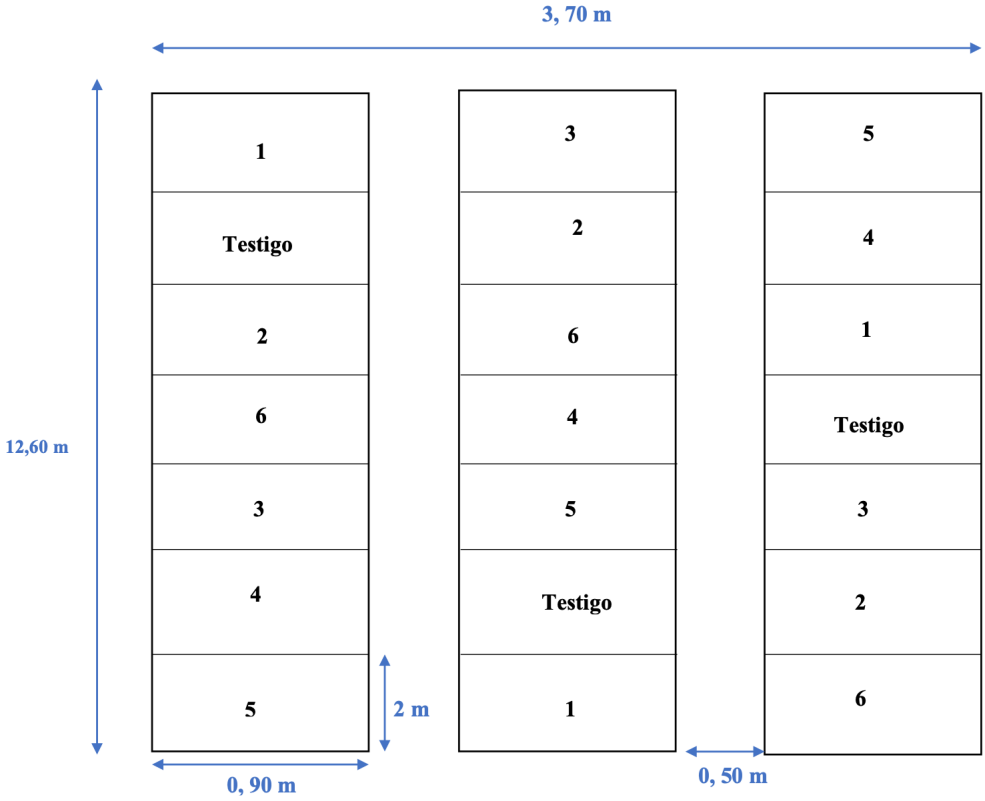
**Tabla 2**

*Características del ensayo*

<b>Diseño de bloques</b>	<b>Dimensión</b>
Área total	46, 62 m <sup>2</sup>
Área total neta	18,90 m <sup>2</sup>
Número de bloques (repeticiones)	3
Número de tratamientos por repetición	7
Distancia entre bloques	0.50m
Distancia entre plantas	0.30m

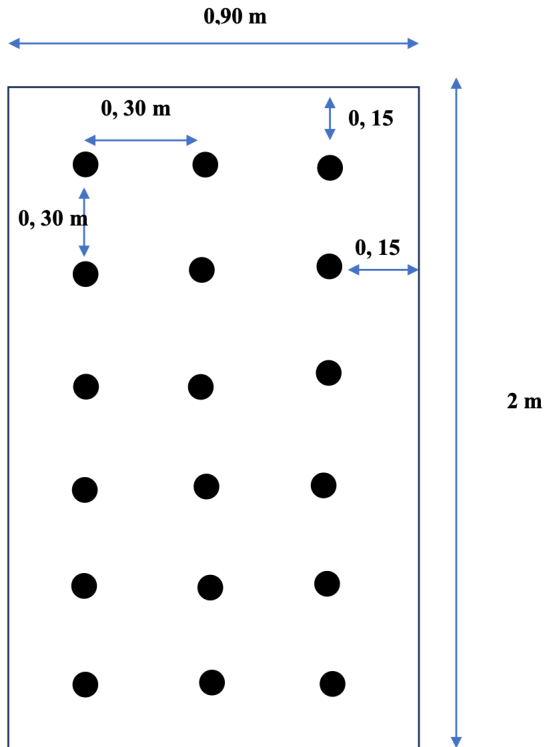
**Ilustración 1.**

*Esquema de distribución de las unidades experimentales*



## Ilustración 2.

*Distribución de unidades experimentales*



### 2.2.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques completamente al azar con arreglo factorial  $3 \times 2 + 1$  con tres repeticiones.

## **2.2.6 Manejo del experimento**

### **Preparación del terreno**

Para la limpieza del terreno y preparación de los bloques se utilizó pala, azadón y rastrillo. Se quitó la maleza, piedra, entre otros. Y se formó las eras como han sido establecidas para la siembra.

### **Siembra**

Las semillas de lechuga se colocaron en bandejas de germinación dentro de la misma cubierta plástica y se dejaron allí hasta su trasplante. El sustrato utilizado para la siembra fue elaborado a base de 20% de humus, 50% de tierra de la zona, 10% de compost y 20% de arena. Se colocó el sustrato en las bandejas y se realizó un pequeño orificio en cada sección para colocar 3 semillas de lechuga de la variedad Regina 500, las cuales fueron compradas en un centro agrícola por lo cual ya estaban previamente desinfectadas. Se realizaron riegos de forma mecánica, una vez al día.

### **Variedad de lechuga**

La variedad de lechuga con la que se trabajó fue Regina 500, la misma que fue elegida por sus características de adaptabilidad en climas cálidos y por tener un ciclo corto de cultivo.

### **Trasplante**

El trasplante se hizo cuando las plántulas tuvieron de dos a tres hojas verdaderas, esto ocurrió a los 32 días. La distancia de plantación fue de 30 cm entre plantas y 30 cm entre hileras. Cada parcela tenía 18 plantas de lechuga de hoja. Y cada bloque tenía 126 plantas, entre los tres bloques había un total de 378 plantas.

### **Análisis de los contenidos de NPK del lixiviado de lombriz.**

Se llevó una muestra del lixiviado de lombriz con el que se trabajó en los tratamientos al laboratorio de análisis agrícola TotalChem, para obtener su análisis químico en cuanto a los contenidos de NPK.



### **Aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos se aplicaron a partir de los siete días del trasplante y se realizaron hasta dos semanas antes de la cosecha, se aplicaron de manera foliar con ayuda de un pulverizador (bomba de fumigar). Para las parcelas a las que se les aplicó con una frecuencia de 7 días, se realizaron tres aplicaciones durante todo el ciclo y para las parcelas con una frecuencia de 15 días, se realizaron dos aplicaciones durante el ciclo.

### **Riegos**

Los riegos fueron tecnificados, se realizaron por el método de goteo. Se colocaron cintas de goteo, con goteros insertados a 30 cm, se pusieron tres cintas de goteo por bloque. En total se pusieron 9 cintas de goteo. La frecuencia de riego fue de una vez al día, por 30min. Con un caudal de 3L/h.

### **Control de plagas y enfermedades**

No se presentaron plagas ni enfermedades durante el tiempo que se mantuvo el monitoreo del cultivo hasta la cosecha del mismo.

### **Fertilización**

La fertilización directa al suelo se realizó con humus de lombriz y fue únicamente al momento de preparar el terreno, ya que el lixiviado de lombriz actuó como fertilizante y se requería evaluarlo.

#### **2.2.7 Variables respuesta**

Las variables evaluadas fueron registradas a la cosecha del ensayo, siendo las siguientes:

- **Peso por planta en Kg:** Se pesaron las cuatro lechugas del área neta de cada tratamiento, de manera individual en una balanza y se tabularon los resultados obtenidos en Kg/planta.

- **Número de hojas:** Se contaron las hojas de manera manual de las cuatro plantas de lechuga del área neta por parcela, esto se realizó al momento de la cosecha.

- **Diámetro de cobertura:** Se midió el ancho de las cuatro plantas del área neta por parcela, con un flexómetro. Se realizó previo a la cosecha.

- **Volumen radicular:** Se tomó la raíz de las cuatro plantas del área neta por parcela y se realizó utilizando el principio de Arquímedes, que consistió en sumergir la raíz dentro de una probeta con agua, posteriormente se midió el volumen de agua que se incrementó en ml. Se hizo al momento de la cosecha.

- **Longitud de la raíz:** Se midió la raíz de las cuatro plantas del área neta por parcela, con la ayuda de un flexómetro, se obtuvo el valor en cm, esto se realizó al momento de la cosecha. La medición se realizó desde la primera inserción de raíz secundaria hasta el extremo inferior de la raíz principal.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 3.1.1 PESO DE PLANTA

Según los datos presentados en el anexo 16, tabla 3 el cual contiene los resultados del análisis de varianza de la variable peso de planta, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo su coeficiente de variación 21,76.

No existió diferencia significativa, probablemente por la presencia del humus sólido de lombriz utilizado como fertilizante en el suelo, el cual aporta cantidades significativas de NPK. En el ensayo realizado por Martínez (2022), se evaluaron distintas dosis de humus de lombriz, los resultados obtenidos mostraron que, a mayor presencia de humus, mayor es el rendimiento del cultivo. Reyes (2013), en su investigación destaca que al utilizar lixiviado de humus de lombriz mezclado con NPK, se puede mejorar el rendimiento del cultivo eficazmente.

##### 3.1.2 NÚMERO DE HOJAS

Como se presenta en el anexo 17, tabla 5, ninguno de los tratamientos arrojó resultados con diferencia significativa en el análisis de varianza de la variable número de hojas, siendo su coeficiente de variación 10,77.

En base a los datos analizados se puede decir que el lixiviado del humus de lombriz no genera un rendimiento de manera exponencial ya que existe una diferencia matemática pero no significativa. Se puede decir que los datos medidos de la influencia del lixiviado del humus de lombriz fueron opacados por la presencia del humus sólido de lombriz en el suelo. Lombritec (2022), menciona que el lixiviado del humus de lombriz básicamente es un té que se realiza a partir del humus sólido de lombriz por lo que el humus sólido contiene más NPK que el lixiviado.

### **3.1.3 DIÁMETRO DE COBERTURA**

Según lo presentado en el Anexo 18, tabla 7, ninguno de los tratamientos obtuvo una diferencia estadística significativa, con un coeficiente de variación de 6,27.

Al analizar los datos obtenidos y conocer que no hay diferencias significativas estadísticamente, ni una gran diferencia matemática se puede suponer que el lixiviado del humus de lombriz se contrarrestó por los beneficios que aportó el humus sólido que contenía el suelo. Vermidiero (2021), comenta que el humus sólido de lombriz aporta nutrientes de forma gradual a los cultivos, consiguiendo efectos significativos según el tiempo de exposición que tenga el cultivo a ese suelo abonado con el mismo.

### **3.1.4 VOLUMEN RADICULAR**

En el anexo 19, tabla 9, se presenta el análisis estadístico para la variable volumen radicular, la cual obtuvo un coeficiente de variación de 12,72. No se observó una diferencia analítica, pero sí una diferencia matemática de 0,39.

En base a los datos analizados anteriormente se observa que el lixiviado del humus de lombriz influye en el volumen radicular por la diferencia matemática que se presenta, pero se puede suponer que no existe una diferencia estadística por la presencia del humus sólido de lombriz en el suelo, debido a que sus contenidos de NPK son más altos que los del lixiviado. Según Lombec (2023), el humus sólido de lombriz contiene 2,31% de nitrógeno, 1,46% de fósforo y 2,37% de potasio.

### **3.1.5 LONGITUD DE LA RAÍZ**

Como se presenta en el Anexo 20, tabla 11, donde se encuentra el análisis estadístico de la variable volumen radicular ningún tratamiento presentó diferencias significativas. El coeficiente de variación obtenido fue 11,37.

Es posible suponer que no se hayan presentaron diferencias significativas ni diferencias matemáticas relevantes debido a que se aplicó humus sólido de lombriz en el suelo como fertilizante, previo a la siembra, lo cual se supone, pudo influir en que todas las plantas se desarrollen significativamente y no sea notable el aporte del lixiviado del humus de lombriz. Según el Colegio de la Frontera Norte (2019), el

humus sólido y el humus líquido de lombriz son eficientes como fertilizante, sin embargo, el humus sólido actúa de manera más eficiente.

### **3.2 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **3.2.1 Hipótesis**

La hipótesis planteada al inicio de este experimento fue (H1: Al menos un tratamiento utilizando lixiviado de lombriz incrementa el rendimiento en el cultivo de lechuga), en base a todos los datos podemos decir que se rechaza la hipótesis planteada ya que solo se obtuvieron diferencias significativas en la variable de volumen radicular el cual no está directamente relacionado con el rendimiento.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

No se pudo determinar la dosis de lixiviado de lombriz con mayor eficiencia debido a que al preparar el suelo se colocó humus sólido de lombriz como fertilizante, al ser más concentrado que el lixiviado del mismo no se pudo visualizar grandes diferencias entre los distintos tratamientos evaluados en las distintas variables.

No se pudo determinar la frecuencia de aplicación del lixiviados del humus lombriz más efectiva en el cultivo de lechuga, por la influencia que causó el humus sólido de lombriz en el suelo.

La cuantificación del rendimiento del cultivo fue medida en cuanto al peso de las plantas del cultivo de lechuga del área total en la que se realizó el experimento.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Investigar el ciclo del cultivo de la variedad que se vaya a utilizar para realizar ensayos similares sin contratiempos, debido a que de esta manera es más sencillo organizar el cronograma de actividades.
- Realizar la siembra a una distancia aproximada de 45cm.
- Utilizar dosis mayores a 450ml/L de lixiviado del humus de lombriz.
- Utilizar frecuencias de aplicación que sean superiores a los 15 días.
- Investigar la aplicación del lixiviado del humus de lombriz sin la adición del humus sólido de lombriz en el suelo al momento de preparar el mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arévalo, G. (2017). Diferentes concentraciones de lixiviado de lombricompost y su efecto en el rendimiento de la *Lactuca sativa* L., Green leaf 550 en Loreto, Perú – 2017. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3115010>
- Arriola, J. (2019). Efecto que produce la implementación de lixiviados orgánicos en el programa de fertilización química, para la aclimatación de meristemos de banano (*mussa spp*), diagnóstico y servicios realizados en finca bananera, los amates, Izabal, Guatemala, c.a. <https://core.ac.uk/reader/211029650>
- Astorga, C. (2018). Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario: Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152920>
- Beltrán, A. (2022). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BELTRAN%20MANTUANO%20ANGEL%20DE%20JESUS.pdf>
- Chiqui, A; Lema, M. (2010). Evaluación del rendimiento en el cultivo de fresa (*fragaria sp*) variedad oso grande, bajo invernadero mediante dos tipos de fertilización (orgánica y química) en la parroquia Octavio Cordero Palacios, Cantón Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4745>
- Climate Data. (2022). Clima tena (ecuador). <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-napo/tena-2977/>
- Cyuso de la tierra. (2015). Memorias técnicas del cantón Tena. [http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria\\_tecnica\\_Coberturas\\_TENA\\_20150601.pdf](http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_TENA_20150601.pdf)
- Fornaris, A. (2017). Influencia de dosis creciente de lixiviado de abonos mixtos microbianos y lixiviado humus de lombriz sobre algunas variables morfo agronómicas en el cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum mill*). <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181321580009.pdf>
- Google Eart. (2023). Coordenadas de Tena. <https://earth.google.com/web/search/Tena/@-0.98261948,->

77.81542374,538.47681189a,172.85737715d,35y,127.71548761h,44.964591  
72t,-  
0r/data=Cm8aRRI\_CiUweDkxZDZhNDQwNDdjZjA0MWQ6MHhmZjFiNT  
A0OTg1ZjJkMzFiGXkVY6qq4e-  
\_IVAaahQSdFPAKgRUZW5hGAEgASImCiQJGiyKZBU8PEAR51J8POEO  
IsAZwtJFyRXLV0AhPgu0yyV6LsA

Granada, C; Millan, Y. (2016). Evaluación del lixiviado agroecológico como acondicionador del suelo en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad crespa verde. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1534>

Japon, J. (2019). La lechuga. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_10.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf)

Lombricultura Ec. (2022). Como Hacer o Producir Lixiviados de Lombriz. <https://www.youtube.com/watch?v=dUIYSLcwzzo>

Lombrimadrid. (2022). Humus líquido de lombriz. Características, beneficios y todo lo que debes saber. <https://lombrimadrid.es/lombricultura/humus-de-lombriz-caracteristicas-beneficios/>

Lombritec. (2020). Diferencias entre lixiviado y humus de lombriz líquido o té de lombriz. <https://lombritec.com/lixiviado-vs-humus-lombriz-liquido/>

Pantoja, Y. (2023). Efecto de cuatro dosis del humus líquido de lombriz en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en sistema hidropónico en Pucallpa. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6630>

Weather Spark. (2022). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Tena. <https://es.weatherspark.com/y/20631/Clima-promedio-en-Tena-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Martínez, F. (2022). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BELTRAN%20MANTUANO%20ANGEL%20DE%20JESUS.pdf>



- Reyes, R. (2013). Comportamiento de Aplicaciones Foliaras de Humus de Lombriz mezclado con NPK en el cultivo del Arroz. <https://research.ebsco.com/c/ra5eop/viewer/pdf/snb6qd5qhf>
- Lombec. (2023). Humus de lombriz Lombec. [https://www.lombec.com/producto-humus-lombriz#:~:text=Nitr%C3%B3geno%20org%C3%A1nico%20\(N\)%3A%20,\(K\)%3A%20%2C37%25](https://www.lombec.com/producto-humus-lombriz#:~:text=Nitr%C3%B3geno%20org%C3%A1nico%20(N)%3A%20,(K)%3A%20%2C37%25)
- Lombritec. (2022). Diferencias entre lixiviado y humus de lombriz líquido o té de lombriz. <https://lombritec.com/lixiviado-vs-humus-lombriz-liquido/>
- Colegio de la Frontera Norte. (2019). Lixiviado como parte del Lombricomposta. <https://www.colef.mx/ecoparque/wp-content/uploads/2022/03/Taller-del-lixiviado-2.docx.pdf>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Imagen de las plántulas de lechuga previo a su trasplante.



**Anexo 2.** Imagen de las plántulas post trasplante.



**Anexo 3.** Rotulado de las eras según los tratamientos y bloques correspondientes.



**Anexo 4.** Imagen de una lechuga 5 días después de la aplicación del tratamiento.





**Anexo 5.** Lechugas en la segunda aplicación de los tratamientos.



**Anexo 6.** Tercera aplicación de los tratamientos.



**Anexo 7.** Imagen de las lechugas días antes de la cosecha.



**Anexo 8.** Imagen de una parcela posterior a la cosecha



**Anexo 9.** Imagen de la toma de datos, medición de la raíz.

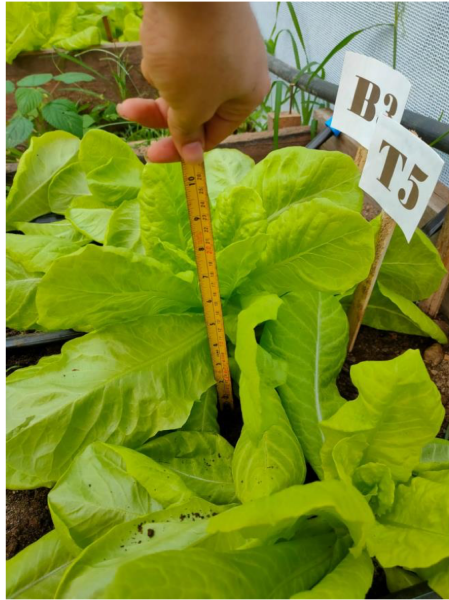


**Anexo 10.** Pesado de una lechuga.





**Anexo 11.** Imagen de la medición de la altura de planta



**Anexo 12.** Imagen del conteo de hojas de una lechuga.



**Anexo 13.** Imagen de la medición del ancho de una planta de lechuga



**Anexo 14.** Imagen de la medición del volumen de la raíz con el principio de Arquímedes.





**Anexo 15.** Resultado del análisis de laboratorio realizado al lixiviado de lombriz para conocer sus contenidos de NPK.



**DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: María Alvarez

Dirección: Tena

Teléfono:

Provincia: Napo Cantón:

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: Lixiviado de humus de  
Fecha de ensayo: del 21 de diciembre al 30 de diciembre

Fecha de toma de muestra: 20/11/2023  
Dirección de la muestra: Tena

Fecha de recepción: 21/12/2023  
ID. Lab: 1002023

Cultivo anterior: Cultivo actual:

Observaciones: Muestra tomada por el cliente y recibida en el laboratorio

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parámetros	Resultado	Unidad
	N TOTAL Kjeldahl	0,21	%
	P Olsen mod.	9,0	ppm
	K Ac.Am	0,14	%



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

**Anexo 16.** Datos obtenidos en Infostat de peso de planta y tabla de datos tomados en campo.

**Tabla 3.** Datos obtenidos del ADEVA del Peso de planta.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de planta	21	0,30	0,00	21,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,3E-03	8	5,4E-04	0,65	0,7230
Bloques	2,0E-04	2	9,9E-05	0,12	0,8890
Tratamientos	4,1E-03	6	6,9E-04	0,83	0,5692
Error	0,01	12	8,3E-04		
Total	0,01	20			

**Tabla 4.** Datos de la variable peso de planta.

Variable respuesta de peso de planta						
Tratamiento	IR	IIR	IIIR	TOTAL	MEDIA	
T1	0,097	0,135	0,152	0,384	0,128	
T2	0,153	0,154	0,128	0,435	0,145	
T3	0,123	0,119	0,124	0,366	0,122	
T4	0,064	0,133	0,155	0,352	0,117	
T5	0,152	0,121	0,147	0,420	0,140	
T6	0,152	0,179	0,139	0,470	0,157	
Testigo	0,156	0,095	0,102	0,353	0,118	

**Anexo 17.** Datos obtenidos en Infostat de número de hojas y tabla de datos tomados en campo.

**Tabla 5.** Datos obtenidos de ADEVA del Número de hojas.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de hojas	21	0,50	0,17	10,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	129,80	8	16,22	1,53	0,2448
Bloques	2,86	2	1,43	0,13	0,8751
Tratamientos	126,93	6	21,16	1,99	0,1457
Error	127,39	12	10,62		
Total	257,18	20			

**Tabla 6. Datos de la variable número de hojas.**

Variable respuesta de número de hojas					
Tratamiento	IR	IIR	IIIR	TOTAL	MEDIA
T1	28,5	28,75	33,5	90,75	30,25
T2	32,5	31,5	31,5	95,5	31,83
T3	29,25	27,75	27,75	84,75	28,25
T4	23,75	29,5	29,5	82,75	27,58
T5	31,25	28,25	28,25	87,75	29,25
T6	32,75	36,75	36,75	106,25	35,42
Testigo	36,25	25,75	25,75	87,75	29,25

**Anexo 18.** Datos obtenidos en el Infostat de diámetro de cobertura y tomados en el campo.

**Tabla 7.** Datos del ADEVA de diámetro de cobertura.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro	21	0,42	0,03	6,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60,88	8	7,61	1,08	0,4379
Bloques	45,07	2	22,54	3,19	0,0774
Tratamientos	15,81	6	2,63	0,37	0,8824
Error	84,77	12	7,06		
Total	145,65	20			

**Tabla 8. Datos de la variable diámetro de cobertura.**

Variable respuesta de diámetro de cobertura					
Tratamiento	IR	IIR	IIIR	TOTAL	MEDIA
T1	40,08	40,88	47,55	128,51	42,84
T2	41,4	42,45	45,13	128,98	42,99
T3	42,1	41,48	43,73	127,31	42,44
T4	38,6	43,2	49,35	131,15	43,72
T5	40,15	40,15	44,9	125,20	41,73
T6	44,18	43,38	39,63	127,19	42,40
Testigo	41,43	40	40,98	122,41	40,80

**Anexo 19.** Datos obtenidos en Infostat sobre el volumen radicular y datos de campo.

**Tabla 9.** Datos del ADEVA de volumen radicular.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Volumen radicular	21	0,64	0,39	12,74

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,07	8	0,63	2,63	0,0641
Bloques	0,07	2	0,04	0,15	0,8640
Tratamientos	5,00	6	0,83	3,45	0,0322
Error	2,90	12	0,24		
Total	7,97	20			

**Tabla 10.** Datos de la variable volumen radicular.

Variable respuesta de volumen radicular (ml)						
Tratamiento	IR	IIR	IIR	TOTAL	MEDIA	
T1	4,25	3,75	4,25	12,25	4,083	
T2	4,75	5	4	13,75	4,583	
T3	3,25	3,75	3,25	10,25	3,417	
T4	2,5	3,5	4	10	3,333	
T5	4	3,5	4,5	12	4,000	
T6	4,25	4,5	4,25	13	4,333	
Testigo	3,5	3,5	2,74	9,74	3,247	

**Anexo 20.** Datos obtenidos del Infostat de la variable longitud de la raíz y tabla de datos obtenidos en el campo.

**Tabla 11.** Datos del ADEVA de longitud de la raíz

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de la raíz	21	0,18	0,00	11,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,51	8	0,44	0,32	0,9435
Bloques	1,97	2	0,99	0,72	0,5084
Tratamientos	1,54	6	0,26	0,19	0,9750
Error	16,52	12	1,38		
Total	20,04	20			

**Tabla 12.** Datos de la variable longitud de la raíz.

Variable respuesta de longitud de la raíz (cm)					
Tratamiento	IR	IIR	IIIR	TOTAL	MEDIA
T1	9,25	9,75	11	30	10
T2	11,25	9,5	10,5	31,25	10,42
T3	10	11,05	9,78	30,83	10,28
T4	9,75	11,42	10,25	31,42	10,47
T5	9,25	9,75	13,5	32,5	10,83
T6	9,75	11,05	9,93	30,73	10,24
Testigo	10	10,75	9,23	29,98	9,99