



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AGROFORESTAL**

**“EVALUACIÓN DE HUMUS CON HARINA DE ROCAS  
COMPUESTAS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum*) EN EL HUERTO DEL CENTRO  
ECOLÓGICO LA LOMBRIZ FELIZ - SJL”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA AGROFORESTAL**

Presentado por:

**Carmen Sevastiana Lino Molina (0000-0001-9137-4689)**

Asesor:

**Héctor Domingo Velásquez Alcántara (0000-0001-8181-4142)**

Lima – Perú

2023





**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**

**AGROFORESTAL**

**“EVALUACIÓN DE HUMUS CON HARINA DE ROCAS  
COMPUESTAS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA  
(*Ocimum basilicum*) EN EL HUERTO DEL CENTRO  
ECOLÓGICO LA LOMBRIZ FELIZ - SJL”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA AGROFORESTAL**

Presentado por:

Carmen Sevastiana Lino Molina (0000-0001-9137-4689)

Asesor:

Héctor Domingo Velásquez Alcántara (0000-0001-8181-4142)

Lima – Perú

2023

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 03 de julio de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Integrante: Dr. Brenton Mark Ladd
Integrante: Dra. Gladys Liliana Lino Villanueva

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: EVALUACIÓN DE HUMUS CON HARINA DE ROCAS COMPUESTAS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN EL HUERTO DEL CENTRO ECOLÓGICO LA LOMBRIZ FELIZ - SJL

Presentada por la estudiante:

- Carmen Sevastiana Lino Molina

Para optar el Título Profesional de Ing. Agroforestal

Asesorada por: Ing. Héctor Domingo Velásquez Alcántara

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Integrante 1: Carmen Sevastiana Lino Molina			Nota (escrito): catorce
Aprobado ( X )	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Luis Paul Quirós Rossi  
Presidente del jurado



Dr. Brenton Mark Ladd  
Miembro del jurado



Dra. Gladys Liliana Lino Villanueva  
Miembro del jurado



Ing. Héctor Domingo Velásquez Alcántara  
Asesor

**ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR**

**DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Lima, 17 de Julio del 2023

Señor,  
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación  
Universidad Científica del Sur  
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Carmen Sevastiana Lino Molina, Bachiller de la carrera de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor Héctor Velásquez Alcántara, declaramos que este informe final de tesis titulado: "EVALUACIÓN DE HUMUS CON HARINA DE ROCAS COMPUESTAS, PARA LA PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN EL HUERTO DEL CENTRO ECOLÓGICO LA LOMBRIZ FELIZ-SJL". Sustentado para obtener el título de Ingeniera Agroforestal, es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mí (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos<sup>2</sup>, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Firma tesista  
DNI: 74215633



Firma del asesor de tesis  
DNI: 06208423

<sup>1</sup> En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

<sup>2</sup> Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Evaluación de humus con harina de rocas compuestas, para la producción de albahaca (*Ocimum basilicum*) en el huerto del Centro ecológico la lombriz feliz - SJL

**Autores.** Carmen Sevastiana Lino Molina.

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2133427654).

**Resultado de la evaluación.** 6%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

**Comentarios sobre la revisión.** Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

### Evaluación de humus

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1%
2	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	<1%
5	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://ebin.pub">ebin.pub</a> Fuente de Internet	<1%



**DEDICATORIA**

Esta tesis va dedicado a mi madre Elida Molina Céspedes y a mi padre que me guía desde el cielo, Eduardo Lino Minaya. A ustedes quienes me han dado la dicha de poder disfrutar de la vida y con ella encaminarme a ser una profesional hoy en día, que aporta y aportará sus conocimientos para generar grandes cambios en su país y en el futuro del ambiente.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios padre todo poderoso que me brinda la salud y las fuerzas necesarias que me ayudan a prosperar día a día.

A mi madre Elida, mi hermano Benjamín y mis hermanas: María, Carla y Nicol. Ustedes son el motivo y la razón de mi superación como profesional. Gracias por todo ese cariño, consejos y llamadas de atención que me hacen crecer como persona y profesional, les aseguro que este es uno de los primeros logros que vienen por delante.

A mi hermana Luzmila, quien gracias a ella y junto con ella inicie esta linda experiencia de vida universitaria y compartiendo anécdotas, los cuales quedarán sellados en nuestra memoria y de la familia Lino Molina.

A mis compañeras de trabajo del Centro ecológico La Lombriz Feliz; Mary, Trini, Gladis y Andrea quienes me brindaron los materiales, el espacio, sus conocimientos y apoyo moral constante para elaborar este proyecto.

A mi asesor de tesis Héctor Velásquez, por orientarme en el transcurso del desarrollo de esta tesis con sus consejos y revisión de mis escritos a lo largo de del desarrollo de este manuscrito tan importante.

A mis amigos y en especial a Vivian y María, quien ha estado apoyándome moralmente en todo este proceso de realización del manuscrito. A mis compañeros de la universidad quienes han sido motivo de superación en esta etapa de la vida universitaria.

**INDICE GENERAL:**

DEDICATORIA.....II

AGRADECIMIENTO.....III

INDICE GENERAL.....IV

INDICE DE FIGURAS.....VIII

INDICE DE TABLAS.....IV

INDICE DE CUADROS.....X

RESUMEN.....XI

ABSTRACT.....XII

**INDICE DE CONTENIDO:**

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 1

2 MARCO TEÓRICO..... 2

2.1 Humus: ..... 2

2.2 Lombricultura:..... 3

2.3 Características taxonómicas de la lombriz:..... 3

2.4 Características morfológicas de la lombriz: ..... 4

2.5 Abono: ..... 5

2.6 Tipos de abonos: ..... 5

2.7 Harina de rocas: ..... 6

2.8	Harina de rocas como enmienda para una producción orgánica y convencional ....	6
2.9	Costo de la harina de rocas compuestas.....	7
2.10	Albahaca ( <i>Ocimum basilicum</i> ) var. Genovesa.....	8
2.10.1	Taxonomía:.....	8
2.10.2	Características botánicas:.....	8
2.10.3	Siembra: .....	9
2.10.4	Cosecha: .....	9
2.10.5	Principales plagas y enfermedades:.....	9
2.10.6	Valor comercial: .....	10
3	OBJETIVOS: .....	10
3.1	Objetivo general:.....	10
3.2	Objetivos específicos:.....	10
3.3	Hipótesis de investigación:.....	10
3.4	Variable dependiente:.....	11
3.5	Variable independiente:.....	11
4	METODOLOGÍA:.....	11
4.1	Materiales: .....	12
4.2	Insumos: .....	12
4.3	Localización: .....	13
4.4	Elaboración del humus de lombriz:.....	13

4.5 Tratamientos: .....	14
4.6 Análisis químico de humus de lombriz:.....	15
4.7 Producción de la albahaca: .....	16
4.8 Diseño experimental para el desarrollo de la albahaca.....	17
4.9 Riego: 17	
4.10 Manejo de plagas: .....	18
4.11 Parámetros de crecimiento:.....	18
4.12 Análisis estadísticos de las plantas de albahaca: .....	18
5 RESULTADOS: .....	20
5.1 Resultados de la primera fase del experimento. ....	20
5.1.1 Análisis químico de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenidos..	20
5.1.2 Análisis químico de los macronutrientes de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenidos.....	20
5.1.3 Análisis químico de los micronutrientes de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenido. ....	21
5.2 Resultados de la segunda fase del experimento. ....	22
5.2.1 Efecto de los factores intrasujetos.....	22
5.2.2 Efecto del tratamiento en el tamaño de la hoja en las variables dependientes.....	23
5.2.3 Efecto del tratamiento en el tamaño de la raíz .....	24
5.2.4 Efecto del tratamiento en el número de ramas.....	25
	XI

5.2.5	Efecto del tratamiento en el peso foliar .....	26
5.2.6	Efecto del tratamiento en tamaño foliar, número de botones florales, peso de la raíz y crecimiento total .....	27
5.2.7	Efecto de un factor entresujeto y un factor intrasujeto .....	29
6	DISCUSIONES: .....	32
6.1	Influencia del contenido de características fisicoquímicas de la incorporación de harina de rocas en el resultado final de humus. ....	32
6.1.1	Comportamiento del pH y la CE .....	32
6.1.2	Comportamiento de Materia Orgánica (MO) y humedad del humus .....	33
6.2	Influencia de minerales en la producción de humus .....	33
6.3	Influencia de harina de rocas en la producción de la albahaca .....	33
7	CONCLUSIONES: .....	34
8	RECOMENDACIONES: .....	34
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	35
10	ABREVIATURAS: .....	40
11	ANEXOS: .....	40
INDICE DE FIGURAS:		
Figura 1.	Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo .....	7
Figura 2.	Descripción gráfica cómo se tomaron las muestras de humus de lombriz .	16
Figura 3.	Gráfica de intervalos de confianza al 95% del tamaño de la raíz de albahaca según diferentes dosis de Hrc. ....	25
		XII

Figura 4. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del número de ramas de albahaca según diferentes dosis de Hrc. .... 25

Figura 5. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del peso foliar de albahaca según diferentes dosis de Hrc..... 26

Figura 6. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del tamaño foliar de albahaca según diferentes dosis de Hrc ..... 27

Figura 7. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del número de botones florales de albahaca según diferentes dosis de Hrc ..... 28

Figura 8. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del peso de la raíz de albahaca según diferentes dosis de Hrc. .... 28

Figura 9. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del crecimiento total de albahaca según diferentes dosis de Hrc ..... 29

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Análisis de los humus en el Laboratorio de Fertilizantes..... 20

Tabla 2. Análisis de macronutrientes de humus de lombriz..... 21

Tabla 3. Análisis de micronutrientes de humus de lombriz ..... 21

Tabla 4. MANOVA de un factor entresujeto con seis variables dependientes. .... 22

Tabla 5. Evaluación del efecto del tratamiento en cada variable dependiente..... 24

Tabla 6. ANOVA del Crecimiento de la albahaca evaluado en diferentes tratamientos y tiempos. 30

Tabla 7. Promedios de crecimiento de la albahaca según las dosis de Hrc..... 30

Tabla 8. Promedios de crecimiento de la albahaca según periodo de desarrollo..... 31

INDICE DE ANEXOS:

Anexo 1. Supuestos para la aplicación del MANOVA..... 40

Anexo 2. ANOVA de dos vías con tratamientos como factor entresujetos y medidas como factor intrasujeto..... 41

Anexo 3. ANOVA de dos vías con tratamientos como factor intersujetos y medidas como factor intrasujeto..... 42

Anexo 4. Análisis de humus de lombriz final. .... 43

INDICE DE CUADRO:

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en bloques..... 17

**EVALUACIÓN DE HUMUS CON HARINA DE ROCAS COMPUESTAS, PARA LA  
PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum*) EN EL HUERTO DEL CENTRO  
ECOLÓGICO LA LOMBRIZ FELIZ – SJL**

**RESUMEN**

El humus de lombriz cumple un papel importante en dentro de la dinámica del suelo, puesto que mejora de las propiedades físicas, químicas y aporta diversos microorganismos, mejorando así la propiedad biológica y con ello ayuda al buen crecimiento de los cultivos. El objetivo de la investigación consistió en evaluar la incorporación de tres dosis de Harina de Rocas Compuestas (Hrc) en la elaboración de humus de lombriz para luego evaluar su efecto en el desarrollo y crecimiento del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) var. Genovesa. El desarrollo de este experimento se realizó en dos fases; la primera fase consistió en la elaboración de humus de lombriz a base de pre-compost incorporando dosis de 100gr, 150gr y 200gr de Hrc como tratamiento, para luego analizar los macro y micronutrientes en el laboratorio. La segunda fase del experimento se trabajó con el humus final obtenido y se aplicó en, la producción del cultivo de albahaca, evaluando las diferentes características agronómicas, durante un periodo de dos meses. Una vez cosechadas las plantas, se evaluaron los datos de crecimiento mediante el programa Rstudio, para determinar qué tratamiento tuvo un mejor efecto en la albahaca. En donde el tratamiento que tuvo mejor resultado en cuanto al contenido de nutrientes fue en donde se aplicó 150gr Hrc, además de tener un mejor resultado en la variable de peso foliar, importante debido que el valor comercial de este cultivo son las hojas.

Palabras claves: Harina de roca, humus, producción



**EVALUATION OF HUMUS WITH COMPOSITE ROCK FLOUR, FOR THE  
PRODUCTION OF BASIL (*Ocimum basilicum*) IN THE GARDEN OF THE ECOLOGICAL  
CENTER LA LOMBRIZ FELIZ - SJL**

**ABSTRACT**

Worm humus plays an important role in soil dynamics, since it improves the physical and chemical properties and provides various microorganisms, thus improving the biological property and thereby helping the good growth of crops. The objective of the research consisted of evaluating the incorporation of three doses of Composite Rock Flour (Hrc) in the elaboration of earthworm humus to later evaluate its effect on the development and growth of the basil crop (*Ocimum basilicum L.*) var. Genovese. The development of this experiment was carried out in two phases; The first phase consisted of the preparation of worm humus based on pre-compost, incorporating doses of 100gr, 150gr and 200gr of HRC as a treatment, to later analyze the macro and micronutrients in the laboratory. The second phase of the experiment was worked with the final humus obtained and it was applied in the production of the basil crop, evaluating the different agronomic characteristics, during a period of two months. Where the treatment that had the best result in terms of nutrient content was where 150gr Hrc was applied, in addition to having a better result in the variable of leaf weight, important because the commercial value of this crop is the leaves.

**Keywords:** Rock dust, humus, production

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de fertilizantes en la agricultura convencional requiere de un alto uso de insumos químicos que a la larga con su uso desmedido está trayendo consecuencias como la eutrofización, degradación del suelo, contaminación del aire, agua; pérdida de microorganismos, etc. (González, 2019). Esto debido a la presencia de algunas moléculas que difícilmente se descomponen en el paso del tiempo, con llevando a que queden residuos no solo en el suelo, sino también en nuestro organismo.

El uso de estos fertilizantes que en su mayoría son nitrogenados, son productos importados por países como Rusia, Estados Unidos y China (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2022). En donde recientemente en el año 2021 y 2022 debido a la guerra entre Rusia y Ucrania, estos fertilizantes han incrementado desmedidamente sus costos, conllevando a aumentar en un 163.9%, sobre todo en la urea (fertilizante con más demanda en la producción de cultivos) que aumentó su costo en un 263,3% (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2022).

Esta situación afectó al Perú en la adquisición de este producto para la producción de sus cultivos, tanto así que se previó que para el 2023 la producción de alimentos se vería afectada, debido a que impacto de precios internacionales afectaría a la producción local generando un aumento de costos al productor y por ende al consumidor. Y quienes se verían más afectados sería la agricultura familiar, ya que la oferta del fertilizante es limitada (BCRP, 2022), repercutiendo de manera inmediata en los consumidores, al incrementarse los precios de los productos alimenticios, conllevando a una disminución

del consumo de algunos alimentos y la calidad de estos (BCRP, 2022), causando así la inseguridad alimentaria de la población más vulnerable.

Pese a esta situación, muchos de los agricultores siguen haciendo la compra de estos insumos debido a su efecto inmediato en sus cultivos. Esto en muchos casos es debido a que muchos agricultores desconocen de algunas enmiendas que podrían ayudar a incrementar la producción de sus cultivos; además de que ellos tengan el alcance de estas enmiendas cercas a su localidad o terrenos de cultivos y sean accesibles a la compra de estos.

Es ahí en donde entramos nosotros como estudiantes para dar a conocer otras alternativas para los productores. Alternativas como el uso de la harina de rocas compuestas, que ayuden a incorporar nutrientes en el suelo, sea accesible al productor y que sea sostenible con el tiempo.

Por ello en este trabajo haremos uso de diferentes dosis de harina de rocas, para ver qué minerales puede incorporar en la elaboración de humus de lombriz, aprovechando los residuos orgánicos de vivienda, restos de la cosecha y el estiércol de animales. Y finalmente luego lo probarlo en la albahaca para ver cómo actúa en el crecimiento y desarrollo de este cultivo.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Humus:**

El humus es un abono natural, que provienen de la descomposición de restos orgánicos presentes en el suelo de naturaleza coloidal, descompuesto por hongos y bacterias (Bárcenas et al., 2019).

## 2.2 Lombricultura:

La lombricultura es un proceso aeróbico de degradación de la materia orgánica como el estiércol de animales y residuos vegetales. Lo cual en la actualidad están cobrando importancia, debido al menor impacto que estas generan en cuanto a costos y cuidado ambiental, ya que son sostenibles con el tiempo, además ayudan a mejorar las propiedades físicas y previenen la erosión de suelos (Fortis et al., 2009).

La lombricultura es el proceso de degradación de los residuos sólidos que se da gracias al trabajo de las lombrices y microorganismos bajo condiciones aeróbicas, con el que se obtiene un producto final estabilizado llamado humus (Villegas-Cornelio & Laines, 2017). El humus de lombriz es considerado dentro de los diferentes abonos orgánicos, como uno de buena calidad, por sus efectos en las propiedades biológicas del suelo (Masgloiris et al., 2005), ya que ayuda a desintoxicar suelos que han sido contaminados con residuos químicos como la minería, contienen hormonas que ayudan a la germinación de las semillas, estimula el crecimiento de las plantas y actúa como un repelente de patógenos en el suelo (Llamoja, 2014).

Dentro de la lombricultura la variedad de las lombriz usada y mayor conocida es la *Eisenia foetida* o conocida comúnmente como las “lombrices rojas californianas” la cual se usó en el presente trabajo de tesis.

## 2.3 Características taxonómicas de la lombriz:

La clasificación taxonómica es la presentada a continuación:

Reino: Animal

Familia: Lumbricidae

Género: *Eisenia*

Especie: *foetida*

#### **2.4 Características morfológicas de la lombriz:**

Las lombrices son invertebrados que miden de 1 cm de largo y 2 mm de grosor y que pueden llegar a medir hasta más de 1 m y 3 cm de ancho, estas ayudan a mejorar la textura y las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo (Fragoso & Rojo, 2014).

Las lombrices mientras excavan túneles, se alimentan de materia orgánica en descomposición y por ello cumple un papel importante en la formación del humus. Salen a la superficie solo cuando hay mucha humedad o en la noche, para alimentarse o reproducirse. Durante el día salen a la superficie cuando sus túneles se inundan, luego de lluvias torrenciales (Villegas-Cornelio & Laines, 2017). Las lombrices realizan diferentes actividades y dentro de ellas las más importantes son: la fragmentación física de los residuos sólidos, por medio de actividad biológica y la aireación que realizan, cuando se movilizan de un lugar a otro en busca de materia orgánica para su alimentación (Lores et al., 2006). La materia orgánica es una composición heterogénea de residuos orgánicos provenientes de la naturaleza entre ellos se encuentran los restos de plantas y animales en descomposición según Sánchez et al, (2005). Estas actividades permiten la transformación de las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas de los residuos orgánicos (Aira y Domínguez, 2010) y todas estas transformaciones ocurridas (Aira et al., 2002) permiten el proceso de lombricompost, posibilitando el análisis del comportamiento entre *Eisenia foetida* y los diversos microorganismos presentes en esta actividad (Aira et al., 2007).

## 2.5 Abono:

Los abonos son el resultado de la putrefacción o descomposición natural de los residuos de materia orgánica en presencia de microorganismos, que digieren estos materiales benéficos y con ello brindan nutrimento a las plantas (Ramos & Terry, 2014). Los abonos orgánicos incorporan nutrientes en el suelo, ayudan a una buena asimilación de nutrientes en las plantas y con ello contribuyen en la mejora de calidad de producción de un cultivo (Restrepo, 2007).

## 2.6 Tipos de abonos:

Dentro de los abonos orgánicos se encuentran los líquidos como el caso de lixiviados (bioles, té de compost, purines, etc.) y los sólidos, los cuales son diluidos en agua o pueden ser usados de manera directa al suelo o también combinarlos con ella. Grandes áreas cultivables presentan problemas de pérdida de fertilidad de nutrientes en el suelo, esto se debe a causa de que los alimentos cultivados en estas áreas de terreno captan todos los nutrientes que hay en el suelo, para poder crecer y reproducirse; al finalizar esta campaña el suelo queda pobre de nutrientes (Plazas & García, 2014). Para ello lo que se debería restituir los nutrientes perdidos en el suelo, con cantidades adecuadas de materia orgánica. La cantidad de abono aplicar será determinada después de haber realizado un análisis de suelo, con la finalidad de ver cuáles son los nutrientes escasos en mayor cantidad y en menor cantidad (Vázquez & Loli, 2018). Todo este proceso tiene la finalidad de mejorar sus propiedades químicas (pH, CE), físicas (humedad, drenaje, porosidad, etc.) y biológicas (micro y macrofauna benéfica), para con ello seguir teniendo un suelo fértil y de esa manera asegurar una buena producción de los cultivos (Vázquez & Loli, 2018).

## **2.7 Harina de rocas:**

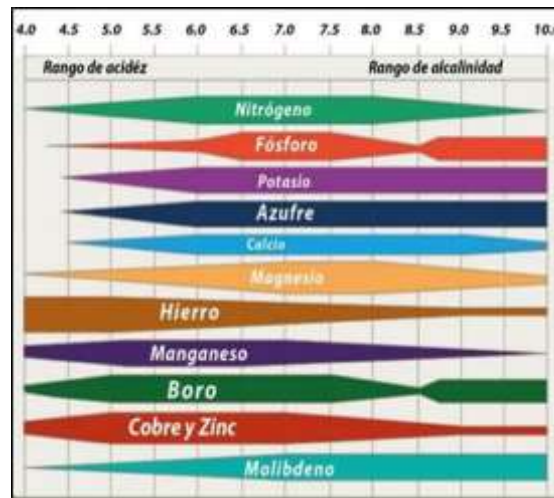
La harina de roca integral es usado como una enmienda orgánica. Estas son preparadas a base de rocas molidas como el granito, basaltos, fosforitas, etc. (Restrepo, 2007). Estos elementos brindan nutrientes como el silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre, cobalto, zinc y fósforo (Restrepo, 2007). Una de las características de la harina de roca es brindar al suelo materia orgánica, además de darle una mayor diversidad de nutrientes a la planta (Herrán et al., 2008). Los cuales son importantes para el desarrollo óptimo de un cultivo.

## **2.8 Harina de rocas como enmienda para una producción orgánica y convencional**

Uso de harina de rocas tanto para la producción orgánica y convencional es importante, debido a que la aplicación de esta enmienda en ambos tipos de agriculturas hará que haya un incremento de minerales y oligoelementos en el suelo, fomentando la actividad microbiana en el suelo, aumentando la calidad nutricional de las plantas, logrando que estas sean resistentes a las plagas, enfermedades y sequías (Riso et al, 2019).

Además, el uso de harina de rocas nos ayuda a mejorar el pH del suelo, siendo esto importante en suelos ácidos como la selva, que permite corregir el pH, debido a la presencia de diferente harina de rocas y estas por ser de naturaleza alcalina ayuda a cambiar un suelo ácido a corregir a un pH neutro o pH que permita la absorción de nutrientes a las plantas. Este cambio es importante en el suelo ya que como se muestra en la Figura N°1, según los rangos de acidez o alcalinidad en el suelo determinan la asimilación de ciertos minerales por las plantas.

Figura 1. Disponibilidad de nutrimentos respecto al pH del suelo



Nota: Fuente INTAGRI 2014.

La figura anterior nos muestra el rango de acidez y alcalinidad del pH del suelo, en donde nos indica que, si tenemos un cultivo en suelos ácidos, este puede presentar problemas en deficiencia de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio. Mientras que, si tenemos un suelo alcalino, el cultivo puede tener deficiencia de manganeso, hierro, zinc; esto debido a que la planta no puede asimilarla (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2014).

## 2.9 Costo de la harina de rocas compuestas

Por otro lado, es importante mencionar que el saco de harina de rocas compuestas de 50kg es de ochenta nuevos soles y su aplicación en un terreno de cultivo es de 300kg de harina de roca por ha, adicionado con otros abonos como el compost, humus o un fertilizante químico y esto permite que sea accesible la compra por parte de los productores, sean tanto en una producción orgánica y producción convencional, ya que el aporte de nutrientes en ambos casos es favorable para una buena producción de cultivos (Industria Agroecológica Tocache [IAT], 2018).



## 2.10 Albahaca (*Ocimum basilicum*) var. Genovesa

La albahaca es una planta aromática, medicinal y herbácea originaria de Asia. Es una planta anual, que es importante dentro de la industria gastronómica e industrial debido a sus propiedades medicinales (Sánchez, 2019).

### 2.10.1 Taxonomía:

Clasificación taxonómica de la albahaca:

Reino: Plantae

División: Magnolophyta

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Tribu: Ocimeae

Género: *Ocimum*

Especie: *Ocimum basilicum* L.

### 2.10.2 Características botánicas:

Hojas: Miden de 2 a 5 cm, son opuestas, lanceoladas y ligeramente dentadas. Las hojas son de color verde intenso, presenta un aroma fuerte y agradable similar al jazmín el cual se obtiene de un ligero frotamiento a la planta (Fernández, 2003).

Tallo: Presentan tallos robustos y con muchas ramas leñosas, pueden medir hasta unos 60 centímetros de altura.

Flores: Presenta flores blancas en forma de espigas dispuestas en la parte superior del tallo.

Fruto: Son de forma ovoides por cuatro tetraquenos. La semilla es dura y presenta una sustancia mucilaginosa que se hincha al entrar en contacto con el agua.

### **2.10.3 Siembra:**

La albahaca se puede sembrar durante todo el año, en condiciones de un clima templado y cálido. Evitando las heladas, ya que la albahaca es una planta aromática que no tolera el frío (Sánchez, 2019).

### **2.10.4 Cosecha:**

Los primeros cortes de albahaca se realizan antes de que la planta inicie la floración, luego estos se juntan en pequeños atados para luego ser almacenados en un ambiente bajo sombra y posteriormente llevados a la venta. Después del primer corte se espera a que vuelvan a crecer las siguientes ramas para continuar nuevamente con el segundo corte (Fernández, 2003).

### **2.10.5 Principales plagas y enfermedades:**

Las principales plagas son la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y los pulgones (*Myzus persicae*).

La principal enfermedad que más ataca a la albahaca es el Mildiu (*Peronospora belbahrii*).

### **2.10.6 Valor comercial:**

La albahaca es una planta utilizada principalmente en la culinaria, cosmética y farmacéutica, es por ello que está cobrando de mayor importancia en el mercado local e internacional.

Para desarrollar este experimento, se tomó como referencia el estudio “El humus de lombriz en la producción de plántulas de *Lycopersicum esculentum* en una comunidad del Estado Cojedes, Venezuela, 2017. “de Liriano et al., (2017).

## **3 OBJETIVOS:**

### **3.1 Objetivo general:**

Evaluar el humus de lombriz con harina de rocas compuestas y su efecto en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum*) en el distrito de San Juan de Lurigancho.

### **3.2 Objetivos específicos:**

Determinar el contenido de nutrientes que puede incorporar la harina de rocas compuestas en diferentes dosis para la producción de humus de lombriz.

Determinar el rendimiento de materia fresca por planta de albahaca a partir de los diferentes tratamientos de humus de lombriz obtenido.

### **3.3 Hipótesis de investigación:**

Hipótesis nula (H<sub>0</sub>). La incorporación de harina de rocas en diferentes dosis no influenciará en el crecimiento y desarrollo del cultivo de albahaca.

Hipótesis alterna (Ha). La incorporación de harina de rocas de diferentes dosis influenciará de manera positiva en el crecimiento y desarrollo del cultivo de albahaca.

### **3.4 Variable dependiente:**

- Altura
- Números de ramas
- Número de botones florales
- Peso de raíz (kg)
- Peso de hojas

### **3.5 Variable independiente:**

- Harina de roca compuesta
- Humus de lombriz

## **4 METODOLOGÍA:**

La metodología de campo se hizo en dos fases: La primera fase en donde se evaluará el contenido de nutrientes que aporta la incorporación de harina de rocas compuestas en la producción de humus y la segunda fase consta en usar este humus para probarlo en la producción del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*).

### **La primera fase del experimento:**

Se elaboró la producción de humus, el cual se desarrolló en los meses de octubre a enero del 2021 y la segunda fase del experimento en donde se evaluó el crecimiento y desarrollo de la albahaca con el humus final obtenido desarrollado en los meses de febrero a abril del 2021.

Primera fase del experimento fue adaptada del trabajo realizado en el Centro ecológico La Lombriz Feliz, durante más de 30 años. En donde ellos elaboran el humus de lombriz a partir de la alimentación de pre-compost a las lombrices rojas californianas.

#### **4.1 Materiales:**

- Balanza digital Electric Balance utilizado en el laboratorio de la Universidad Científica del Sur.
- Cajas de frutas de madera forrados con plástico grueso
- Lapicero Artesco
- Libreta de notas
- Bolsas de vivero 7x12
- Medidor de pH marca Hanna
- Medidor de CE marca Hanna
- Regla Artesco

#### **4.2 Insumos:**

- Harina de rocas compuestas: Este abono fue importado desde el departamento de San Martín a la provincia de Lima, por la empresa Industria Agroecológica Tocache S.A.C. y tuvo un costo de 80.00 soles el saco de 50kg.
- Semillas de albahaca, un sobre de 10 gr: Proporcionados por el vivero de LLF.
- Pre-compost proporcionados por el área de Producción de compost de LLF.

- Un núcleo de lombrices rojas californianas proporcionados por el área de Producción de LLF.
- Cascarilla de arroz una bolsa del 3kg, proporcionados por el área del vivero en LLF.
- Arena de río una bolsa de 5kg, proporcionados por el vivero de LLF:

#### **4.3 Localización:**

El ensayo se realizó en el Centro Ecológico La Lombriz Feliz ubicado en el Departamento de Lima, Provincia de Lima, Distrito de San Juan de Lurigancho (SJL), con las coordenadas Longitud: 076°58'17.36" y Latitud: S11°56'45.38".

El clima del Distrito de San Juan de Lurigancho es desértico templado (El Comercio, 2014) contando así con una temperatura media anual de 20°C y una humedad relativa de 90%. En invierno es cálido de 18°C y en verano es de 30°C. Para el desarrollo del trabajo de investigación que se desarrolló en dos fases, la primera en donde se elaboró la producción de humus fue en los meses de octubre a enero del 2021, en donde la temperatura media fue de 25° C con una humedad relativa de 77%. La segunda fase del experimento en donde se evaluó el crecimiento y desarrollo de la albahaca con el humus final obtenido se desarrolló en los meses de febrero a abril del 2021, la cual contó con una temperatura media anual de 27° C y con una humedad relativa de 60%.

#### **4.4 Elaboración del humus de lombriz:**

La primera fase del experimento inició el 05 de octubre del 2020. En donde se habilitaron 16 cajas de maderas forradas con plástico grueso negro. Se usaron en total 16 cajas con dimensión de 20cm de alto, 30cm de ancho y 40cm de largo.

Dentro de las cajas se colocó el pre-compost, el cual inició con un pH de 7.5 y 5.4 de CE. Este pre-compost sirvió como alimento de las lombrices rojas californianas dentro del periodo de evaluación del experimento. Seguido a ello, se seleccionaron 100 lombrices adultas, para posterior a ello colocar en cada caja de tratamiento y dejarlas adaptar a su nuevo medio por un periodo de 5 días.

#### **4.5 Tratamientos:**

Pasados los 5 días de adaptación de las lombrices rojas californianas en el proceso de aclimatación, se iniciaron los tratamientos con las diferentes dosis de Hrc.

Los tratamientos empleados fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Control se usó 3 kilogramos de pre-compost

Tratamiento 2: 2.800 kilogramos de pre-compost + 200 gr de Hrc

Tratamiento 3: 2.750 kilogramos de pre-compost + 150 gr de Hrc.

Tratamiento 4: 2.900 kilogramos de pre-compost + 100 gr de Hrc.

\*Hrc (Harina de Roca Compuesta)

El día 11 de octubre, observando que las lombrices se aclimataron al nuevo ambiente en donde se llevó a cabo el experimento. Se añadieron las diferentes dosis de Hrc en 2 etapas para evaluar la reacción de las lombrices. Es decir, el día 11 de octubre se añadió solo la mitad de la dosificación siendo así en el tratamiento 2, se añadió 100gr de HRC, en el tratamiento 3 se añadió 75 gr de HRC y en el tratamiento 4 se colocó 50 gr de HRC. Todo esto con la finalidad de evaluar cómo actúan las lombrices los primeros 4 días.

Una vez que se observaron que la HRC no afectó a las lombrices, el 15 de octubre se añadió el restante de HRC para seguir con el experimento y se volvió a tomar medida del pH contando con 7.7 y de 6 de CE. Adicional a la toma de estos valores es importante señalar que los lunes y jueves se regaba el experimento con 100 ml de agua del vivero de LLF (6.7 pH y 6 de CE), con ayuda de una pequeña regadera en forma de lluvia. Este último con la finalidad de mantener nuestras muestras de compost húmedas y esto permita la supervivencia de las lombrices para la obtención final del humus (Acosta et al., 2013).

Pasados los dos meses de iniciado el experimento, el 5 de enero se dio por finalizado el experimento. Para ello se procedió a separar las lombrices del humus final con ayuda de un tamiz.

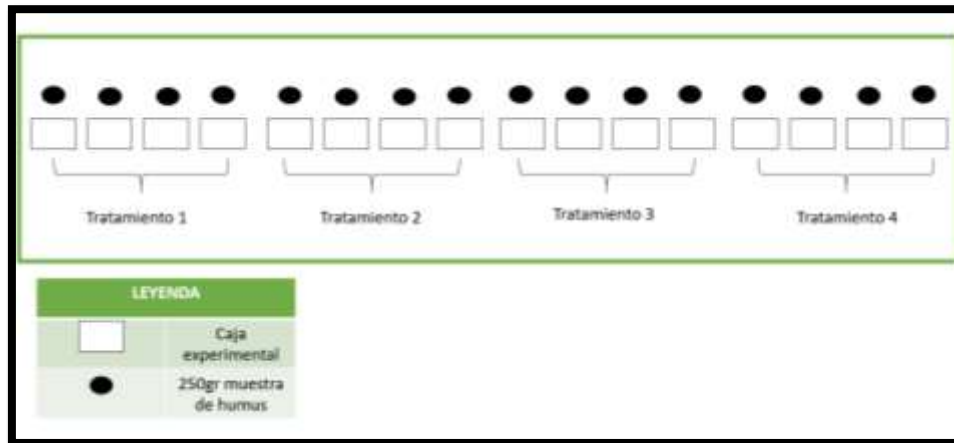
#### **4.6 Análisis químico de humus de lombriz:**

La medida del pH se realizó de manera constante con ayuda de un pHímetro. Esto para ver si hay variación de pH dentro del desarrollo del experimento.

Por otro lado, para llevar a analizar nuestras muestras de humus final a laboratorio, se tomó 250gr por cada caja, sacando una muestra total de un 1kg de humus por cada tratamiento para luego mezclarlo de manera uniforme y llevarlas a analizar al Laboratorio: Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. SLab. En donde se analizaron el pH, CE, los macronutrientes obtenidos y los micronutrientes.



**Figura 2. Descripción gráfica cómo se tomaron las muestras de humus de lombriz**



*Nota:* En la Figura N°2 se muestra la forma en la que se obtuvieron 250gr de humus de lombriz por cada tratamiento.

**Segunda fase del experimento:**

**4.7 Producción de la albahaca:**

La verificación de la calidad de humus con harina de rocas compuestas a nivel de nutrientes se probó en el cultivo de la albahaca. Para evaluar la velocidad de germinación de semillas, características de vigor de la planta como altura, conteo de brotes por planta, volumen de raíz, peso húmedo y seco de la raíz.

Una vez obtenido el humus se procedió a probar en el crecimiento y desarrollo de la albahaca. En donde se inició la germinación de semillas de albahaca el 8 de febrero del 2021. Para ello se usó los 10gr de semillas de albahaca y se puso a germinar en bandejas almacigueras de hortalizas, usando como sustrato 50% de humus (con cada tratamiento respectivo) y 50% de musgo.

Pasado un mes de haber germinado la albahaca el 10 de marzo se seleccionaron 16 de los mejores plantines que midan 7cm de altura de manera uniforme para proceder a ponerlas en bolsas de vivero y empezar con sus respectivos tratamientos. Para ello se utilizó trabajó con la siguiente dosificación: 30% de cascarilla de arroz, 20% de arena de río. Este último para ayudar al drenaje del agua y seguidamente 50% de los diferentes humus obtenidos en la primera fase del experimento.

#### 4.8 Diseño experimental para el desarrollo de la albahaca.

**Cuadro 1. Distribución de los tratamientos en bloques.**

Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	T4	T2	T3
T2	T3	T1	T4
T3	T1	T4	T1
T4	T2	T3	T2

Luego de haber realizado el trasplante de los plantines de albahaca en las bolsas de vivero, en donde se realizó la segunda fase experimental del proyecto de tesis, se empezaron a tomar las medidas de crecimiento cada 15 días para evaluar el crecimiento de la albahaca (Anexo 4).

#### 4.9 Riego:

El manejo del riego para este cultivo se realizó con el plan de riego de los cultivos del Centro Ecológico La Lombriz Feliz, el cual cuenta de agua potable con pH de 6.7. Cada

maceta fue regada Inter diariamente, lunes, miércoles y viernes 100ml por bolsa, con ayuda de una pequeña regadera, teniendo en cuenta la capacidad de bolsa de cultivo.

#### **4.10 Manejo de plagas:**

El control de plagas fue establecido mediante un manejo orgánico, para ello se hizo uso de caldo de cenizas, proporcionado el vivero de LLF, y se aplicó 250ml de este caldo para 5 litros de agua con ayuda de un atomizador directamente a las hojas. Esto se aplicó de manera preventiva cada 15 días dentro del desarrollo vegetativo de la albahaca.

#### **4.11 Parámetros de crecimiento:**

Para la evaluación del crecimiento del cultivo de albahaca al finalizar la evaluación de la segunda fase del experimento, el cual culminó el 8 de abril del 2021 y se procedió a llevar todas las plantas de albahaca al Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur para medir los parámetros agronómicos como:

- Altura final de la albahaca (cm)
- Números de ramas
- Número de botones florales
- Peso de raíz fresco (kg)
- Peso fresco de las hojas (gr)

#### **4.12 Análisis estadísticos de las plantas de albahaca:**

Los datos recolectados se importaron en el software estadístico R studio versión 4.2.2, donde se realizaron los siguientes análisis estadístico:

**MANOVA de un factor entresujeto con siete variables dependientes.**

Este análisis se efectuó para el tamaño foliar, tamaño de la raíz, número de ramas, número de botones florales, peso foliar, peso de la raíz, y crecimiento total, puesto que fueron medidos transversalmente. Para este análisis, se utilizó el estadístico de la Traza de Pillai con aproximación F, debido a que los datos no cumplieron el supuesto de homogeneidad de varianzas y normalidad multivariados (Anexo 01). Como los resultados fueron significativos se continuo con el análisis del ANOVA de un factor entresujeto, donde se utilizó la prueba F.

Previo al ANOVA F los datos fueron transformados a logaritmo base 10 porque no cumplieron con al menos uno de los supuestos evaluados en los residuales (normalidad y homogeneidad de varianzas); luego en aquellas variables donde el tratamiento tuvo efecto significativo se efectuaron las comparaciones múltiples de Tukey a un nivel de confianza del 95%. Por último, los valores promedios e intervalos de confianza se presentaron en graficas de intervalos, para lo cual los promedios estimados fueron devuelto a las unidades de medidas propias de cada variable mediante la siguiente expresión:  $10^x$  donde "x" es el valor promedio del logaritmo base 10 de una variable en un tratamiento.

**ANOVA de un factor entresujeto y un factor intrasujeto con una variable dependiente:**

En primer lugar, se calcularon el crecimiento de las plantas de albas medidos en 4 tiempos, M2 corresponde al crecimiento de la planta durante la primera semana del experimento, M3 es el crecimiento de albahaca desde el M2, y M4 es el crecimiento de este desde M3. En estas mediciones longitudinales se efectuó el ANOVA de un factor entresujetos y un factor intrasujeto, para lo cual se utilizó el F. Finalmente, se efectuó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey con una confianza del 95% en aquellos efectos significativos.

## 5 RESULTADOS:

### 5.1 Resultados de la primera fase del experimento.

#### 5.1.1 Análisis químico de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenidos

El análisis del Laboratorio de humus, presentó los siguientes resultados (Anexo 4).

**Tabla 1. Análisis de los humus en el Laboratorio de Fertilizantes**

En la Tabla 1 se muestran las características fisicoquímicas del humus de lombriz, obtenido en base a la incorporación de diferentes dosis de Hrc, en donde se puede observar que a mayor dosis de Hrc, hay un aumento de pH y CE; además el tratamiento que presenta mayor contenido de humedad es el humus y el menor es Hrc-100gr. Así mismo, el tratamiento que tuvo mejor MO es Tratamiento de Hrc-150gr (16.21%) y el menor es el tratamiento con Hrc-100gr (13.69%).

Parámetro	Medición Analítica	Humus	Hrc-100	Hrc-150	Hrc-200
pH	Metodología	8.09	7.94	7.95	8.02
CE mS/cm	Potenciometría	6.18	4.96	5.17	5.75
Humedad %	Gravimetría	42.31	37.57	39.77	40.76
MO %	Vol. Redox	14.73	13.69	16.21	15.63

#### 5.1.2 Análisis químico de los macronutrientes de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenidos.

En la Tabla N°2, se muestra que el tratamiento con Hrc-200 tiene un valor mayor de contenido de N, con respecto a los otros tratamientos. En cuanto al contenido de P y K, el tratamiento con humus presenta un valor mayor, que el resto de los otros tratamientos.

**Tabla 2. Análisis de macronutrientes de humus de lombriz**

Parámetro	Medición Analítica	Humus	Hrc-100	Hrc-150	Hrc-200
N %	Kjeldahl	0.94	0.88	0.90	0.98
P %	UV-VIS	1.06	0.88	0.83	0.83
KO %	Emisión Atómica	0.68	0.48	0.49	0.57

*Nota:* Elaboración propia de acuerdo con los resultados obtenidos por el Laboratorio SLab.

### 5.1.3 Análisis químico de los micronutrientes de las cuatro muestras de humus de lombriz obtenido.

De acuerdo con el resultado del análisis en el laboratorio del contenido de micronutrientes obtenido de los cuatro tratamientos, en la Tabla N°3 se puede apreciar que, el contenido de Calcio, Magnesio, Sodio y Silicio, presentan un dato mayor de este elemento nutricional es el humus, el tratamiento control. Por otro lado, con respecto al contenido de Hierro y Cobre, quien representa un valor mayor de estos nutrientes es el tratamiento de Hrc-200, con respecto al resto de tratamientos. Así también, para los valores de Zinc el mayor valor es el tratamiento con humus y en cuanto al Manganeseo el mejor tratamiento nos muestra que fue el tratamiento con Hrc-200gr.

**Tabla 3. Análisis de micronutrientes de humus de lombriz**

Parámetro	Medición Analítica	Humus	Hrc-100	Hrc-150	Hrc-200
Calcio mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	25698.5	22059.8	20274.0	22861.7
Magnesio mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	4218.0	4089.6	3934.6	4681.2
Sodio mg/Kr (ppm)	Emisión Atómica	1477.6	1170.5	1109.6	1364.2
Silicio mg/Kr (ppm)	UV-Visible	599.4	231.3	347.5	399.0
Hierro mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	7714.9	8096.5	7542.8	9045.9

Cobre mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	25.9	26.9	26.6	31.5
Zinc mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	124.1	105.5	95.2	101.0
Manganeso mg/Kr (ppm)	Absorción Atómica-Llama	178.2	170.4	165.1	191.1
Boro	UV-Visible	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

*Nota:* Elaboración fuente propia de acuerdo con los resultados obtenidos por el

Laboratorio SLab.

## 5.2 Resultados de la segunda fase del experimento.

### 5.2.1 Efecto de los factores intresujetos

MANOVA de un factor entresujeto con siete variables dependientes.

Planteamiento de las hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los tratamientos no tienen efectos significativos en las siete variables dependientes.

H<sub>a</sub>: Al menos un tratamiento tiene efectos significativos en las siete variables dependientes.

Prueba estadística: MANOVA de un factor entresujeto.

Estadístico de prueba: Traza de Pillai con aproximación F.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05 = 5%.

Cálculo del valor p: 0.0001.

Regla de decisión: Si  $0.0001 < 0.05 \rightarrow$  se rechaza H<sub>0</sub> y se acepta H<sub>a</sub>  $\rightarrow$  Error tipo I.

Si  $0.0001 > 0.05 \rightarrow$  no se rechaza H<sub>0</sub>, de aceptarse  $\rightarrow$  Error tipo II.

**Tabla 4.** MANOVA de un factor entresujeto con seis variables dependientes.

Factores	gl	Traza de Pillai	Valor F aproximado	gl numerador / gl denominador	Valor p
Intercepto	1	0.9987	28.51.57	6 / 23	0.0001
Tratamientos	3	1.7145	5.56	18 / 75	0.0001
Residuales	28				

Se realizó una prueba de significancia conjunta del efecto de los tratamientos sobre las variables dependientes (Tamaño foliar, tamaño de la raíz, número de ramas, número de botones florales, peso foliar, peso de la raíz, y crecimiento total), cuyos resultados se muestran en la Tabla 4, donde se observan un resultado significativo para los tratamientos (Valor  $p = 0.0001 < \alpha = 0.05$ ), de modo que, se rechaza  $H_0$  y con una probabilidad de error de tipo I se acepta  $H_a$  de que al menos un tratamiento tienen efectos significativos en las variables dependientes. Ahora bien, para identificar la variable dependiente que es afectado significativamente por el tratamiento se efectuó el ANOVA, y las comparaciones múltiples que se muestran a continuación.

### 5.2.2 Efecto del tratamiento en el tamaño de la hoja en las variables dependientes.

#### Planteamiento de las hipótesis.

$H_0$ : La incorporación de harina de rocas en diferentes dosis no influenciará de manera positiva en las variables dependientes.

$H_a$ : La incorporación de harina de rocas en diferentes dosis influenciará de manera positiva en las variables dependientes.

Prueba estadística: ANOVA de un factor entresujetos.

Estadístico de prueba: F.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ):  $0.05 = 5\%$ .

Cálculo del valor p: 0.1528.

Regla de decisión: Si valor  $p < 0.05 \rightarrow$  se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a \rightarrow$  Error tipo I.

Si valor  $p > 0.05 \rightarrow$  no se rechaza  $H_0$ , de aceptarse  $\rightarrow$  Error tipo II.



**Tabla 5. Evaluación del efecto del tratamiento en cada variable dependiente.**

Variables	ANOVA				CV (%)
	SCT	SCR	Valor p	R <sup>2</sup> (%)	
Tamaño Foliar (cm)	94.40	379.50	0.0968	11.34	5.27
Tamaño de la raíz (cm)	0.0332	0.0937	0.0344	18.27	4.48
Número de ramas	0.0232	0.0342	0.0020	34.03	2.81
*Número de Botones florales	0.2615	1.8567	0.2890	2.95	68.11
**Peso Foliar (gr)	0.2928	0.7896	0.0295	19.24	15.01
Peso de la Raíz (gr)	0.2092	1.0462	0.1580	7.73	16.17
Crecimiento total (cm)	0.0793	0.3205	0.0981	11.24	8.97

\*: La variable no cumple el supuesto de normalidad en los residuales; \*\*: La variable no cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas en los residuales.

SCT: Suma de cuadrados de los tratamientos; SCR: Suma de cuadrado de los residuales;

R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación; CV: Coeficiente de variación.

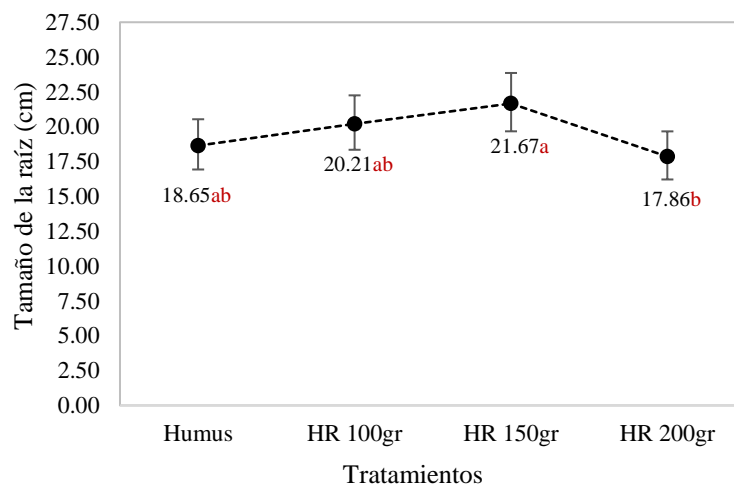
Se efectuó la transformación con logaritmo base 10 a cada variable dependiente, puesto que no cumplieron al menos uno de los supuestos evaluados en los residuales (normalidad y homocedasticidad), luego se realizó el análisis de la varianza F, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5. Se encontró evidencia de un efecto significativo de la adición de harina de rocas compuestas en tres variables dependientes: Tamaño de la raíz ( $p = 0.03$ ), número de ramas ( $p = 0.002$ ) y peso foliar ( $p = 0.029$ ).

### 5.2.3 Efecto del tratamiento en el tamaño de la raíz

Con relación al tamaño de la raíz, aproximadamente el 18.27% de su variabilidad puede ser atribuida al efecto de la inclusión de diferentes dosis de Hrc. Específicamente, el

tratamiento con 150 gramos de Hrc generó un valor promedio de tamaño de raíz significativamente mayor en comparación con el tratamiento de 200 gr Hrc. Tal como se observa en la Figura 3.

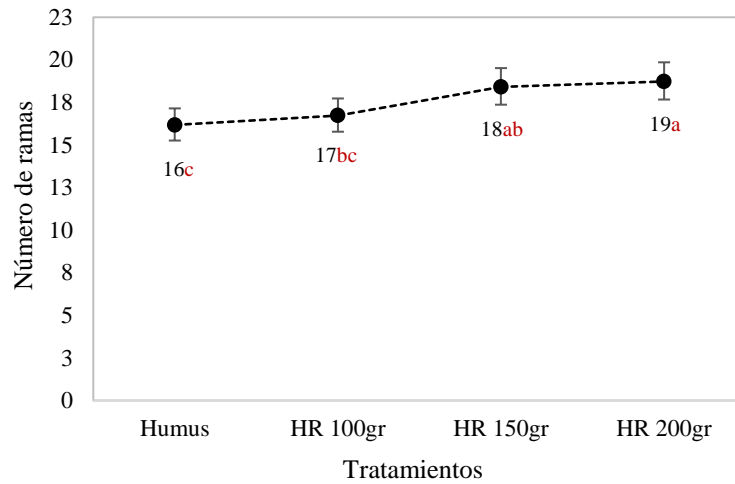
**Figura 3. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del tamaño de la raíz de albahaca según diferentes dosis de Hrc.**



#### 5.2.4 Efecto del tratamiento en el número de ramas

En cuanto al número de ramas, aproximadamente el 34.03% de su variabilidad puede ser atribuida al efecto de la inclusión de diferentes dosis de Hrc. El tratamiento con 200 gr Hrc mostró un valor promedio de número de ramas significativamente mayor en comparación con los tratamientos de 100 gr Hrc y Humus. Tal como se observa en la Figura 4.

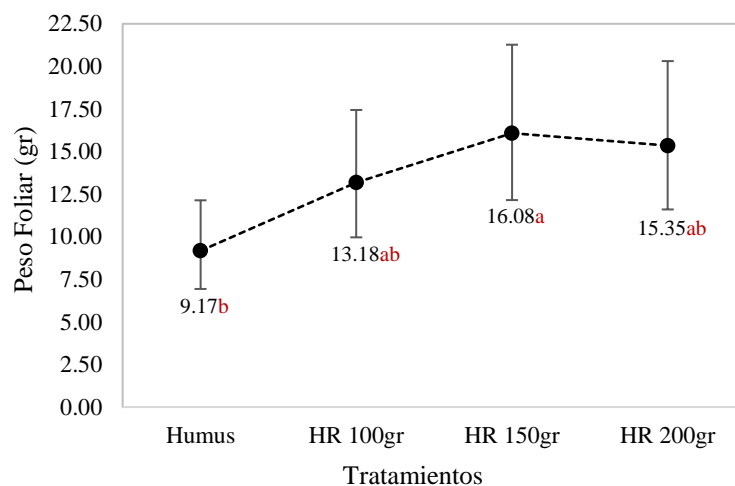
**Figura 4. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del número de ramas de albahaca según diferentes dosis de Hrc.**



### 5.2.5 Efecto del tratamiento en el peso foliar

En lo que concierne a la variable peso foliar, aproximadamente el 18.27% de su variabilidad puede ser explicada por el efecto de la inclusión de diferentes dosis de Hrc. El tratamiento con 150 gr Hrc resultó en un valor promedio de peso foliar significativamente mayor en comparación con el tratamiento de humus. Tal como se observa en la Figura 5.

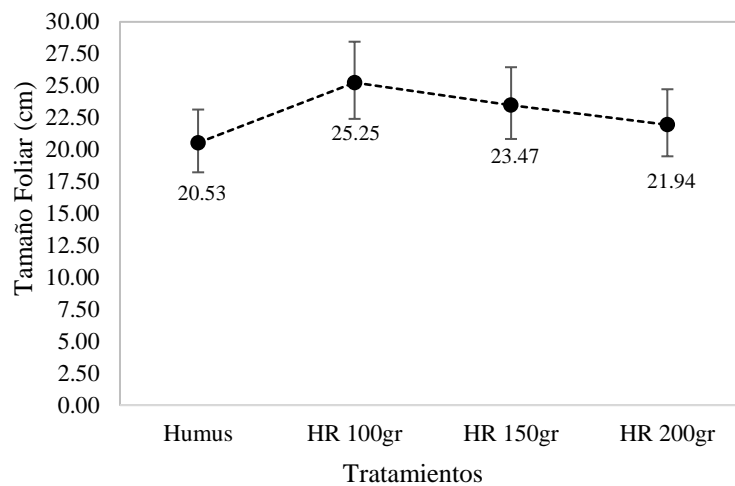
**Figura 5. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del peso foliar de albahaca según diferentes dosis de Hrc**



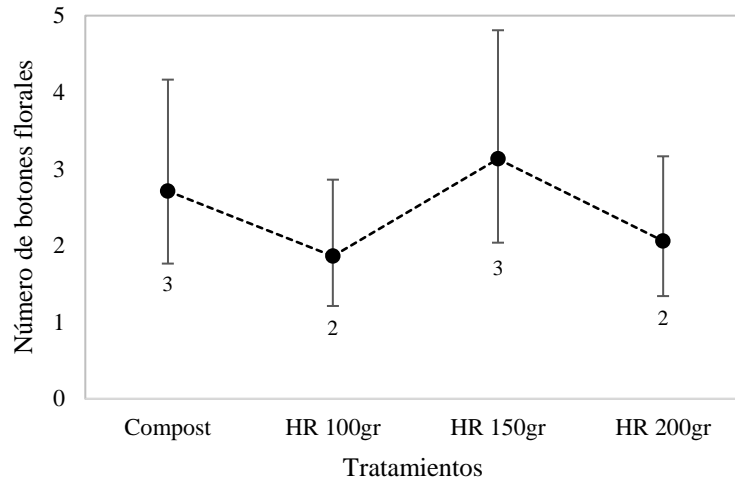
**5.2.6 Efecto del tratamiento en tamaño foliar, número de botones florales, peso de la raíz y crecimiento total**

Por último, en la Tabla 5 se observa que no se logró demostrar de que las diferentes dosis de Harina de rocas evaluadas generan cambios significativos sobre las variables: Tamaño Foliar, número de botones florales, peso de la raíz, crecimiento total; de modo que, las diferencias observadas en las figuras 6, 7, 8, 9 son aleatorias y no por efecto de algún tratamiento.

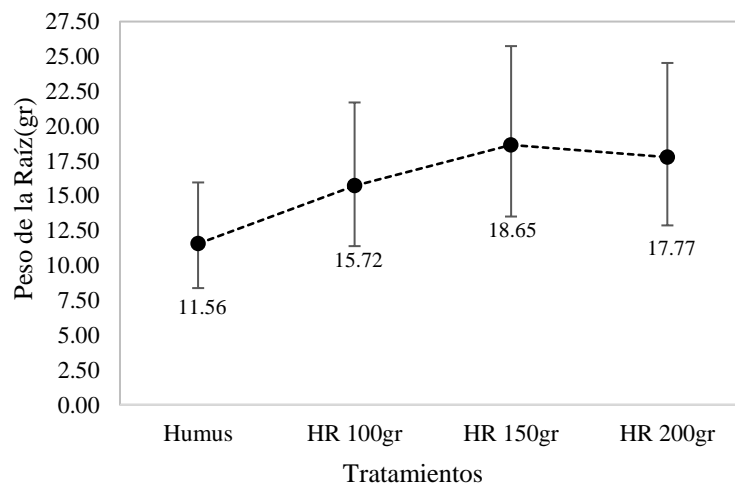
**Figura 6. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del tamaño foliar de albahaca según diferentes dosis de Hrc**



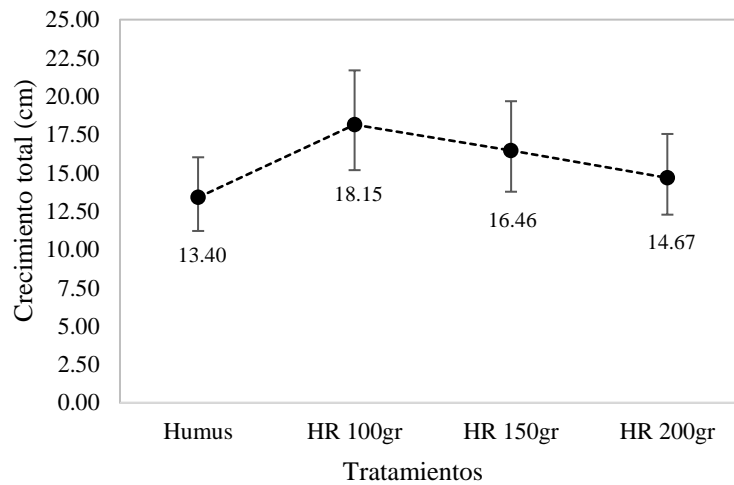
**Figura 7. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del número de botones florales de albahaca según diferentes dosis de Hrc**



**Figura 8. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del peso de la raíz de albahaca según diferentes dosis de Hrc.**



**Figura 9. Gráfica de intervalos de confianza al 95% del crecimiento total de albahaca según diferentes dosis de Hrc**



### 5.2.7 Efecto de un factor entresujeto y un factor intrasujeto

ANOVA de un factor entresujeto y un factor intrasujeto con una variable dependiente.

Planteamiento de las hipótesis:

Ha: El tratamiento tiene efecto significativo en el crecimiento de la albahaca.

Ha: El tiempo de desarrollo tiene efecto significativo en el crecimiento de la albahaca.

Ha: La interacción entre el tiempo de desarrollo y el tratamiento tienen un efecto significativo en el crecimiento de la albahaca.

Prueba estadística: ANOVA F de efectos fijos con un factor entresujetos y un factor intrasujeto.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05 = 5%.

Cálculo del valor p: Ver Tabla 5.

Regla de decisión: si valor p < 0.05 -> se rechaza H0 y se acepta Ha -> Error tipo I.

si valor p > 0.05 -> no se rechaza H0, de aceptarse -> Error tipo II.

**Tabla 6. ANOVA del Crecimiento de la albahaca evaluado en diferentes tratamientos y tiempos.**

Factores	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	31.46	10.49	3.68	0.0152
Tiempo	2	47.52	23.76	8.34	0.0005
Tiempo * Tratamientos	6	24.73	4.12	1.45	0.2066
Residuales	84	239.25	2.85		

Nota. Este modelo cumple con el supuesto de normalidad y homocedasticidad evaluado en los residuales.

Se realizó un análisis de significancia conjunta para evaluar el efecto de los tratamientos, tiempo e interacción en el crecimiento de la planta de albahaca. Los resultados se presentan en la Tabla 6. Se encontró evidencia significativa de un efecto del tiempo (valor  $p = 0.00 < \alpha = 0.05$ ) y tratamientos (valor  $p = 0.015 < \alpha = 0.05$ ). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula para el tiempo, lo que indica que el tiempo de desarrollo influye significativamente en el crecimiento de la albahaca. De manera similar, se rechaza la hipótesis nula para los tratamientos, lo que sugiere que los tratamientos tienen un efecto significativo en el crecimiento de este cultivo. Sin embargo, para un tiempo determinado, no se encontró evidencia de que los tratamientos influyan en el crecimiento de la albahaca (valor  $p = 0.20 < \alpha = 0.05$ ).

**Tabla 7. Promedios de crecimiento de la albahaca según las dosis de Hrc**

Tratamientos	Promedios
Humus	4.58b

Hrc100gr	6.17 <sup>a</sup>
Hrc150gr	5.50 <sup>ab</sup>
Hrc200gr	5.17 <sup>ab</sup>

Nota. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas evaluado con la prueba de Tukey a un  $\alpha = 0.05$

Puesto que al menos un tratamiento afecta al crecimiento total de la albahaca, se efectuó, las comparaciones múltiples de Tukey, cuyos resultados se muestran en la Tabla 7, donde se observa que el tratamiento con 100 gr de Hrc genera mayor crecimiento promedio, en comparación de las plantas que solo recibieron Humus. Así mismo, la variación del crecimiento se afectó cuando se evaluó a diferentes dosis de Harina de roca, como se puede observar en el Anexo 2 (Valor  $p = 0.018 < \alpha = 0.05$ ).

**Tabla 8. Promedios de crecimiento de la albahaca según periodo de desarrollo**

Tratamientos	Promedios
Medición 1	6.25 <sup>a</sup>
Medición 2	5.28 <sup>ab</sup>
Medición 3	4.53 <sup>b</sup>

Nota. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas evaluado con la prueba de Tukey a un  $\alpha = 0.05$

Así mismo, se realizó las comparaciones múltiples de Tukey del crecimiento de la albahaca evaluado en cada medición, cuyos resultados se muestran en la Tabla 8, donde se observa que en la primera semana (M1) el crecimiento de este es superior que en la



tercera semana (M3), y en la segunda semana (M2); no obstante, entre M2 y M3 los crecimientos de la albahaca fueron similares. Así mismo, la variación del crecimiento no se afectó cuando se evaluó entre mediciones, como se puede observar en el Anexo 3 (Valor  $p = 0.164 > \alpha = 0.05$ ).

## **6 DISCUSIONES:**

### **6.1 Influencia del contenido de características fisicoquímicas de la incorporación de harina de rocas en el resultado final de humus.**

#### **6.1.1 Comportamiento del pH y la CE**

De acuerdo con los resultados de pH y CE obtenidos de los cuatro tratamientos mediante un análisis de laboratorio se pudo apreciar que el al incorporar la dosis de HRC-100gr, el contenido de pH y CE disminuyen comparados con el tratamiento control de 8.09 (pH) y 4.96 (CE) a 7.94 (pH) y 6.18 (CE). Lo cual nos indica que la HRC ayuda a mejorar el pH del suelo sobre todo en el tratamiento de HRC-150 disminuye el pH a 7.95 en donde comparados con el tratamiento control que tiene un pH de 8.09, nos permite a que haya un buen desarrollo y crecimiento de los cultivos, ya que la planta puede asimilar mejor los nutrientes o minerales presentes en el suelo; ayudando así, al buen crecimiento y desarrollo de las plantas (Riso et al, 2019).

Por otra parte, con respecto a las otras dosis de Hrc se pudo observar que mientras más dosis de harina de rocas se aplicó, se esperaba que el pH y la CE puedan disminuir más, pero esto sucedió de manera contraria. Los tratamientos de Hrc-150gr y Hrc-200gr el pH aumentaron y esto se debe a que las harinas de rocas por su procedencia son de pH alcalino (Kluepfel & Lippert, 2016).

### **6.1.2 Comportamiento de Materia Orgánica (MO) y humedad del humus**

Dentro del presente experimento se evidenció que la incorporación de harina de rocas ayuda a mejorar la MO, tal como se pudo apreciar en el tratamiento de HRC-150, quien tuvo un mayor porcentaje de MO, comparado con los otros tres tratamientos, lo cual es importante, debido a que esto nos permite almacenar nutrientes en el suelo, favorece la retención de la humedad y penetración de agua y lo más importante es que disminuye la erosión del suelo (Restrepo, 2007).

### **6.2 Influencia de minerales en la producción de humus**

De acuerdo los análisis de macro y micronutrientes proporcionados por el Laboratorio SLab, se puede mostrar que hay un incremento de minerales cuando se incorpora las diferentes dosis de harina de rocas siendo así el tratamiento de Hrc-200gr que presenta mejor contenido de N y K, comparados con el resto de los tratamientos. Por otra parte, en cuanto al contenido de micronutrientes el tratamiento que más muestras valores de Ca, Mg, Na, Si, entre otros, es el tratamiento de Hrc-200gr. Esto se debe según a Herrán et al, (2019) que, al implementar harina de rocas, estamos incorporando diferentes minerales al suelo, en donde mientras mayor variabilidad de rocas presente este abono, mayores nutrientes disponibles habrá; logrando así, una buena producción de diversos cultivos en la agricultura.

### **6.3 Influencia de harina de rocas en la producción de la albahaca**

De acuerdo con los resultados obtenidos con el programa Rstudio, se pudo determinar la aplicación de Hrc con respecto a las características agronómicas como el tamaño foliar, tamaño de raíz y presencia de botones florales, no afecta de manera significativa  $p < 0.05$ , en todos los tratamientos, ya que los resultados suelen ser homogéneos. Por

lo contrario, para las otras características agronómicas como el peso foliar fresco y peso fresco de la raíz afecta de manera significativa  $> 0.05$  en donde el tratamiento que más ha resaltado ha sido el tratamiento de Hrc-200gr comparados con el resto de los tratamientos y el control. Estos resultados se deben a que la incorporación de harina de rocas compuestas ayuda en el crecimiento y desarrollo de este cultivo (González, 2011).

## **7 CONCLUSIONES:**

La incorporación de harina de rocas compuestas en la producción de humus de lombriz a base de pre-compost aporta minerales que incrementan el contenido de macro y micronutrientes, los cuales son favorables para generar una dinámica en el suelo y permite que las raíces puedan asimilar mejor estos nutrientes para así, tener un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, además de ayudar a mejorar el pH, CE y al incremento de MO.

Abonar con harina de roca compuesta en diferentes dosis, influye en los diferentes tratamientos en sus diferentes parámetros de crecimientos, como: Peso foliar, peso radicular, tamaño foliar y de raíz, número de ramas, botones florales y crecimiento. Esto se demuestra sobre todo en el tratamiento de Hrc-150gr en donde para el cultivo de albahaca podemos decir que este tratamiento es mejor a otros, ya que la variable de peso fresco obtuvo un mejor resultado comparado con los otros tratamientos y esto es importante, porque la parte que se aprovecha de este cultivo son las hojas.

## **8 RECOMENDACIONES:**

El uso de harina de rocas dentro de la producción del cultivo de albahaca ha demostrado cambios en sus variables de características agronómicas, por lo que se sugiere seguir evaluando otros posibles estudios del uso de la harina de rocas como una enmienda

natural y poder determinar qué tan efectivo puede llegar a ser, tanto en la agricultura orgánica y convencional, es por ello se recomienda:

- Realizar otras nuevas evaluaciones de elaboración de harina de rocas en la producción de humus de lombriz para determinar el efecto en las lombrices rojas californianas en su reproducción.
- Buscar probar la incorporación de harina de rocas como enmienda orgánica y ver su interacción con otros tipos de abonos como compost, biochart, bioles o uso directo en los cultivos.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Acosta M., Solís O., Villegas O. & Cardoso L. (2013). Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia fetida*. *Redalyc, Volumen (1)*, 127-139.

[http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v37n01\\_127.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v37n01_127.pdf)

Aira, M. & Domínguez, J. (2010). Las lombrices de tierra y los microorganismos: Desentrañando la caja negra del vermicompostaje. *Acta zoológica mexicana, volumen (2)*, 385-395. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v26nspe2/v26nspe2a29.pdf>

Aira, M., Monroy, F. Domínguez J. & Mato S. 2002. How earthworm density affects microbial biomass and activity in pig manure. *European Journal of Soil Biology, Volumen (38)*, 7-10.

Aira, M., F. Monroy & J. Domínguez. 2007. *Eisenia fetida* (Oligochaeta: Lumbricidae) modifies the structure and physiological capabilities of microbial communities improving carbon mineralization during vermicomposting of pig manure. *Microbial Ecology, Volumen (54)*, 662-671. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17323146>

Banco Central de Reserva del Perú. (2022). Sector interno. *Reporte de Inflación diciembre 2022. Panorama Actual y Proyecciones macroeconómicas 2022-2024.* (pp. 31-32). Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2005-6985.  
[https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-](https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2022.pdf)

[Inflacion/2022/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2022.pdf](https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2022.pdf)

Bárcenas, J., Alvarado, A. & Padilla, S. Antología de Ecología PAPIME PE02017.  
[http://www.telematica.ccadet.unam.mx/bionarrativas/libros-electronicos/libros-](http://www.telematica.ccadet.unam.mx/bionarrativas/libros-electronicos/libros-pdf/Humus.pdf)  
[pdf/Humus.pdf](http://www.telematica.ccadet.unam.mx/bionarrativas/libros-electronicos/libros-pdf/Humus.pdf)

Cornejo M., Valladares J. & Hernández A. (2013). Comportamiento de la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) aplicando diferentes dosis de lombriabono en combinación de harina de roca, en el canton San José la Labor, en el Municipio de San Sebastian, Departamento de San Vicente, año 2013 (Tesis doctoral).  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5848/>

El comercio. (2014). Municipalidad distrital de San Juan de Lurigancho.  
<http://cde.3.elcomercio.pe/doc/0/0/9/4/2/942898.pdf>

Fernández, V. (2003). Fichas de cultivos de especies tradicionales.  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8778/1/Fpta-11-p.205-225.pdf>

Fragoso, C. & Rojas, P. (2014). Biodiversidad de Lombrices de Tierra (Annelida: Oligochaeta: Crassiclitellata) En México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Volumen (85), 197–207. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v85sene/v85senea24.pdf>

Fortis, M., Rodriguez, L., Leos, Preciado, J., Orona, P., García, I., García, J. & Orosco, J. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra latinoamericana*, Volumen (27), 329–36.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792009000400007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400007)

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). Repercusiones del conflicto entre la Federación de Rusia en la seguridad alimentaria y asuntos conexos en relación con el mandato de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/3/nj164es/nj164es.pdf>

González G. (2011). Harina de Rocas: Transformando Rocas en Alimentos. <http://www.permacultura.org.mx/es/reporte/harina-de-rocas-transformando-rocas-enalimentos/>

González U. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)

Herrán, J., Sañudo, R., Enrique, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* (4), 57–67. <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol04-01/RXM004000104.pdf>

Industria Agroecológica de Tocache. (2018). Harina de rocas compuestas. <http://industriaagroecologica.pe/nosotros/>

Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2014). Disponibilidad de Nutrimientos y el pH del Suelo. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/disponibilidad-de-nutrimientos-y-el-ph-del-suelo?p=registro>

Kluepfel, M. & Lippert, B. (2016). Cambiando el pH del suelo. Home & Garden Information Center. <https://hgic.clemson.edu/factsheet/cambiando-el-ph-del-suelo/>

Liriano, R., Terán, M., Bárbara, D., Ibáñez, D., & Perez, J. (2017). *Centro agrícola, volumen(44)*, 23-29. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v44n4/cag04417.pdf>

Llamoja, V. (2014). Recuperación de suelo degradado mediante el establecimiento de cuatro especies de papilionaceae en el Sector Supte San Jorge, Tingo María (Tesis de pregrado). <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1078>

Lores, M., Gomez-Brandon, M., Perez-Diaz, D., & Domínguez. J. (2006). Using FAME profiles for the characterization of animal wastes and vermicomposts. *Soil Biology & Biochemistry*. Volumen (38), 2993- 2996. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071706002446>

Masgloiris, M., Rodríguez, H., Gálvez, R., & Rivera, M. (2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L.. *Revista Cubana de Plantas Medicinales, Volumen (10)*, 1028-4796. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1028-47962005000100008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962005000100008&lng=es&nrm=iso)

Ortiz, D., & Ortiz, A. (2018). Belleza extravagante y funcionalidad:Lombrices de tierra. *CONABIO*. <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14213.pdf>

Plazas-Leguizamón, Z. & García-Molano, J. (2014). Los abonos orgánicos y la agremiación campesina: Una respuesta a la agroecología. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Volumen (12), 170–76. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a19.pdf> (2),7045–55. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v66n2/v66n2a06.pdf>

Ramos D. & Terry, A. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas, *Cultivos tropicales*, volumen (35), 52-59. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n4/ctr07414.pdf>

Restrepo, J. (2007). El A, B, C de La Agricultura Orgánica y Harina de Rocas." *Servicio de Información Mesoamericano Sobre Agricultura Sostenible*. [http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/El\\_ABC\\_de\\_la\\_agricultura\\_organica\\_y\\_harina\\_de\\_rocas.pdf](http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/El_ABC_de_la_agricultura_organica_y_harina_de_rocas.pdf)

Riso A., Chavarría H., y Vásquez I. (2019). Efecto de fertilización con harina de roca en parámetros morfológicos del crecimiento de *Moringa oleifera* Lam. <https://repositorio.unan.edu.ni/11279/1/19842.pdf>

Sánchez, A. (2019). Evaluación del rendimiento de albahaca (*Ocimum bacilicum*) var. Genovese de exportación en un sistema agroforestal usando fuentes de abonamiento orgánico (bocashi sólido) en Canta. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1183/TL-Sanchez%20A-Ext.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Sánchez, B., Ruiz, M., & Ríos, M. (2005). Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, estado Aragua. *Agronomía Tropical*, 55(4), 507-534. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2005000400004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2005000400004&lng=es&tlng=es).

Vázquez, J. & Loli, O. (2018). "Compost and vermicompost as amendments in the recovery of a soil degraded by the management of *Gypsophila Paniculata*." *Scientia Agropecuaria*, Volumen (1), 43-52. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v9n1/a05v9n1.pdf>



Villegas-Cornelio, V. & Laines, J. (2017). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Volumen (8), 407. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n2/2007-0934-remexca-8-02-393-en.pdf>

## 10 ABREVIATURAS:

BCRP: Banco Central de Reserva del Perú

CE: Conductividad Eléctrica

CV: Coeficiente de variación

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

Hrc: Harina de rocas compuestas

LLF: La Lombriz Feliz

MO: Materia Orgánica

SJL: San Juan de Lurigancho

SCR: Suma de cuadrado de los residuales

SCT: Suma de cuadrados de los tratamientos

R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación

## 11 ANEXOS:

### Anexo 1. Supuestos para la aplicación del MANOVA

#### *Supuesto de la normalidad multivariante en cada tratamiento*

Tratamientos	N° de variables	Test	Estadístico	Valor p
Compost	6	Royston	8.2951	0.0171
Hrc100gr	6	Royston	21.6789	0.0001

Hrc150gr	6	Royston	7.4767	0.0344
Hrc200gr	6	Royston	11.5556	0.0088

**Interpretación:** La prueba de la normalidad multivariante en cada tratamiento se realizó con la prueba de Royston, y se encontró a un nivel de significancia de 0.05, que las variables dependientes no tienen distribución normal pentavariada (Valor  $p < 0.05$ ). Por lo tanto, no cumple con el supuesto de normalidad multivariante.

*Supuesto de correlación multivariante de las variables dependientes*

Chi-cuadrado	Grados de libertad	Valor p
79.9527	15	0.0000

**Interpretación:** La prueba de correlación multivariante se realizó con la prueba de Esfericidad de Bartlett, y se encontró a un nivel de significancia de 0.05, que las variables dependientes presentan esfericidad (se encuentran correlacionadas) (valor  $p < 0.05$ ). Por lo tanto, cumple con el supuesto de correlación multivariante.

Anexo 2. **ANOVA de dos vías con tratamientos como factor entresujetos y medidas como factor intrasujeto.**

En este modelo se asume que existes un efecto fijo y un efecto aleatorio.

- El efecto fijo lo conforman los tratamientos y las medidas; es decir, cada tratamiento, cada medida, o cada interacción, tienen similar efecto en el crecimiento de las plantas.
- El efecto aleatorio lo conforman cada planta; es decir se cree que cada planta tiene un crecimiento natural que no depende de los tratamientos ni del tiempo.

factores	Grados de libertad		Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor_F	Valor_p
	Numerador	Denominador				
Tratamientos	3	93	0.1395	0.0465	2.6335	0.0545
Medidas	2	94	0.3628	0.1814	10.2726	0.0001
Tratamientos*Medidas	6	90	0.2471	0.0412	2.3322	0.0387
Residuales	82	14				

Anexo 3. **ANOVA de dos vías con tratamientos como factor intersujetos y medidas como factor intrasujeto.**

En este modelo se asume que existes un efecto fijo y un efecto aleatorio.

- El efecto fijo lo conforman los tratamientos; es decir, cada tratamiento, tienen similar efecto en el crecimiento de las plantas.
- El efecto aleatorio lo conforman las mediciones; es decir en cada periodo de desarrollo algunos individuos crecen más o menos que otros independientemente de los tratamientos que reciben.

factores	Grados de libertad		Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Valor_F	Valor_p
	Numerador	Denominador				
Tratamientos	3	93	31.45	10.48	3.57	0.0169
Residuales	90	6	264.70			

**Efectos fijos**

Tratamientos	Promedios
Compost	4.58b
Hrc100gr	6.17a
Hrc150gr	5.50ab
Hrc200gr	5.17ab

Nota. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas evaluado con la prueba de Tukey a un  $\alpha = 0.05$

**Efectos aleatorios**

Mediciones	Variación
Medición 1	0.7852
Medición 2	-0.0639
Medición 3	-0.7213

## Anexo 4. Análisis de humus de lombriz final.



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS  
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

### INFORME DE ENSAYO

IE-050121-02

1. DATOS DEL CLIENTE
  - 1.1 Cliente : Carmen Lino Molina
  - 1.2 RUC/DNI : 74215833
2. FECHAS
  - 2.1 Inicio : 05 de Enero del 2020
  - 2.2 Fin : 12 de Enero del 2020
  - 2.3 Emisión de informe : 12 de Enero del 2020
3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO
  - 3.1 Temperatura : 21.1 °C
  - 3.2 Humedad Relativa : 59.2 %
4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA
  - 4.1 Ensayo solicitado : Ver Punto 6
  - 4.2 Método utilizado : Ver Punto 6
5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: Datos de las muestras analizadas

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-0806	Compost	C= Pre Compost
S-0807	Compost	T1= Pre Compost 200gr HRC
S-0808	Compost	T2= Pre Compost 150gr HRC
S-0809	Compost	T3= Pre Compost 100gr HRC

6. RESULTADOS
  - 6.1. Resultados Obtenidos

Tabla N°1: Resultados de Parámetros generales y Macronutrientes

Parámetro	Metodología Analítica	S-0806	S-0807	S-0808	S-0809
pH, Unid. pH (1:2)	Potenciometría	8.09	8.02	7.95	7.94
Conductividad eléctrica, mS/cm	Electrométrico	6.180	5.750	5.176	4.967
Humedad, %	Gravimetría	42.314	40.765	39.771	37.573
*Materia orgánica, %	Vol. Redox	14.737	15.630	16.214	13.694
*Nitrógeno, (N)%	Kjeldahl	0.944	0.982	0.907	0.885
*Fósforo, (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %	UV-VIS	1.063	0.837	0.830	0.882
*Potasio, (K <sub>2</sub> O) %	Emisión Atómica	0.687	0.572	0.498	0.480

\*Resultados expresados en Base Húmeda

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROGARÓ VERGARAY D'ARRIAZO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1827

Página 1 de 2

Calle 22 Urb. VIPOL NARANJAL Mz E Lt 07, SAN MARTÍN DE PORRES LIMA. - Teléfono (51-1) 721 6212 -  
 www.slabperu.com



## SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

Tabla N°2: Resultados de Metales

Parámetro	Metodología Analítica	S-0806	S-0807	S-0808	S-0809
Calcio, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	25698.532	22861.734	20274.016	22059.899
Magnesio, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	4218.017	4681.222	3934.647	4089.637
Sodio, mg/Kg (ppm)	Emisión Atómica	1477.620	1364.201	1109.621	1170.583
Silicio, mg/Kg (ppm)	UV - Visible	599.460	399.059	347.568	231.353
Hierro, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	7714.971	9045.909	7542.854	8096.523
Cobre, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	25.984	31.587	26.697	26.909
Zinc, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	124.126	101.007	95.236	105.540
Manganeso, mg/Kg (ppm)	Absorción Atómica-Llama	178.260	191.104	165.167	170.410
Boro, mg/Kg (ppm)	UV - Visible	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

\*Todos los resultados están expresados en Base Húmeda

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

\*FIN DEL DOCUMENTO\*



  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337