



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**“EFECTO DEL LOMBRICOMPOST ENRIQUECIDO CON TRES  
FUENTES ADICIONALES SOBRE EL DESARROLLO DE  
LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**AUTORA:** ANDREA JIMENA QUISHPE GONSALEZ

**DIRECTORA:** ING. NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022. Andrea Jimena Quishpe Gonzalez**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ANDREA JIMENA QUISHPE GONSALEZ, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.  
Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

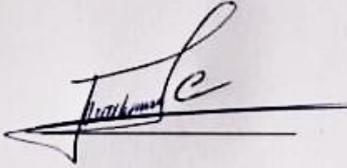
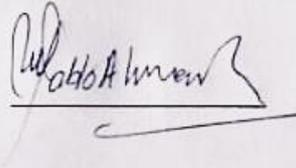
Riobamba, 31 de mayo de 2022



**ANDREA JIMENA QUISHPE GONSALEZ**  
172356359-7

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, Tipo: Proyecto de Investigación: **“EFECTO DEL LOMBRICOMPOST ENRIQUECIDO CON TRES FUENTES ADICIONALES SOBRE EL DESARROLLO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)”** realizado por la señorita **ANDREA JIMENA QUISHPE GONSALEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Victor Alberto Lindao Cordova <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-31
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval <b>DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		2022-05-31
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-05-31

## **DEDICATORIA**

A Dios por otorgarme sabiduría en el transcurso de mi vida estudiantil y guiarme hasta alcanzar este logro tan importante. A mi familia por su entera confianza en todo momento y circunstancia de manera especial a mis tíos, padre, abuelita, primos y hermana, cuyo respaldo ha sido esencial para el cumplimiento de esta meta. A mis maestros que con gran habilidad compartieron sus conocimientos y experiencias formando un profesional apto para servir a la sociedad.

**Andrea**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que me abrió las puertas para desarrollarme como agrónoma con valores éticos.

A la Ing. Norma Erazo que fungió como directora de mi Trabajo de Integración Curricular por su paciencia, apoyo, experiencia y amistad.

Al Ing. Pablo Álvarez quien ejerció como asesor en esta investigación por la experticia, paciencia y buena voluntad.

Por último, a mis amigos y maestros que desempeñaron un papel fundamental en mi desarrollo como profesional.

**Andrea**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1.	Lombricompost.....	4
1.1.1.	<i>Características químicas, físicas y biológicas</i> .....	4
1.2.	Bioabonos enriquecidos con fuentes suplementarias.....	5
1.2.1 .	<i>Ácidos húmicos</i> .....	5
1.2.1.1.	<i>Características y funciones</i> .....	6
1.3.	Microorganismos benéficos .....	6
1.3.1.	<i>Trichoderma harzianum</i> .....	6
1.3.1.1.	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	6
1.3.1.2.	<i>Generalidades</i> .....	6
1.3.1.3.	<i>Características</i> .....	7
1.3.1.4.	<i>Trichoderma como agente de control biológico</i> .....	7
1.3.1.5.	<i>Mecanismos de acción</i> .....	7
1.3.1.6.	<i>Beneficios</i> .....	8
1.4.	<i>Bacillus subtilis</i> .....	9
1.4.1.	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	9
1.4.2.	<i>Generalidades</i> .....	9
1.4.3.	<i>Características</i> .....	9
1.4.4.	<i>Bacillus subtilis como agente de control biológico</i> .....	10
1.4.5.	<i>Mecanismos de acción</i> .....	10
1.4.6.	<i>Beneficios</i> .....	10
1.5.	Cultivo de lechuga .....	10
1.5.1.	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	11
1.5.2.	<i>Descripción botánica</i> .....	11
1.5.3.	<i>Ciclo fenológico</i> .....	11

1.5.4.	<i>Requerimientos edafoclimáticos</i> .....	12
1.5.5.	<i>Requerimientos nutricionales</i> .....	13
1.5.6.	<i>Cultivares</i> .....	13
1.5.7.	<i>Manejo del cultivo</i> .....	14
1.5.8.	<i>Principales plagas y enfermedades</i> .....	14
1.5.8.1.	<i>Plagas</i> .....	15
1.5.8.2.	<i>Enfermedades</i> .....	14

## CAPITULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
2.1.	<b>Características del lugar</b> .....	16
2.1.1.	<i>Localización</i> .....	16
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	16
2.1.3.	<i>Condiciones climáticas dentro del invernadero</i> .....	16
2.1.4.	<i>Clasificación ecológica</i> .....	16
2.2.	<b>Materiales</b> .....	16
2.2.1.	<i>Material experimental</i> .....	16
2.2.2.	<b>Equipos e instrumentos de Laboratorio</b> .....	16
2.2.3.	<i>Reactivos</i> .....	17
2.2.4.	<i>Material biológico</i> .....	17
2.2.5.	<i>Material vegetal</i> .....	17
2.2.6.	<i>Material de campo</i> .....	17
2.2.7.	<i>Material de oficina</i> .....	17
2.3.	<b>Metodología</b> .....	17
2.3.1.	<i>Tipo de investigación</i> .....	17
2.3.2.	<i>Tipo de diseño</i> .....	18
2.3.3.	<i>Factores en estudio</i> .....	18
2.3.4.	<i>Código de tratamiento de estudio</i> .....	18
2.3.5.	<i>Especificaciones de campo experimental</i> .....	19
2.3.6.	<i>Esquema del análisis de varianza (ADEVA)</i> .....	19
2.3.7.	<i>Análisis Funcional</i> .....	19
2.3.8.	<i>Métodos de evaluación y datos registrados</i> .....	20
2.3.8.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i> .....	21
2.3.8.2.	<i>Vigor de la semilla</i> .....	21
2.3.8.3.	<i>Altura de la planta</i> .....	21
2.3.8.4.	<i>Peso Fresco de la planta</i> .....	21

2.3.8.5.	<i>Peso seco de la planta</i> .....	21
2.3.8.6.	<i>Rendimiento</i> .....	21
2.3.8.7.	<i>Análisis económico</i> .....	22
2.3.9.	<b>Manejo del ensayo</b> .....	22
2.3.9.1.	<i>Fase de laboratorio</i> .....	22
2.3.9.2.	<i>Fase de campo</i> .....	24

### CAPITULO III

3.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	27
3.1.	<b>Porcentaje de prendimiento</b> .....	27
3.2.	<b>Vigor de las semillas</b> .....	28
3.3.	<b>Altura de la planta</b> .....	29
3.3.1.	<i>Altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt)</i> .....	29
3.3.2.	<i>Altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt)</i> .....	30
3.3.3.	<i>Altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt)</i> .....	32
3.3.4.	<i>Altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt)</i> .....	33
3.7.	<b>Largo de la raíz</b> .....	36
3.8.	<b>Peso fresco de las plantas</b> .....	38
3.8.1.	<i>Peso fresco – Raíz</i> .....	38
3.8.2.	<i>Peso fresco – Aéreo</i> .....	39
3.8.3.	<i>Peso fresco – Planta completa</i> .....	41
3.9.	<b>Peso seco de las plantas</b> .....	44
3.9.1.	<i>Peso seco – Raíz</i> .....	44
3.9.2.	<i>Peso seco – Aéreo</i> .....	45
3.9.3.	<i>Peso seco – Planta completa</i> .....	47
3.10.	<b>Rendimiento</b> .....	50
3.11.	<b>Análisis económico</b> .....	52
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	56
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	57
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Requerimientos nutricionales en el cultivo de lechuga .....	13
<b>Tabla 2-1:</b>	Cultivares de lechuga .....	14
<b>Tabla 3-1:</b>	Plagas del cultivo de lechuga .....	14
<b>Tabla 4-1:</b>	Enfermedades del cultivo de lechuga .....	14
<b>Tabla 1-2:</b>	Factores en estudio .....	18
<b>Tabla 2-2:</b>	Código de tratamientos en estudio.....	18
<b>Tabla 3-2:</b>	Especificaciones del campo experimental. ....	19
<b>Tabla 4-2:</b>	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	19
<b>Tabla 5-2:</b>	Interpretación del coeficiente de variación.....	20
<b>Tabla 6-2:</b>	Esquema de la prueba de Tukey al 5%.....	20
<b>Tabla 7-2:</b>	Interpretación de la relación beneficio/costo.....	20
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento .....	27
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).....	29
<b>Tabla 3-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).....	30
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).....	31
<b>Tabla 5-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).....	31
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).....	32
<b>Tabla 7-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).....	33
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).....	34
<b>Tabla 9-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).....	34
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz .....	36
<b>Tabla 11-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz.....	37
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz .....	38
<b>Tabla 13-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz .....	39
<b>Tabla 14-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso fresco de la parte aérea de la planta..... .....	40

<b>Tabla 15-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la parte aérea de la planta.....	<b>40</b>
<b>Tabla 16-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso fresco de la planta completa. ....	<b>41</b>
<b>Tabla 17-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta completa. ....	<b>42</b>
<b>Tabla 18-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz de la planta.....	<b>44</b>
<b>Tabla 19-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz. ....	<b>45</b>
<b>Tabla 20-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso seco de la parte aérea de la planta	<b>46</b>
<b>Tabla 21-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la parte aérea de la planta. ....	<b>46</b>
<b>Tabla 22-3:</b>	Análisis de varianza para la variable peso seco de la planta completa.....	<b>47</b>
<b>Tabla 23-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la planta completa.....	<b>48</b>
<b>Tabla 24-3:</b>	Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo.....	<b>50</b>
<b>Tabla 25-3:</b>	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo.....	<b>51</b>
<b>Tabla 26-3:</b>	Análisis económico según Beneficio/Costo. ....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de prendimiento evaluado a los 8 días después del trasplante ddt. ...	<b>27</b>
<b>Gráfico 2-3:</b>	Porcentaje de germinación a los 3 días.....	<b>28</b>
<b>Gráfico 3-3:</b>	Porcentaje de germinación a los 5 días.....	<b>28</b>
<b>Gráfico 4-3:</b>	Porcentaje de germinación vs. Tiempo. ....	<b>29</b>
<b>Gráfico 5-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).....	<b>30</b>
<b>Gráfico 6-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).....	<b>32</b>
<b>Gráfico 7-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).....	<b>33</b>
<b>Gráfico 8-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).....	<b>35</b>
<b>Gráfico 9-3:</b>	Incremento de la altura de la planta (cm).....	<b>36</b>
<b>Gráfico 10-3:</b>	Efecto de los tratamientos en la longitud de la raíz.....	<b>37</b>
<b>Gráfico 11-3:</b>	Incremento de la longitud de la raíz (cm).....	<b>38</b>
<b>Gráfico 12-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la raíz.....	<b>39</b>
<b>Gráfico 13-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea.....	<b>41</b>
<b>Gráfico 14-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso húmedo de la planta completa.....	<b>42</b>
<b>Gráfico 15-3:</b>	Incremento del peso fresco de la raíz (cm).....	<b>43</b>
<b>Gráfico 16-3:</b>	Incremento del peso fresco de la parte aérea de la planta (cm).....	<b>43</b>
<b>Gráfico 17-3:</b>	Incremento del peso fresco de la planta completa (cm).....	<b>44</b>
<b>Gráfico 18-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso seco de la raíz.....	<b>45</b>
<b>Gráfico 19-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso seco de la parte aérea.....	<b>47</b>
<b>Gráfico 20-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el peso seco de la planta completa.....	<b>48</b>
<b>Gráfico 21-3:</b>	Incremento del peso seco de la raíz (cm).....	<b>49</b>
<b>Gráfico 22-3:</b>	Incremento del peso seco de la parte aérea de la planta (cm).....	<b>49</b>
<b>Gráfico 23-3:</b>	Incremento del peso seco de la planta completa (cm).....	<b>50</b>
<b>Gráfico 24-3:</b>	Efecto de los tratamientos en el rendimiento del cultivo.....	<b>51</b>
<b>Gráfico 25-3:</b>	Incremento del rendimiento del cultivo (g/m <sup>2</sup> ).....	<b>52</b>
<b>Gráfico 26-3:</b>	Efecto de los tratamientos en Beneficio/Costo.....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO.
- ANEXO B:** ACTIVACIÓN DE CEPA *Trichoderma harzianum*.
- ANEXO C:** ACTIVACIÓN DE CEPA *Bacillus subtilis*.
- ANEXO D:** TAMIZAJE DE TIERRA + POMINA.
- ANEXO E:** MEZCLA DEL SUSTRATO.
- ANEXO F:** TRASPLANTE.
- ANEXO G:** FUENTES ADICIONALES: *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* Y ÁCIDOS HÚMICOS.
- ANEXO H:** TOMA DE DATOS A LOS 3 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.
- ANEXO I:** TOMA DE DATOS A LOS 18 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.
- ANEXO J:** TOMA DE DATOS A LOS 33 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.
- ANEXO K:** TOMA DE DATOS A LOS 48 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.
- ANEXO L:** COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS + REPETICIONES.
- ANEXO M:** COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CRECIMIENTO RADICULAR + REPETICIONES.
- ANEXO N:** TOMA DE DATOS DEL PESO FRESCO DE LA PLANTA.
- ANEXO O:** MUESTRAS EMPAQUETADAS EN FUNDAS DE PAPEL PARA SU POSTERIOR SECADO EN LA ESTUFA.
- ANEXO P:** MUESTRAS EN LA ESTUFA A 60<sup>o</sup>C POR 72 HORAS.
- ANEXO Q:** TOMA DE DATOS DEL PESO SECO DE LA PLANTA.
- ANEXO R:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T1 LOMBRICOMPOST MÁS *Trichoderma harzianum* DOSIS 1 (5 GRAMOS).
- ANEXO S:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T2 LOMBRICOMPOST MÁS *Trichoderma harzianum* DOSIS 2 (10 GRAMOS).
- ANEXO T:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T3 LOMBRICOMPOST MÁS *Bacillus subtilis* DOSIS 1 (1 MILILITRO).
- ANEXO U:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T4 LOMBRICOMPOST MÁS *Bacillus subtilis* DOSIS 2 (2 MILILITROS).
- ANEXO V:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T5 LOMBRICOMPOST MÁS ÁCIDOS HÚMICOS DOSIS 1 (0,05 GRAMOS).
- ANEXO W:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T6 LOMBRICOMPOST MÁS ÁCIDOS HÚMICOS DOSIS 2 (0,10 GRAMOS).
- ANEXO X:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T7 PLANTAS CONTROL.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del Lombricompost con *Trichoderma Harzianum*, *Bacillus subtilis* y ácidos húmicos sobre el desarrollo de lechuga (*Lactuca Sativa L.*), en el cual los tratamientos evaluados fueron: T1 con el código LCTHD1, T2 con el código LCTHD2, T3 con el código LCBSD1, T4 con el código LCBSD2, T5 con el código LCAHD1, T6 con el código LCAHD2 y T7 el testigo, para ello se empleó un diseño de bloques completos al azar que constó de seis tratamientos y tres repeticiones, con un total de 210 unidades experimentales bajo condiciones de invernadero. Se colocó cada tratamiento con sus repeticiones seleccionando al azar 20 plantas de cada tratamiento para el registro de datos, donde los parámetros evaluados fueron: porcentaje de prendimiento, vigor de la semilla expresado en porcentaje, altura de la planta expresado en centímetros, longitud de la raíz expresado en centímetros, peso fresco de la raíz - aérea - completa expresado en gramos, peso seco de la raíz - aérea - completa expresado en gramos, rendimiento expresado en gramos sobre metro cuadrado y el análisis económico utilizando la relación beneficio/costo. El mejor resultado fue con el tratamiento T3 en la altura, longitud de la raíz, peso fresco - seco de la planta con medias de 15,57 cm; 23,40 cm; 73,38 g y 6,94 g respectivamente. Así mismo en el rendimiento y relación beneficio/costo con medias de 2568,90 g/m<sup>2</sup> y 1,04 dólares respectivamente. Concluyendo que el tratamiento LCBSD1 presentó los mejores resultados en todas las variables. Se recomienda su uso con un adecuado manejo fitosanitario y de fertilización para óptimos resultados.

**Palabras clave:** <LOMBRICOMPOST>, <BACTERIA (*Bacillus subtilis*)>, <HONGO (*Trichoderma harzianum*)>, <ÁCIDOS HÚMICOS>, <LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)>

  
Ing. Cristian Castillo

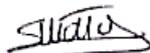


1287-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of Vermicompost with *Trichoderma Harzianum*, *Bacillus subtilis*, and humic acids on the development of lettuce (*Lactuca Sativa L.*), in which the treatments evaluated were T1 with code LCTHD1, T2 with code LCTHD2, T3 with code LCBSD1, T4 with code LCBSD2, T5 with code LCAHD1, T6 with code LCAHD2, and T7 the control. A randomized complete block design consisting of six treatments and three replications was used, with a total of 210 experimental units under greenhouse conditions. Each treatment with its replicates was placed with 20 plants randomly selected from each treatment for data registration, where the parameters evaluated were: apprehension percent, seed vigor expressed in percent, plant height expressed in centimeters, root length expressed in centimeters, root fresh weight - aerial - complete expressed in grams, root dry weight - aerial - complete expressed in grams, yield expressed in grams per square meter and the economic analysis using the benefit/cost ratio. The best result was with the T3 treatment in height, root length, and fresh-dry weight of the plant with means of 15.57 cm; 23.40 cm; 73.38 g, and 6.94 g respectively. The yield and benefit/cost ratio averaged 2568.90 g/m<sup>2</sup> and the US \$ 1.04, respectively. It was concluded that the LCBSD1 treatment showed the best results in all variables. Its use is recommended with adequate phytosanitary and fertilization management for optimum results.

**Keywords:** <VERMICOMPOST>, <BACTERIUM (*Bacillus subtilis*)>, <FUNGI (*Trichoderma harzianum*)>, <HUMIC ACIDS>, <LETTUCE (*Lactuca sativa L.*)>



Silvana Patricia Celleri Quinde

C.C. 0602669830

## INTRODUCCIÓN

### Importancia

En los años setenta entró en escena la revolución verde e introdujo en nuestro país sus pilares que incluye el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), creación de cultivares adaptadas a esos agroquímicos, mecanización del campo, monocultivo, globalización del mercado (transformó el modelo económico de la agricultura). Este sistema provocó el abandono de técnicas tradicionales de cultivo y la dependencia de los agricultores a comprar insumos externos para potenciar la producción (Carrera, 2014, p. 106).

Los agricultores cumplen un papel fundamental en el sector económico ecuatoriano, ya que cultivan productos que tienen como destino la exportación, lo que permite dinamizar la economía. A su vez permiten la disponibilidad de alimentos contribuyendo a la seguridad alimentaria (Graziano & Hounbo, 2019, p. 1).

Los abonos y moléculas de origen orgánico son recomendados para tierras que han sido sujetas a cultivos intensos con el fin de mejorar algunas de sus propiedades físicas, así, por ejemplo; Henríquez & Mora (2003, pp. 4 - 5) manifiestan que el lombricompost es uno de los abonos de origen orgánico que brinda una mayor rentabilidad económica, ya que es uno de los fertilizantes naturales de mayor calidad, que presenta un adecuado balance de nutrientes para las plantas y una alta población microbiana, etc. Los ácidos húmicos son moléculas que estimulan a las plantas y a las actividades de los microorganismos, así mismo ayuda a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Lo que va a desencadenar en un mejor rendimiento del cultivo (JISA, 2022, p. 1).

Los microorganismos benéficos usados en la agricultura preferencialmente son bacterias y hongos que se encargan de crear una relación de simbiosis con la parte radicular de las plantas y conllevan beneficios entre las partes involucradas, así por ejemplo: incrementan la biomasa, mejoran la estructura física de los suelos, permiten un mayor crecimiento radicular, por ende una mayor toma de agua y nutrientes, etc. (Morocho & Leiva, 2019, p. 93 - 103).

La lechuga es considerada como una de las hortalizas de hoja más importante en Ecuador, debido a su alto consumo que puede deberse a que existen diferentes cultivares, su aporte nutricional y así mismo por su fácil acceso, ya que su precio es relativamente bajo. González (2020, p. 1) afirma que la producción de lechuga en año 2018 a escala mundial fue de 27,5 millones de toneladas y Ecuador se posicionó con 7,4 t/ha.

Sin embargo, usualmente no se considera los riesgos que acarrea un mal manejo del cultivo de

lechuga no solo para el medio ambiente, sino también para los agricultores. Se presenta el riesgo de que exista una mayor dependencia del uso de agroquímicos, ya que su uso ha sido masivo e imprescindible para potenciar la producción durante los últimos años, pudiéndose crear una degradación en la calidad de los suelos agrícolas que puede llegar a ser irreversible (Serrano, 2017, p. 1142).

En defecto, el uso de abonos y moléculas de origen orgánico sumado a microorganismos benéficos potencia un alto rendimiento que combinado con una correcta fertilización y manejo fitosanitario contribuye a mantener una agricultura sostenible.

### **Problema**

Falta de estudios sustentados sobre el efecto del lombricompost enriquecido con tres fuentes adicionales sobre el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero.

### **Justificación**

Es evidente que conforme las prácticas agrícolas no sostenibles van en aumento, el suelo está siendo despojado de su salud, donde los cultivos dependen de aportes químicos cada vez mayores, lo que conlleva a afectos negativos.

Frente a la problemática en los cultivos de reducir la dependencia de productos químicos, se ha visto la necesidad de buscar otras alternativas que sean fiables y a la vez sostenibles, tal es el caso del uso de abonos y moléculas orgánicas como el lombricompost, los ácidos húmicos y de microorganismos como bacterias y hongos que presentan gran importancia para potenciar la producción y el rendimiento en los cultivos.

En la presente investigación se pretende determinar el efecto del lombricompost enriquecido con tres fuentes adicionales (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y ácidos húmicos) y conocer los efectos ocasionados por su aplicación en el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivar Starfighter RZ, con la utilización de este abono se busca manejar otras alternativas a la fertilización convencional, disminuyendo la contaminación ocasionada por el uso excesivo de fertilizantes sintéticos.

## **Objetivos**

### **General:**

Determinar el efecto del lombricompost enriquecido con tres fuentes adicionales sobre el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa* L).

### **Específicos:**

- Determinar el efecto del lombricompost enriquecido con *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y Ácidos húmicos sobre el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa* L).
- Determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis Nula**

El lombricompost enriquecido con tres fuentes adicionales no influye en el desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L).

### **Hipótesis Alternativa**

El lombricompost enriquecido con al menos una fuente adicional influye en el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa* L).

## **Operacionalización de variables**

### **Variable Dependiente**

Rendimiento del cultivo.

### **Variable Independiente**

Lombricompost Fuentes adicionales: (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y Ácidos húmicos).

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1 Lombricompost

El lombricompost es un abono orgánico que se da a partir de la transformación de materia orgánica biodegradable por la interacción de lombrices (*Eisenia foetida*) y microorganismos. Es un material parecido a la turba, pues presenta alta porosidad, drenaje, aireación, capacidad de almacenamiento de agua y actividad microbiológica. Es usado para mejorar las características físico - químicas de los suelos degradados, además de otorgar un gran aporte de nutrientes (Méndez, 2017, p.3).

El lombricompost es definido por Rosas de la siguiente manera:

*Es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Presenta una elevada solubilización, pues su composición enzimática y bacteriana proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque, con un pH determinado por la alimentación que se dio a los sujetos* (Navarro & Navarro, 2014, p. 171).

#### 1.1.1 Características químicas, físicas y biológicas

Rosas (2007, p.15) menciona que entre las características más importantes del lombricompost, están:

- Mejora la estructura, ya que es un excelente aglutinador, lo que favorece la presencia de una estructura granular en el suelo, dando soltura a los suelos pesados y compactos y a su vez, ligando los sueltos y arenosos.
- Aumenta la retención de agua y sede hasta cinco veces su volumen en humedad.
- Se incrementa y diversifica la flora microbiana al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH, etc.
- Presenta reguladores de crecimiento vegetal (responsables del incremento en el crecimiento de las plantas y el rendimiento de varios cultivos). Es un abono rico en hormonas vegetales (sustancias producidas por el metabolismo de las bacterias) que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son: ácidos húmicos, auxinas, giberelinas y citocininas.

Legall et al. (2006, p.16-17) afirman que entre algunas características tanto físicas, químicas como biológicas están:

- Mejora la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo, gracias a su poder tampón.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas como: *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Verticillium*.
- Al aumentar la porosidad, por consiguiente, también lo hará la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del terreno.
- Posee un color oscuro que contribuye a la absorción de energía calórica.
- Ayuda en la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez y color.
- Aumenta y facilita la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro, disminuyendo el consumo del agua en los cultivos.
- Presenta un aporte de nutrientes: macro (N, P, K) y micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B, etc.), pero es importante considerar que las cantidades pueden variar dependiendo del sustrato usado en la alimentación de lombrices.

## **1.2 Bioabonos enriquecidos con fuentes suplementarias**

### ***1.2.1 Ácidos húmicos***

Los ácidos húmicos son moléculas que se encuentran en los suelos y son la parte más activa de la materia orgánica del mismo. La humificación es un proceso progresivo que lleva a la formación de ácidos húmicos, ya que éstos se forman por la descomposición de la materia orgánica (Centeno, 2015, p.12-14).

Los ácidos húmicos engloban a los ácidos húmicos y fúlvicos, en diferentes proporciones según su origen y forma de extracción. Su mezcla es conocida como ácidos húmicos o Hummus. La procedencia puede llegar a ser diversa, pero la Leonardita es la más estable, pues su grado de oxidación y los componentes son más uniformes (Centeno, 2015, p.14).

### *1.2.1.1 Características y funciones*

HuminTech (2021, p. 1) afirma que, entre algunas de las características y beneficios de los ácidos húmicos, están:

- Estimulan biológicamente a la planta y a las actividades de los microorganismos, al aportar carbono de rápida descomposición y con ello favorecer la fijación de nitrógeno y la mineralización de la materia orgánica.
- Eleva la capacidad fotosintética, debido a que se eleva la producción de clorofila, carotenos e interviene en la respiración, en otras palabras, aumenta la entrada de oxígeno y salida de CO<sub>2</sub>.
- Mejora la viabilidad de las semillas y presenta un aumento en la germinación.
- Oscurece el suelo, lo que permite una mejor absorción de energía solar.
- Ayuda a mejorar la estructura del suelo, actuando como material adherente entre partículas, lo que permite la formación de agregados, mejorando la circulación de aire y retención de humedad.

Centeno (2015, p.15) menciona que, entre algunos beneficios y características de los ácidos húmicos, están:

- Ayuda a regular el pH del suelo, permitiendo neutralizar los suelos alcalinos y ácidos.
- Capacidad de unir iones, óxidos e hidróxidos metálicos insolubles y liberarlos de manera continua y lenta a las plantas.
- Presenta una alta Capacidad de Intercambio Catiónico.
- Incrementa la capacidad de retener humedad en el suelo, se estima que puede retener agua en una proporción de veinte veces su peso.
- Eleva la conversión de elementos nutritivos, de modo que estén disponibles para las plantas.

## **1.3 Microorganismos benéficos**

### *1.3.1 Trichoderma harzianum*

#### *1.3.1.1 Clasificación taxonómica*

La clasificación taxonómica del hongo *Trichoderma harzianum* es que pertenece al Reino Fungi,

filo Ascomycota, clase Sordariomycetes, orden Hypocreales, familia Hypocreaceae, género *Trichoderma*, especie *harzianum* (Galeas, 2014, pp. 13 - 14).

#### *1.3.1.2 Generalidades*

*Trichoderma harzianum* es considerado como un agente antagonista de hongos fitopatógenos. Ampliamente usado en el sector agrario gracias a que es conocido como biofungicida, biofertilizante y bioestimulante. Se lo puede encontrar ampliamente distribuido en distintos suelos y materiales orgánicos, gracias a su facilidad de adaptarse a diferentes condiciones ambientales. Su colonización se ve favorecida cuando existe una alta densidad de raíces (Romero et al., 2009, p.144-147).

#### *1.3.1.3 Características*

En el estadio inicial del hongo, su micelio es de color blanquecino y luego pasa a un color verde oscuro (después de la esporulación). La temperatura óptima para su adecuado crecimiento y desarrollo es 25°C – 30°C en medio de cultivo como agar de dextrosa y papa (PDA). Prefieren un pH de 4.5-5 (Romero et al., 2009, p. 143 - 149).

#### *1.3.1.4 Trichoderma como agente de control biológico*

El hongo *Trichoderma harzianum* puede ser utilizado ya sea de modo preventivo o cuando ya existe la infección, ya que la planta estará protegida y preparada para impedir la infección o le otorgará lo necesario para combatirla.

El constante uso del hongo como agente de control biológico es por la facilidad de identificación, una formulación adecuada y diversos estudios sobre efectos sinérgicos de sus mecanismos de biocontrol, así mismo por su simplicidad de aislamiento y cultivo, por su ubicuidad y por su acelerado desarrollo de crecimiento en diversos tipos de sustratos (Rosero, 2011, p. 12).

#### *1.3.1.5 Mecanismos de acción*

La acción de biocontrol de *Trichoderma* spp. permite describir distintos mecanismos de acción contra el normal desarrollo de hongos fitopatógenos. Entre los que destacan; micoparasitismo, antibiosis y competencia por nutrientes y espacio (mostrando una acción directa contra el hongo fitopatógeno), donde se ven aventajados por la facilidad que presenta *Trichoderma* spp. para colonizar la rizosfera de las plantas, mientras que otros autores han mencionado que otros tipos

de acción de biocontrol son la producción de compuestos inhibidores y la secreción de enzimas (Infante et al., 2009, p.16).

En el micoparasitismo *Trichoderma* spp. crece quimiotrópicamente hacia las hifas patógenas, donde se enrollan y las penetran induciendo a daños parciales degradando así la pared celular, causando retracción de la membrana plasmática y a su vez un desorden del citoplasma (Guédez et al., 2009, p. 34-38).

La antibiosis es aquella que utiliza metabolitos tóxicos o compuestos antibióticos que genera *Trichoderma* spp. para ayudar a inhibir a hongos fitopatógenos sensibles a estos (Guédez et al., 2009, 35 - 38).

La competencia es el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, como puede ser de nutrientes o de sustrato, siempre y cuando el uso de este por uno de los organismos disminuya la cantidad o espacio disponible para el resto (Infante et al., 2009, p.18).

Existen otros mecanismos de acción biorreguladora que actúan de modo indirecto; como es la activación de compuestos relacionados con la resistencia (Inducción de resistencia), la solubilización de elementos nutritivos que en un principio no se encuentran disponibles para las plantas, con la detoxificación de toxinas expulsadas por agentes patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante la infección (Infante et al., 2009, p.16).

#### *1.3.1.6 Beneficios*

*Trichoderma harzianum* aparte del efecto biocontrolador, aporta otros beneficios:

Por medio de la degradación de la materia orgánica, permite la liberación de nutrientes de manera asimilable para la planta y muestra actividad solubilizadora de fosfatos, de modo que es utilizado como biofertilizante produciendo metabolitos que estimulan el crecimiento y desarrollo de diversos cultivos (Howell, 2003, p. 4 - 10).

Presenta la habilidad de colonizar y multiplicarse rápidamente en la rizosfera liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y desarrollo (Cubillos et al., 2009, p. 82).

La aplicación del hongo aumentó el rendimiento de la lechuga y tuvo impacto en algunas características de calidad (Bal y Altintas, 2008, pp. 66-67).

## **1.4. Bacillus subtilis**

### ***1.4.1 Clasificación taxonómica***

La clasificación taxonómica de la bacteria *Bacillus subtilis* es que pertenece al Reino Bacteria, filo Firmicutes, clase Bacilli, orden Bacillales, familia Bacillaceae, género *Bacillus*, especie *B. subtilis*. (Ñacato y Valencia 2016, p. 13).

### ***1.4.2 Generalidades***

*Bacillus subtilis* es considerado un agente antagonista cosmopolita, gracias a la facilidad que presenta para formar endosporas (les otorga resistencia y potencia su aislamiento en distintos hábitats) incluso en ambientes con condiciones extremas. Es ampliamente utilizada en el sector agrario como estimulador de crecimiento y se la aprovecha como agente de control biológico (Tejera et al., 2011, pp. 131-133).

### ***1.4.3 Características***

Es una bacteria que se caracteriza por ser Gram positiva, de forma bacilar, catalasa positiva, aerobios estrictos o anaeróbicos facultativos y formadores de endosporas.

Tiene la capacidad de adaptarse a cambios de temperatura, ya que poseen proteínas chaperonas y proteasas. Son considerados metabólicamente diversos, lo que les permite colonizar con facilidad la zona radicular. Un mecanismo promotor de crecimiento en *Bacillus* es la solubilización de fosfato (Calvo y Zúñiga, 2010, p. 32).

A las cepas de *B. subtilis* se las reconoce cuando muestran un apariencia harinosa, cremosa, seca o cerosa blanquecina, bordes irregulares y aplanados (Larrea et al., 2015, p. 142).

Los medios de cultivos usados son Caldo Nutritivo y Agar. El crecimiento bacteriano en el agar nutritivo es fácilmente distinguible, ya que se puede observar a las colonias de mejor manera porque crecen en la superficie, mientras que en el caldo nutritivo crecen en líquido y aparece como un tipo de sustancia espesa, lo que provoca dificultades al momento de observar las colonias. El crecimiento y desarrollo se dan a una temperatura de 28°C (Milián et al., 2017, p.199) .

#### **1.4.4 *Bacillus subtilis* como agente de control biológico**

El constante uso de la bacteria como agente de control biológico es por su capacidad de producción de metabolitos antibióticos con cualidades antifúngicas y antibacteriales, con una elevada biodegradabilidad y una toxicidad muy baja. Soria et al. (2010, p. 37). Tiene la particularidad de inducir a la planta a crear fitoalexinas, lo que le ayuda a limitar el ataque de microorganismos (Layton et al., 2011, p.179).

La actividad biocontroladora de la bacteria la ejerce a través de la producción de lipopéptidos cíclicos antibióticos (CLPS). (Layton et al., 2011, p. 179).

#### **1.4.5 *Mecanismos de acción***

Los mecanismos de acción de *Bacillus subtilis* son manifestados por Control Bío de la siguiente manera:

*Es una de las bacterias más estudiadas en el mundo por su actividad antifúngica debido a la síntesis de metabolitos peptídicos de acción antibiótica (gramicidina, surfactin, iturin, y fengycin). Su actividad antagonista se completa por su alta capacidad para colonizar la zona de la rizosfera (competencia espacial), su rápida asimilación de nutrientes y a la secreción de enzimas digestoras que degradan y matan por contacto directo a hongos y bacterias (quitinasas, celulasas, proteasas y glucanasas) los cuales les sirven de alimento (Control Bío, 2015, p. 1).*

*Bacillus subtilis ha manifestado ser capaz de controlar *Phytophthora spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, *Sclerotinia spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria* y *Erwinia spp* (Pant et al., 2015, pp. 6-8).*

#### **1.4.6 *Beneficios***

Opera como bio estimulante del crecimiento del sector radicular, siendo considerada como una Rhizobacteria Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV), y fomenta un desarrollo radicular sano y resistente, gracias a la secreción de hormonas vegetales, así como: citoquininas, ácido indolacético, giberelinas y ácido abscísico, lo que posibilita un óptimo crecimiento de raíces, y por consecuencia una mejor asimilación de agua y nutrientes (Guerrero y Salcido, 2014, p. 1).

Al tener la capacidad de colonizar hojas y raíces, induce a la planta a producir fitoalexinas, las cuales proveen resistencia contra ataque de bacterias y hongos a las plantas (Guerrero y Salcido, 2014, p. 1).

## **1.5 Cultivo de lechuga**

### ***1.5.1 Clasificación taxonómica***

La clasificación taxonómica de la lechuga es: reino *Plantae*, filo *Magnoliophyta*, orden Asterales, familia *Asteraceae/Compositae*, género *Lactuca*, especie *Lactuca sativa L* (USDA, 2010, p. 1).

### ***1.5.2 Descripción botánica***

Es una planta herbácea anual con una raíz principal de rápido crecimiento. Presenta hojas lisas, sésiles, de color verde amarillento hasta el morado claro. El tallo no presenta ramificaciones y es pequeño. La inflorescencia se constituye de 15 a 25 flores y son amarillentas. Las semillas presentan un color blanco crema y miden de 4 a 5 mm (Haro, 2012, pp. 48-49).

### ***1.5.3 Ciclo fenológico***

El ciclo productivo de la lechuga puede variar entre los 40 días y los 3 meses.

- **Etapa de plantación**

Desde la germinación hasta la aparición de la tercera o cuarta hoja verdadera, tiene una duración de 3 a 5 semanas (Martínez, 2008, p. 22).

- **Etapa de roseta**

Se reduce la relación larga/ancho de las hojas y se forman aproximadamente 12 a 14 hojas verdaderas (Martínez, 2008, p. 22).

- **Etapa de formación de cabeza**

Se prolonga el declive de la relación largo/ancho en las nuevas, caracterizado por el punto de crecimiento de la planta, hojas curvadas continúan saliendo hasta que son completamente envueltas por las hojas exteriores. Hay cultivares que no forman cabeza (Martínez, 2008, p. 22).

- **Etapa de madurez**

Se forman un alto número de hojas en el interior, generando un cogollo sólido, tiene una duración que puede ir de 60 a 120 días. Cuando existe sobre madurez: las hojas se continúan expandiendo hasta que se forman grietas por la presión existente (Martínez, 2008, p. 22).

- **Etapa de floración**

El tallo floral brota a través de la parte superior del cogollo. Las flores se forman en un intervalo de los 50 a 70 días. Una vez pasados los 12 - 14 días del desarrollo de la flor, el involucro se seca y se abre generando las semillas (Martínez, 2008, p.22).

#### **1.5.4 Requerimientos edafoclimáticos**

- *Altitud*

La lechuga se desarrolla bien en zonas cuya altitud se encuentra alrededor de 1800 – 2800 msnm. Evitar zonas que presenten heladas (Cazorla, 2010, p.7).

- *Temperatura*

La temperatura adecuada durante la germinación es de 18 – 20° C, durante el crecimiento en el día es de 14 – 18°C y en las noches es de 5 a 8°C. Si llegan a existir de manera continua temperaturas por debajo de los 7°C alrededor de 10 a 30 días, existe emisión prematura de tallos florales y sus hojas toman una coloración rojiza que se puede confundir con alguna carencia de algún elemento. La lechuga soporta máximo los 30 °C y como mínimo los 6 °C (Morinigo et al., 2010, p. 2).

- *Humedad relativa*

El desarrollo radicular de la lechuga es reducido en comparación con la parte foliar, por lo cual es altamente sensible a falta de humedad, aunque sea un periodo muy breve. En cuanto a la humedad relativa adecuada es del 60 – 80%. Una de las problemáticas en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, lo que favorece a ataques de enfermedades como *Sclerotinia sclerotiorum*, el moho gris causado por *Botrytis cinerea* y el mildiu veloso causado por el hongo *Bremia lactucae* (Morinigo et al., 2010, p. 2).

- *Suelo*

Los mejores suelos son aquellos que presentan una alta cantidad de materia orgánica, que sean ligeros, de preferencia arenoso – limoso, con buen drenaje, con un pH que puede ir de 6,7 a 7,4 (no se da bien en suelos muy ácidos) (Morinigo et al., 2010, p. 2).

- *Agua*

Es recomendable el uso de riego por goteo (cuando se cultiva en invernadero) y cintas de exudación (al aire libre). Los riegos tienen que ser en poca cantidad y frecuentes, intentando evitar encharcamientos, por lo que es preferible que quede aparentemente seco en la parte superficial para evitar podredumbres de cuello. Para que las plantas agarren bien se recomienda riego por aspersión después del trasplante (Cazorla, 2010, p. 9).

### ***1.5.5 Requerimientos nutricionales***

Las necesidades nutricionales por hectárea del cultivo de la lechuga durante su ciclo son de 190 Kg de Nitrógeno, 150 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 275 kg de K<sub>2</sub>O (Medina, 2015, p. 108).

Repartidos entre los abonados de fondo y cobertera, así:

**Tabla 1-1:** Requerimientos nutricionales en el cultivo de lechuga en Kg/Ha

	Nitrógeno (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
Abonado de Fondo	40 kg/Ha	70 kg/Ha	75 kg/Ha
Abonado de Cobertera	50 kg/Ha	80 kg/Ha	200 kg/Ha

Fuente: Medina, 2015.

Realizado por: Quishpe, 2022

### ***1.5.6 Manejo del cultivo***

El semillero permanecerá de tres a cuatro semanas, hasta que las plántulas obtengan cuatro hojas verdaderas. La distancia de siembra recomendada es de 0,4 m entre plantas y 0,4 m. entre hilera. El control de malezas se realiza superficialmente para evitar roturas de las raíces y hacer deshierbas manuales a los 15 y 30 días después de la siembra. (Angamarca y Pinango, 2013, pp. 8-11).

El cultivo no tolera la sequía, aunque la superficie del suelo debe estar seca en lo posible para evitar podredumbres de cuello. Los riegos deben ser frecuentes, pero con poca cantidad de agua, el más recomendado es el riego por goteo. El éxito de la calidad de la lechuga es en el momento

de la cosecha incide entre un 10% y 20% (Angamarca y Pinango, 2013, pp. 8-11).

El control de plagas puede ser biológico donde se usa insectos depredadores. En el control cultural se debe evitar material vegetal contaminado, hacer rotación de cultivos, etc. En el control físico se puede eliminar plantas hospederas, dar una buena nutrición a las plantas, evitar ingreso de insectos implantando trampas cromáticas. En el control de enfermedades se recomienda la desinfección de la semilla y el suelo, evitar pudriciones a nivel del cuello (gracias a la disminución de la profundidad y densidad de plantación), reducir exceso de humedad (Cazorla, 2010, p. 13).

### 1.5.7 Principales plagas y enfermedades

#### 1.5.7.1. Enfermedades

**Tabla 2-1:** Enfermedades del cultivo de lechuga

Plaga	Síntomas
Mildiú vellosa ( <i>Bremia lactucae</i> )	Lesiones de color verde pálido o ligeramente cloróticas en las hojas, volviéndose necróticas
Pudrición de las plántulas ( <i>Rhizoctonia solani</i> )	La planta puede ser destruida antes de la germinación. Cuando las plantas crecen puede destruirse la capa adyacente del tallo
Moho blanco (Esclerotinia) ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> )	La capa exterior de las hojas puede presentar marchitamiento, así como también pudrición acuosa.
Fusariosis ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	La raíz puede presentar una raya pardo rojiza desde la raíz hasta la corona
Botritis o Moho gris ( <i>Botrytis cinérea</i> )	Presenta pudrición acuosa grisácea parda en el tallo y hojas

Fuente: Salinas, 2013.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2021

#### 1.5.7.2 Plagas

**Tabla 3-1:** Plagas del cultivo de lechuga

Enfermedad	Síntomas
Trips ( <i>Trips tabaco</i> )	A través de sus picaduras puede transmitir virus del que pueden provocar necrosis foliares y mueren las plantas.

Minadores ( <i>Liriomyza trifolii</i> y <i>Liriomyza huidobrensis</i> )	Si el ataque es muy fuerte la planta se debilita, a su vez forman galerías en las hojas.
Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	Chupa y absorbe los jugos fotosintéticos, produciendo debilitamiento.
Pulgones ( <i>Myzus persicae</i> , <i>Narsonovia ribisnigri</i> )	Si el ataque es grave y la planta joven puede devastar el cultivo. A su vez transmite virus.
Gusano de alambre ( <i>Agriotes lineatus</i> )	Provocan daños en el sector radicular y contribuyen a la entrada de hongos fitopatógenos.
Gusano gris ( <i>Agrotis segetum</i> )	Afecta al sector radicular, tallos y hojas por succión

**Fuente:** Salinas, 2013.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Características del lugar

##### *2.1.1. Localización*

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Horticultura en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicado en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba provincia de Chimborazo bajo condiciones de invernadero.

##### *2.1.2. Ubicación geográfica*

Latitud (x): 1°39'14''S.

Longitud (y): 78°40'48''O.

Altitud: 2823 msnm.

##### *2.1.3. Condiciones climáticas dentro del invernadero*

Temperatura promedio: 11 – 37°C (Manzano, 2018, p. 19).

Humedad relativa: 21 – 81% (Manzano, 2018, p. 19).

##### *2.1.4. Clasificación ecológica*

Díaz (2019, p. 1) asegura que la zona de vida corresponde a estepa espinosa Montano Bajo (eeMB).

#### 2.2. Materiales

##### *2.2.1 Material experimental*

En la presente investigación se utilizó lo siguiente:

- Amaranto.
- Leche de soya saborizada (Vive soy).

##### *2.2.2 Equipos e instrumentos de Laboratorio*

Cajas Petri de plástico, asas de inoculación con mango de acero, papel toalla absorbente, alcohol industrial, balanza electrónica (Marca AND), incubadora, estufa (marca HDM), mechero bunsen, soporte metálico, sacabocados N° 11, agua destilada.

### **2.2.3 Reactivos**

Los reactivos que fueron usados consisten en ácidos húmicos (Carbo humik 95), Difco™ Potato Dextrose Agar (PDA), Difco™ Nutrient Agar

### **2.2.4 Material biológico**

El material genético que se usó consiste en la cepa del hongo *Trichoderma harzianum* y la bacteria *Bacillus subtilis* que se obtuvieron del banco de cepas del laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### **2.2.5 Material vegetal**

En la presente investigación se utilizó plántulas de *Lactuca sativa L.* cultivar Starfighter RZ.

### **2.2.6 Material de campo**

Invernadero, trampas cromáticas amarillas, sustrato, vasos de plásticos, cinta métrica, letreros, palillos, regadera, agua, cámara fotográfica, cuaderno de campo.

### **2.2.7 Material de oficina**

Libreta de campo, lápiz, esferos, computador, impresora, marcadores, calculadora, regla, flash memory, internet, hojas de papel bond, libros.

## **2.3 Metodología**

### **2.3.1. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo “experimental”. El objeto de estudio es la evaluación del efecto del lombricompost enriquecido con tres fuentes adicionales sobre el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) cultivar Starfighter RZ bajo invernadero en el departamento de Horticultura en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, en donde se

evaluó el porcentaje de prendimiento, el vigor de la semilla, la altura de la planta, el peso fresco y seco, el rendimiento y el análisis económico.

### 2.3.2. Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos, tres repeticiones y un testigo.

### 2.3.3. Factores en estudio

Lo factores en estudio fueron los siguientes:

**Tabla 1-2:** Factores en estudio

Fuente adicional	Dosis	
	<i>Trichoderma harzianum</i>	5 g
<i>Bacillus subtilis</i>	1 mL	2 mL
Ácidos húmicos	0,05 g	0,1 g

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 2.3.4. Código de tratamiento de estudio

**Tabla 2-2:** Código de tratamientos en estudio

Tratamientos	Codificación	Descripción
T1	LCTHD1	Lombricompost más <i>Trichoderma harzianum</i> dosis 1 (5 g)
T2	LCTHD2	Lombricompost más <i>Trichoderma harzianum</i> dosis 2 (10 g)
T3	LCBSD1	Lombricompost más <i>Bacillus subtilis</i> dosis 1 (1 mL)
T4	LCBSD2	Lombricompost más <i>Bacillus subtilis</i> dosis 2 (2 mL)
T5	LCAHD1	Lombricompost más Ácidos húmicos dosis 1 (0,05 g)
T6	LCAHD2	Lombricompost más Ácidos húmicos dosis 2 (0,10 g)
T7	CONTROL	Plantas control

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 2.3.5. Especificaciones de campo experimental

**Tabla 3-2:** Especificaciones del campo experimental.

Características	Especificaciones
Forma de la maceta	Cilíndrica
Diámetro de la maceta	12 cm
Altura de la maceta	12,6 cm
Volumen de la maceta	1,43 L
Número total de plantas en el ensayo	210
Número total de plantas a evaluarse	140
Número total de plantas por tratamiento	30
Número de plantas evaluadas por cada tratamiento	20

Realizado por: Quishpe, Andrea 2021.

### 2.3.6. Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

**Tabla 4-2:** Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Fuentes de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$(t-1)$	6
Repeticiones	$(r-1)$	2
Error	$(t-1)(r-1)$	12
Total	$(t \times r)-1$	20
CV		

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 2.3.7. Análisis Funcional

Se determinó el coeficiente de variación expresado en porcentaje de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 5-2:** Interpretación del coeficiente de variación.

<b>COEFICIENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
$0 \leq CV \leq 10 \%$	Variabilidad muy baja
$10 \% \leq CV \leq 25 \%$	Baja variabilidad
$25 \% \leq CV \leq 40 \%$	Variabilidad moderada
$40\% \leq CV \leq 50 \%$	Alta variabilidad
$CV \geq 50 \%$	Variabilidad muy alta

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

Una vez evaluado el análisis de varianza (ADEVA) y al encontrar si existen diferencias significativas para los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% y se los agrupó de acuerdo a las medias.

**Tabla 6-2:** Esquema de la prueba de Tukey al 5%.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MEDIAS</b>	<b>GRUPOS</b>
LCTHD1	T1		
LCTHD2	T2		
LCBSD1	T3		
LCBSD2	T4		
LCAHD1	T5		
LCAHD2	T6		
CONTROL	T7		

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

Para la evaluación del análisis económico de cada uno de los tratamientos se utilizó la relación beneficio/costo de acuerdo con la siguiente tabla.

**Tabla 7-2:** Interpretación de la relación beneficio/costo.

<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
$B/C > 1$	Proyecto viable
$B/C = 1$	El proyecto no gana ni pierde
$B/C < 1$	Proyecto no viable

Fuente: ESAN, 2017.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 2.3.8. Métodos de evaluación y datos registrados

#### *2.3.8.1. Porcentaje de prendimiento*

La evaluación del porcentaje de prendimiento se realizó a los 8 días después del trasplante (ddt) mediante el conteo del número de plantas muertas en comparación con el número de plantas trasplantadas en el día 0, cuyo valor se expresó en porcentaje (%).

#### *2.3.8.2. Vigor de la semilla*

Para la evaluación del vigor de la semilla mediante una prueba de germinación bajo condiciones de invernadero se realizó un ensayo aparte, donde colocó las semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivar Starfighter RZ en papel toalla húmedo y se hizo una evaluación visual a los 3 y 5 días, cuyo valor se expresó en porcentaje (%).

#### *2.3.8.3. Altura de la planta*

La evaluación a partir del día 3 después del trasplante se lo hizo cada 15 días con la ayuda de una regla y cinta métrica, las medidas fueron tomadas desde la base hasta la yema terminal a los 3, 18, 33 y 48 días después del trasplante. Los valores fueron expresados en centímetros (cm).

#### *2.3.8.4. Peso Fresco de la planta*

Para la evaluación del peso fresco a los 48 días después del trasplante se pesó la parte radicular, aérea y completa de las plantas en estudio de cada tratamiento al momento de la cosecha para conocer cuanta cantidad de agua a ganado, este valor se expresó en gramos (g).

#### *2.3.8.5. Peso seco de la planta*

Para la evaluación del peso seco se pesó la parte radicular, aérea y completa de las plantas en estudio de cada tratamiento después de haber estado en la estufa por 72 horas a 60°C y perder su humedad. Este valor se expresó en gramos (g).

#### *2.3.8.6. Rendimiento*

Para la evaluación del rendimiento se contabilizó la parte aérea de las plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivar Starfighter RZ.

Se consideró la sumatoria de los pesos de cada tratamiento y se dividió para el área útil y se

proyectó el rendimiento en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>).

#### 2.3.8.7 *Análisis económico*

Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio/costo, donde se tomó en consideración dos factores:

- Rendimiento (g/m<sup>2</sup>).
- Precio de venta (\$/unidad).

Los costos variables fueron establecidos para m<sup>2</sup> de cultivo y variaron de acuerdo con la cantidad producida. Dentro de estos costos se encuentran: insumos, mano de obra y materiales.

#### 2.3.9. *Manejo del ensayo*

##### 2.3.9.1. *Fase de laboratorio*

- *Trichoderma harzianum*

La cepa fue otorgada por el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales. Para la reactivación se pesó 20 gramos de PDA (Potato Dextrose Agar) que fueron colocados en 500 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer que no estuvo sellado herméticamente para permitir la salida de vapores y que fue colocado en el Autoclave para ser esterilizado. Una vez concluido el proceso se esperó a que reduzca un poco su temperatura y fue llevado a la Cámara de flujo donde su contenido fue vertido en 20 cajas Petri y se esperó a que se solidifique (enfríe).

Se sembró el hongo en las cajas Petri con la ayuda de un asa desinfectada con alcohol industrial y en el mechero Bunsen tomando la muestra de la caja Petri con la cepa otorgada por el Laboratorio de Ciencias Biológicas. Las cajas Petri fueron selladas con papel film y marcadas con la identificación de la cepa, repetición, fecha, y nombre del operario. Se las depositó en la incubadora a 28°C durante 10 días para su crecimiento, hasta que se observó hifas blancas, después se las colocó en luz durante 24 horas hasta que se observó su esporulación (color verde).

Para la preparación del amaranto, se desinfectó los recipientes usados. Se pesó 2000 gramos con la ayuda de una balanza electrónica que pasaron por un proceso de lavado para retirar su almidón y posteriormente se lo llevó a fuego medio durante un aproximado de 4 – 5 minutos (el grano

debe quedar suelto y semiduro), se procedió a escurrirlo y depositarlo en los recipientes que fueron sellados con gasa, piola y papel aluminio y colocados en el Autoclave para ser esterilizados.

Para la inoculación se utilizó un sacabocados N°11 que fue desinfectado con alcohol industrial y en el mechero Bunsen, se esperó a que enfríe colocándolo sobre el soporte metálico. Se tomó 4 muestras en forma de pastilla de las cajas Petri que contenían las cepas del hongo con ayuda del sacabocados y se depositó en cada recipiente de amaranto que fueron colocados en la incubadora a 28°C para su crecimiento.

- *Bacillus subtilis*

La cepa fue otorgada por el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales. Para la reactivación se pesó 12.5 gramos de agar nutritivo (Nutrient Agar) colocados en 500 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer que no estuvo sellado herméticamente para permitir la salida de vapores y colocado en el Autoclave para ser esterilizado. Una vez concluido el proceso se esperó a que reduzca un poco su temperatura y fue llevado a la Cámara de flujo donde su contenido fue vertido en 20 cajas Petri y se esperó a que se solidifique (enfríe).

Se sembró la bacteria en las cajas Petri con la ayuda de un asa desinfectada con alcohol industrial y en el mechero Bunsen tomando la muestra de la caja Petri con la cepa otorgada por el Laboratorio de Ciencias Biológicas. Las cajas Petri fueron selladas con papel film y marcadas con la identificación de la cepa, repetición, fecha, y nombre del operario. Se las depositó en la incubadora a 28°C durante 10 días para su crecimiento hasta que se observó colonias con una apariencia harinosa/cremosa con bordes irregulares color blanquecino.

Para la preparación de la leche de soya sabor se colocó 500 mL en un matraz Erlenmeyer que fue sellado con una esponja en forma de corcho envuelta con papel aluminio y colocado en el Autoclave para ser esterilizado. Una vez concluido el proceso se esperó a que reduzca un poco su temperatura y fue llevado a la Cámara de flujo.

Para la inoculación se utilizó un asa que fue desinfectada con alcohol industrial y en el mechero Bunsen, se esperó a que enfríe colocándola sobre el soporte metálico. Las cajas Petri que contenían las cepas de la bacteria fueron frotadas con la ayuda del asa y depositadas en el Matraz Erlenmeyer que contenía la leche que después fueron colocadas en la incubadora a 28°C para su crecimiento.

### 2.3.9.2. Fase de campo

- Desinfección de la pomina

Se desinfectó la pomina a través de la desinfección de tipo térmica, que consistió en colocar medio saco del sustrato en 20 litros de agua hirviendo durante 10 minutos y se la dejó secar por 5 días.

- Preparación del sustrato

Se tamizó tierra de procedencia de horticultura de la Facultad de Recursos Naturales con la ayuda de un tamiz de 1 mm de diámetro de poro y se mezcló en una proporción de 3:4 con relación a la pomina.

- Preparación de las macetas

Se procedió a llenar los vasos plásticos (macetas) en  $\frac{3}{4}$  partes con la mezcla de tierra – pomina (937.5 g) y  $\frac{1}{4}$  parte con lombricompost (312.5 g).

- Plantación

Se procedió al trasplante de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivar Starfighter RZ.

- Incorporación de fuentes adicionales

Se procedió a la aplicación de *Trichoderma harzianum*, donde con el T1 (LCTHD1) se usó un total de 150 gramos de amaranto inoculado con el hongo aplicado a un total de 30 plantas (5 gramos por planta) y con el T2 (LCTHD2) se usó un total de 300 gramos de amaranto inoculado con el hongo aplicado a un total de 30 plantas (10 gramos por planta).

Se procedió a la aplicación de *Bacillus subtilis*, donde con el T3 (LCBSD1) se usó un total de 30 mL de leche de soya saborizada inoculada con la bacteria para un total de 30 plantas (1 mL por planta) diluido en 3 litros de agua y con el T4 (LCBSD2) se usó un total de 60 mL de leche de soya saborizada inoculada con la bacteria para un total de 30 plantas (2 mL por planta) diluido en 3 litros de agua.

.

Se procedió a la aplicación de Ácidos húmicos, donde con el T5 (LCAHD1) se usó un total de

1.5 g para un total de 30 plantas (0.05 g por planta) disuelto en 3 litros de agua y con el T6 (LCAHD2) se usó un total de 3 g para 30 plantas (0.10 g por planta) disuelto en 3 litros de agua.

La incorporación de las tres fuentes adicionales se las realizó a los 3, 18, 33 y 48 días después del trasplante (ddt).

- Riego

Para satisfacer la demanda hídrica del cultivo se realizó la dotación de agua con una lámina de 332 mL con una frecuencia de riego de 24 horas con la ayuda de un recipiente plástico, que permitió que la forma de caída de agua sea en forma de lluvia. Los riegos se llevaron a cabo alrededor de las 16:00 p.m.

- Control de malezas

Se procedió a eliminar manualmente las malezas encontradas en cada maceta durante todo el ciclo del cultivo. Este procedimiento se realizó cada 15 días.

- Control de plagas y enfermedades

El control de plagas se lo hizo con la ayuda de trampas cromáticas que fueron elaboradas con palillos y plástico color amarillo untado de aceite de motor de carro.

- Manejo de ventanas en invernadero

La apertura y cierre de las ventanas del invernadero se lo realizó para mantener las condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa en el invernadero.

- Cosecha

Se realizó cuando las plantas llegaron a los 48 días después del trasplante, donde se descartó la zona radicular y se conservó la parte para ser expandidas.

- Peso fresco de las plantas

Se procedió a pesar la planta completa a los 48 días después del trasplante con la ayuda de una

balanza electrónica, después se separó la parte aérea de la radicular y se las pesó por separado. Se las colocó en fundas de papel para su posterior traslado hacia el laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y se las ubicó dentro de la estufa.

- Peso seco de las plantas

Las muestras en la estufa estuvieron por 72 horas a 60°C y se procedió a pesarlas con la ayuda de una balanza electrónica.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Porcentaje de prendimiento

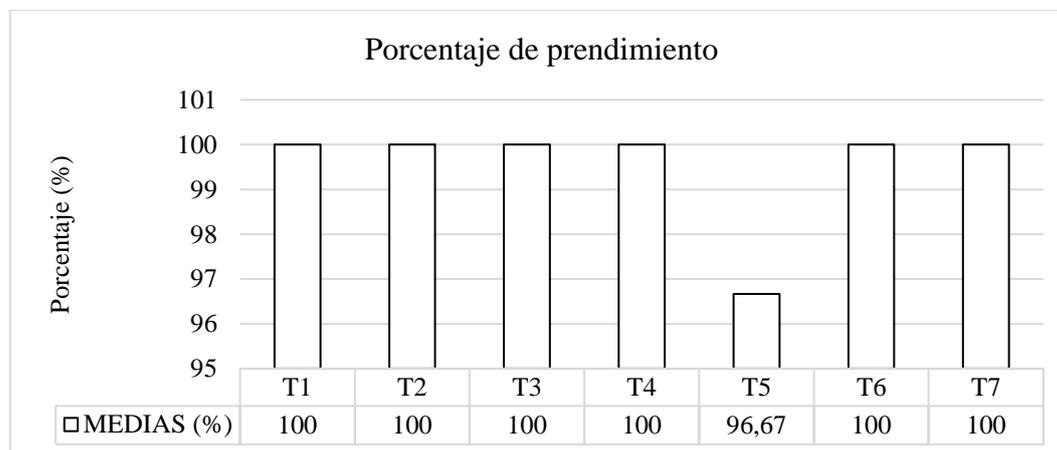
El análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 8 días después del trasplante (ddt) determinó que no existieron diferencias significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,19% (Tabla 1-3).

**Tabla 1-3:** Análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	28,57	6	4,76	1	0,47	ns
Repeticiones	9,52	2	4,76	1	0,40	ns
Error	57,14	12	4,76			
Total	95,24	20				
CV	2,19	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 1-3.** Porcentaje de prendimiento evaluado a los 8 días después del trasplante ddt.

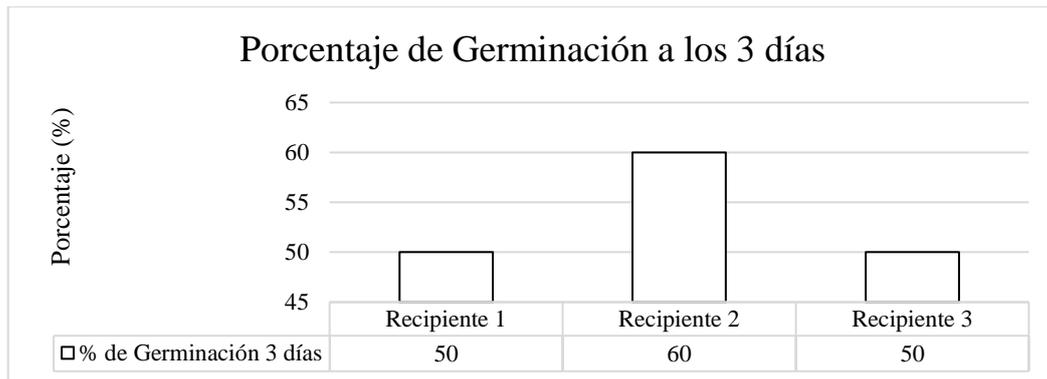
**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

Domínguez (2011, p.16) menciona que la media general del porcentaje de prendimiento con un valor mayor al 90% se lo califica de excelente, de 80 a 90% de aceptable, valores que concuerdan con la presente investigación donde se obtuvo un promedio de 99,63% a los 8 días después del trasplante (ddt) entre los tratamientos en estudio, calificándola como excelente (Gráfico 1-3). El

alto porcentaje puede deberse a la buena calidad de la plántula, la humedad del suelo, el tipo de sustrato, así como por las condiciones en las que fueron trasplantadas.

### 3.2. Vigor de las semillas

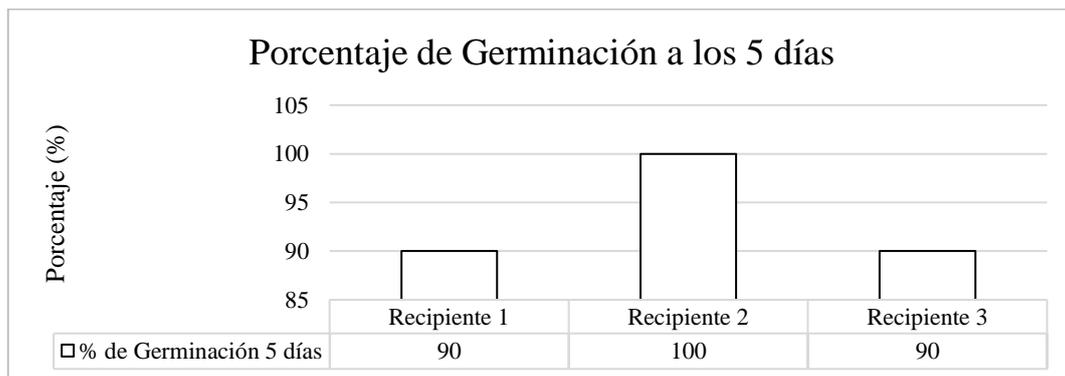
El porcentaje de germinación a los 3 días de las semillas de lechuga bajo condiciones de invernadero en los recipientes 1, 2 y 3 fue de 50%, 60% y 50% respectivamente (Gráfico 2-3).



**Gráfico 2-3.** Porcentaje de germinación a los 3 días.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

El porcentaje de germinación a los 5 días de las semillas de lechuga bajo condiciones de invernadero en los recipientes 1, 2 y 3 fue de 90%, 100% y 90% respectivamente (Gráfico 3-3).

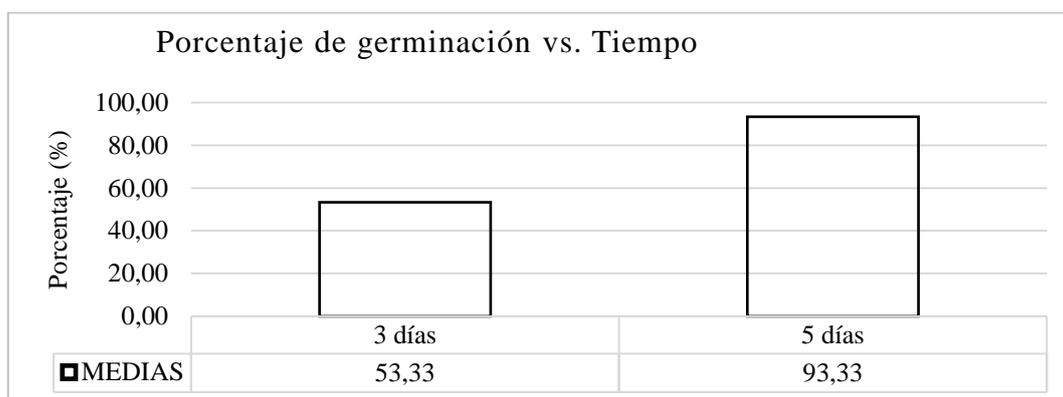


**Gráfico 3-3.** Porcentaje de germinación a los 5 días.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

Valdivia (2017, pp. 1-3) menciona que si del total de semillas que se siembran, germinan al menos un 80% y son plantas sanas y vigorosas, se puede decir que la germinación de la semilla es buena, valores que concuerdan con la presente investigación donde se obtuvo un porcentaje de germinación de 93,33% de las semillas de lechuga cultivar Starfighter RZ a los 5 días bajo condiciones de invernadero. El alto porcentaje puede deberse a la composición genética de la

semilla.



**Gráfico 4-3.** Porcentaje de germinación vs. Tiempo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.3. Altura de la planta

#### 3.3.1. Altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt)

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt) determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 6,21% (Tabla 2-3).

**Tabla 2-3:** Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	1,59	6	0,26	5,09	0,0081	**
Repeticiones	0,01	2	0,01	0,13	0,8817	ns
Error	0,62	12	0,05			
Total	2,23	20				
CV	6,21	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 3-3) para la variable altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt) presentó dos grupos:

En el grupo “A” se sitúa el de mayor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T3 que

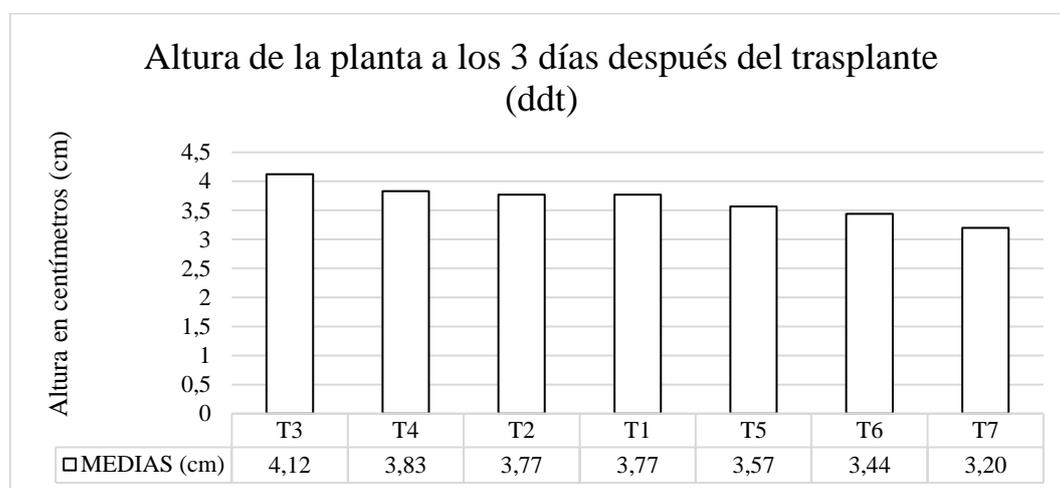
es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 4,12 cm; mientras que en el grupo “B” se ubica la de menor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 3,20 cm (Gráfico 5-3).

**Tabla 3-3:** Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS	
LCBSD1	T3	4,12	A*	
LCBSD2	T4	3,83	A	B
LCTHD2	T2	3,77	A	B
LCTHD1	T1	3,77	A	B
LCAHD1	T5	3,57	A	B
LCAHD2	T6	3,44		B
CONTROL	T7	3,20		B

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 5-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 3 días después del trasplante (ddt).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.3.2. Altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt)

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt) determinó que existen diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 4,51% (Tabla 4-3).

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	34,39	6	5,73	75,38	0,00	**
Repeticiones	0,5	2	0,25	3,27	0,07	ns
Error	0,91	12	0,08			
Total	35,8	20				
CV	4,51	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 5-3) para la variable altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt) presentó cuatro grupos:

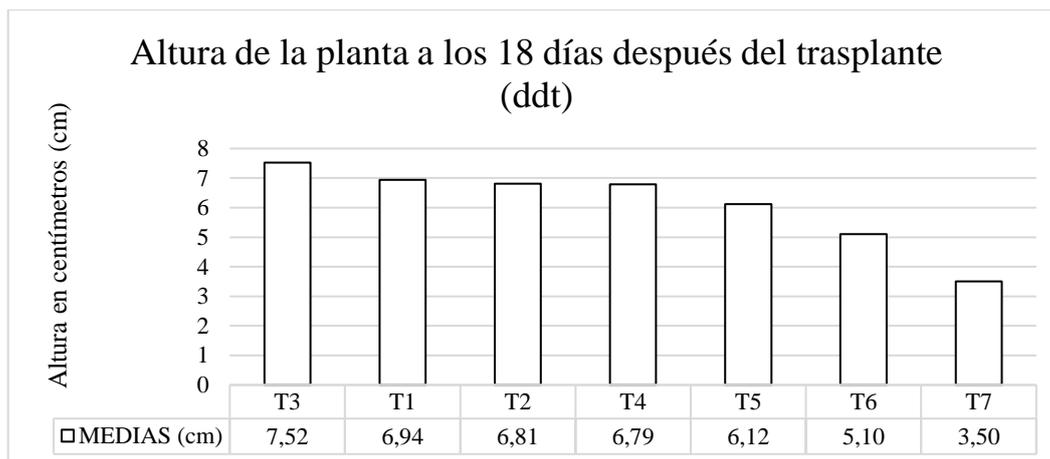
En el grupo “A” se situó el de mayor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 7,52 cm; mientras que en el grupo “D” se ubicó la de menor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 3,50 cm (Gráfico 6-3).

**Tabla 5-3:** Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS			
LCBSD1	T3	7,52	A*			
LCTHD1	T1	6,94	A			
LCTHD2	T2	6,81	A	B		
LCBSD2	T4	6,79	A	B		
LCAHD1	T5	6,12		B		
LCAHD2	T6	5,10			C	
CONTROL	T7	3,50				D

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 6-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 18 días después del trasplante (ddt).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.3.3. Altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt)

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt) determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,22% (Tabla 6-3).

**Tabla 6-3:** Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	112,97	6	18,83	149,07	0,00	**
Repeticiones	0,43	2	0,21	1,70	0,22	ns
Error	1,52	12	0,13			
Total	114,91	20				
CV	4,22	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 7-3) para la variable altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt) presentó cinco grupos:

En el grupo “A” se ubicó el de mayor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 11,34 cm; mientras que en el grupo “E” se ubicó la de menor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T7 que

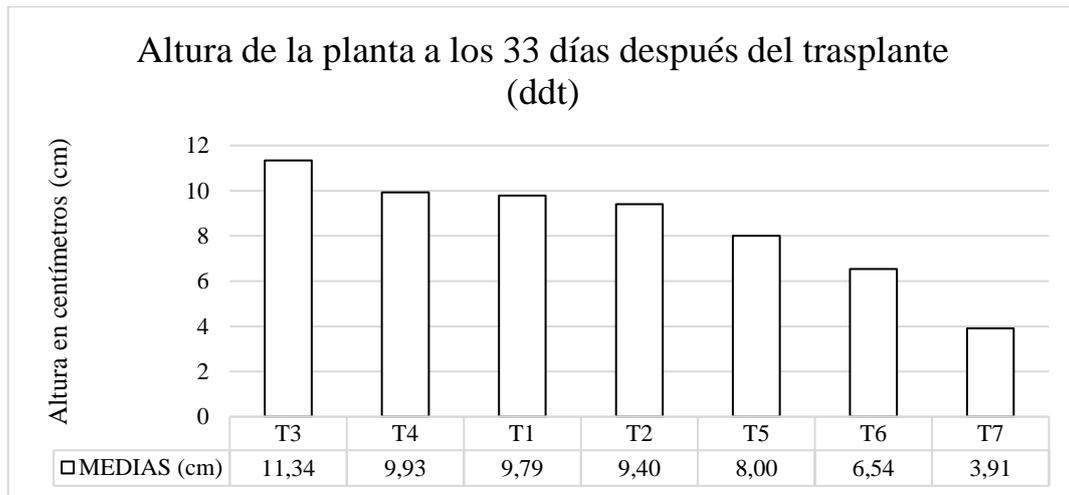
son las Plantas Control con una media de 3,91 cm (Gráfico 7-3).

**Tabla 7-3:** Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS			
LCBSD1	T3	11,34	A*			
LCBSD2	T4	9,93		B		
LCTHD1	T1	9,79		B		
LCTHD2	T2	9,40		B		
LCAHD1	T5	8,00			C	
LCAHD2	T6	6,54				D
CONTROL	T7	3,91				E

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 7-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 33 días después del trasplante (ddt).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.3.4. Altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt) determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,81% (Tabla 8-3).

**Tabla 8-3:** Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	244,09	6	40,68	5118,31	0,00	**
Repeticiones	0,03	2	0,02	2,04	0,1723	ns
Error	0,1	12	0,01			
Total	244,22	20				
CV	0,81	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 8-3) para la variable altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt) presentó siete grupos:

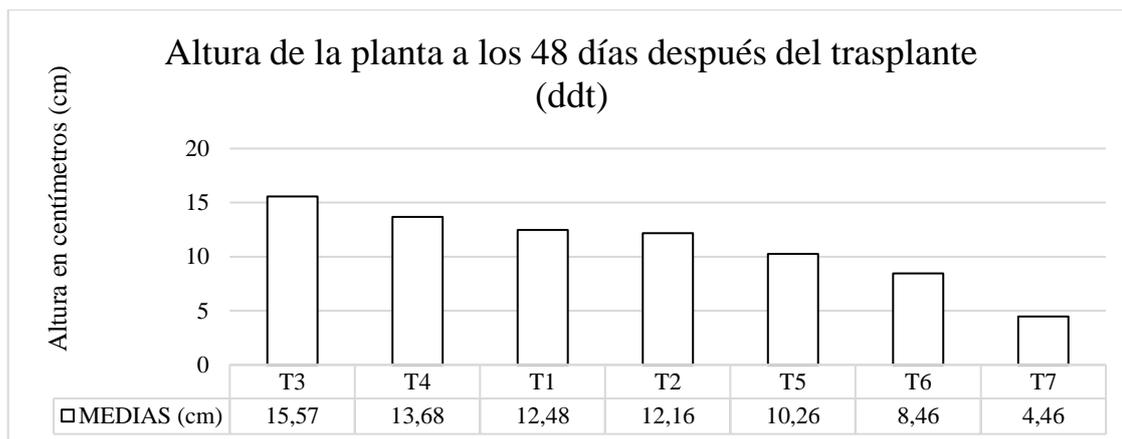
En el grupo “A” se ubicó el de mayor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 15,57 cm; mientras que en el grupo “G” se ubicó la de menor altura alcanzada por la planta con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 4,46 cm (Gráfico 8-3).

**Tabla 9-3:** Prueba de Tukey al 5% para altura a los 48 días después del trasplante (ddt).

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	15,57	A*						
LCBSD2	T4	13,68		B					
LCTHD1	T1	12,48			C				
LCTHD2	T2	12,16				D			
LCAHD1	T5	10,26					E		
LCAHD2	T6	8,46						F	
CONTROL	T7	4,46							G

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 8-3.** Efecto de los tratamientos en la altura de la planta a los 48 días después del trasplante (ddt).

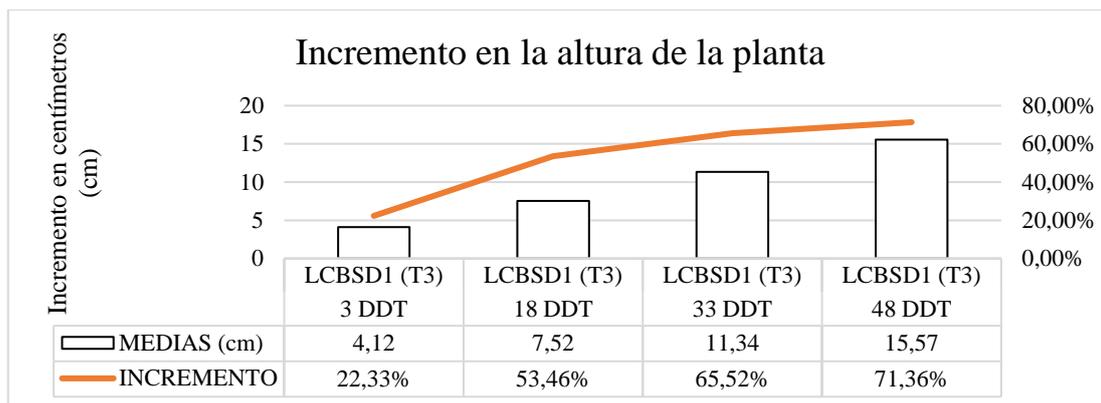
**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

El cultivo de lechuga cultivar Starfighter RZ mostró incremento en la altura a los 3, 18, 33 y 48 días después del trasplante (ddt) generando un incremento de 22,33%; 53,46%; 65,52% y 71,36% respectivamente debido a la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) en comparación con el T7 que son las Plantas Control. (Gráfico 9-3).

Esto puede deberse a que la bacteria *Bacillus subtilis* opera como bioestimulante del crecimiento del sector radicular gracias a que puede tomar una mayor cantidad de nutrientes del suelo, lo que permite que exista un mayor desarrollo de la parte aérea de la planta, ya que es considerada como una Rizobacteria Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV).

Adesemoye et al. (2009, p. 922) mencionan que la bacteria ayuda al desarrollo de la planta, más específicamente a que la raíz posea una mejor estructura, mejorando la absorción de los nutrientes que la planta necesita para su adecuado desarrollo.

Espinosa et al. (2017, p. 176) mencionan que la combinación de *Bacillus subtilis* y compost demostró efectos positivos sobre el diámetro polar y ecuatorial, contenido de sólidos solubles, fenoles totales y capacidad antioxidante de frutos en tomate, incrementando así su rendimiento y calidad nutracéutica.



**Gráfico 9-3.** Incremento de la altura de la planta (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.7. Longitud de la raíz

El análisis de varianza para la longitud de la raíz determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,13% (Tabla 10-3).

**Tabla 10-3:** Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	335,02	6	55,84	1379,06	0,00	**
Repeticiones	0,36	2	0,18	4,42	0,04	*
Error	0,49	12	0,04			
Total	335,86	20				
CV	1,13	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

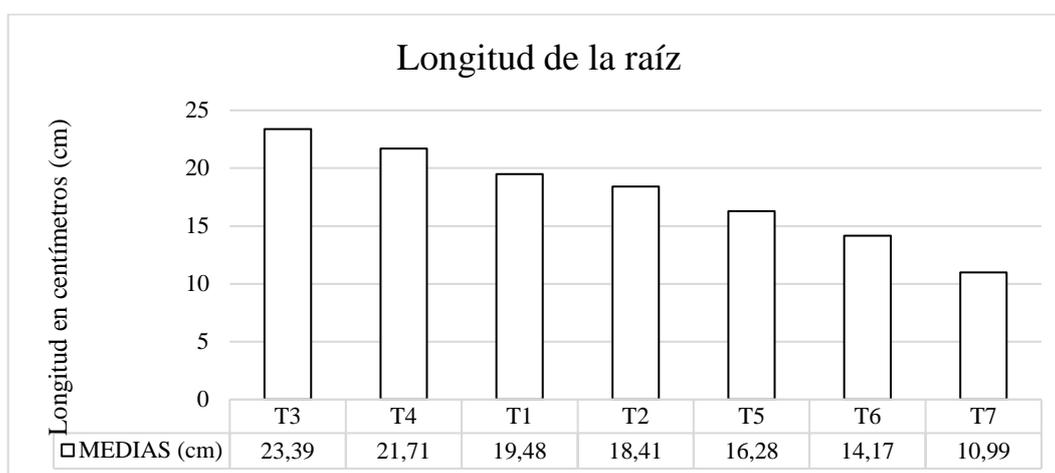
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 11-3) para la variable longitud de la raíz presentó siete grupos: en el grupo “A” se ubicó el de mayor longitud alcanzada por la raíz con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 23,39 cm; mientras que en el grupo “G” se ubicó la de menor longitud alcanzada por la raíz con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 10,99 cm (Gráfico 10-3).

**Tabla 11-3:** Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (cm)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	23,39	A*						
LCBSD2	T4	21,71		B					
LCTHD1	T1	19,48			C				
LCTHD2	T2	18,41				D			
LCAHD1	T5	16,28					E		
LCAHD2	T6	14,17						F	
CONTROL	T7	10,99							G

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



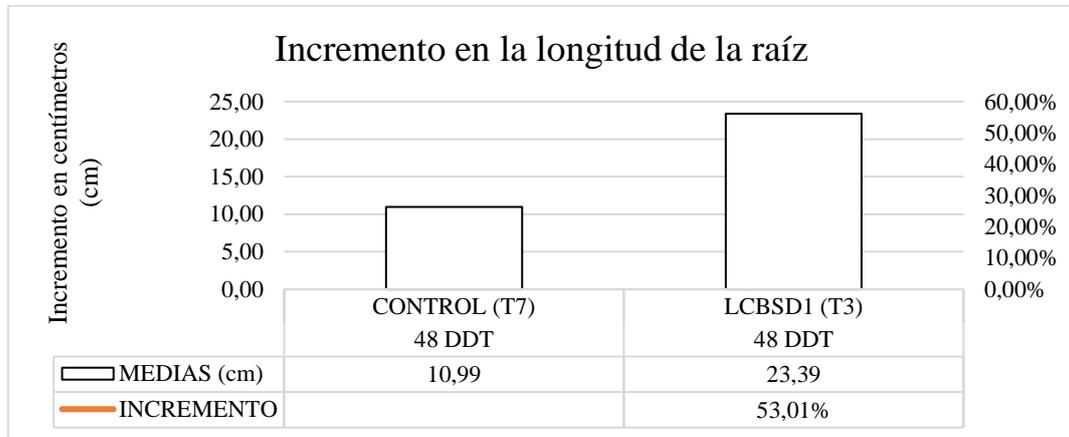
**Gráfico 10-3.** Efecto de los tratamientos en la longitud de la raíz.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

El cultivo de lechuga cultivar Starfighter RZ mostró un incremento de 53,01% en la longitud de la raíz debido a la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) en comparación con el T7 que son las Plantas Control a los 48 días después del trasplante (ddt). (Gráfico 11-3).

Esto puede deberse a que la bacteria se comporta como bioestimulante del desarrollo radicular, coincidiendo con Macías (2021, p. 15 - 16) que menciona que *Bacillus subtilis* ejerce como bioestimulante del crecimiento radicular, siendo considerada como Rizobacteria Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV) y suscita su desarrollo radicular fuerte y sano, debido a la secreción de fitohormonas, lo que permite un óptimo crecimiento de raíces, y por consiguiente una mejor asimilación de agua y nutrientes.

Schoebitz, (2006, pp. 11 - 12) menciona que las *Rizobacteria* Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV) provocan un aumento en la superficie y longitud radical de las plantas lo que conlleva un aumento en la absorción de agua y nutrientes.



**Gráfico 11-3.** Incremento de la longitud de la raíz (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.8 Peso fresco de las plantas

#### 3.8.1. *Peso fresco – Raíz*

El análisis de varianza para el peso fresco de la raíz de la planta determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,64% (Tabla 12-3).

**Tabla 12-3:** Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	796,74	6	132,79	2101,66	0,00	**
Repeticiones	0,18	2	0,09	1,40	0,28	ns
Error	0,76	12	0,06			
Total	797,67	20				
CV	1,64	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 13-3) para la variable peso fresco de la raíz presentó siete grupos:

En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso fresco alcanzado por la raíz con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 25 g; mientras que en el grupo “G” se ubicó el de menor peso fresco alcanzado por la raíz con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 5,88 g (Gráfico 12-3).

**Tabla 13-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	25	A*						
LCBSD2	T4	21,43		B					
LCTHD1	T1	17,43			C				
LCTHD2	T2	15,52				D			
LCAHD1	T5	12,62					E		
LCAHD2	T6	9,52						F	
CONTROL	T7	5,88							G

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 12-3.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la raíz.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.8.2. Peso fresco – Aéreo

El análisis de varianza para el peso fresco de la parte aérea de la planta determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,67% (Tabla 14-3).

**Tabla 14-3:** Análisis de varianza para la variable peso fresco de la parte aérea de la planta.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	3968,85	6	661,47	3125,2	0,00	**
Repeticiones	1,22	2	0,61	2,89	0,09	ns
Error	2,54	12	0,21			
Total	3972,61	20				
CV	1,67	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 15-3) para la variable peso fresco de la parte aérea de la planta presentó seis grupos:

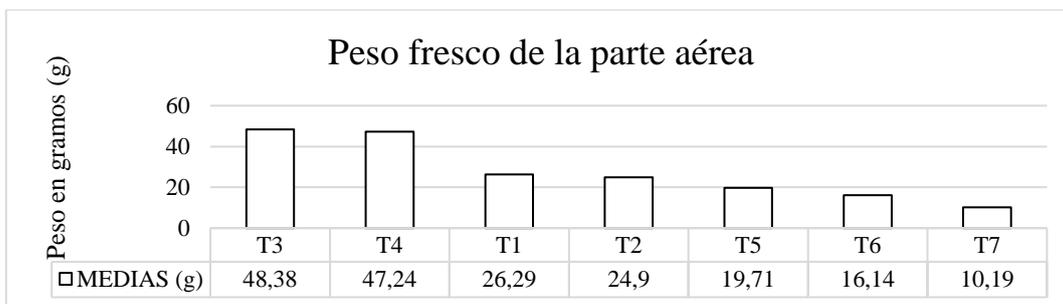
En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso fresco alcanzado por la parte aérea con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 15,57 g; mientras que en el grupo “F” se ubicó el de menor peso fresco alcanzado por la parte aérea con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 10,19 g (Gráfico 13-3).

**Tabla 15-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la parte aérea de la planta.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS					
LCBSD1	T3	48,38	A*					
LCBSD2	T4	47,24	A					
LCTHD1	T1	26,29		B				
LCTHD2	T2	24,9			C			
LCAHD1	T5	19,71				D		
LCAHD2	T6	16,14					E	
CONTROL	T7	10,19						F

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022



**Gráfico 13-3.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.8.3. *Peso fresco – Planta completa*

El análisis de varianza para el peso fresco de la planta completa determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,32% (Tabla 16-3).

**Tabla 16-3:** Análisis de varianza para la variable peso fresco de la planta completa.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	8186,57	6	1364,43	4239,61	0,00	**
Repeticiones	1,28	2	0,64	1,99	0,18	ns
Error	3,86	12	0,32			
Total	8191,71	20				
CV	1,32	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 17-3) para la variable peso fresco de la planta completa presentó siete grupos:

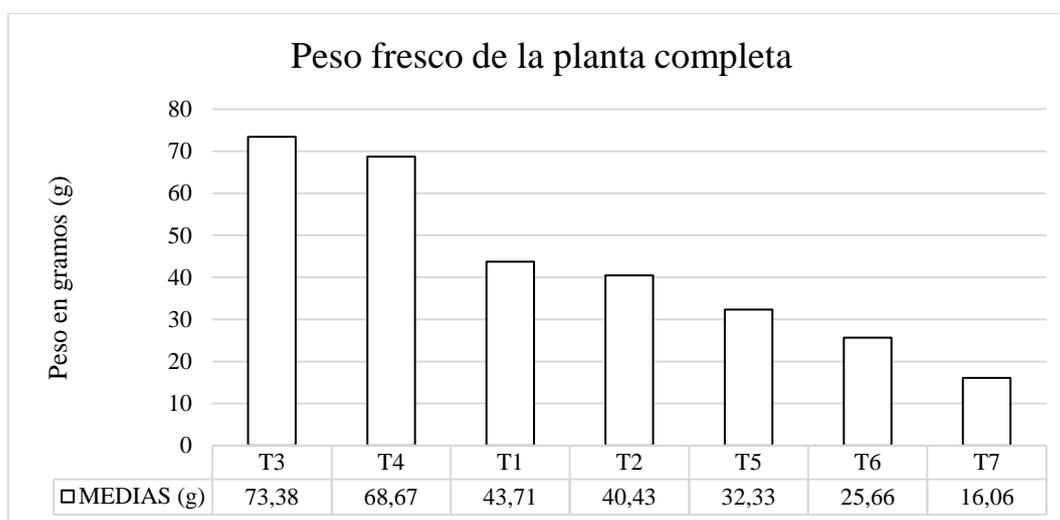
En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso fresco con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 73,38 g; mientras que en el grupo “G” se ubicó el de menor peso fresco con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 16,06 g (Gráfico 14-3).

**Tabla 17-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la planta completa.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS							
LCBSD1	T3	73,38	A*							
LCBSD2	T4	68,67		B						
LCTHD1	T1	43,71			C					
LCTHD2	T2	40,43				D				
LCAHD1	T5	32,33					E			
LCAHD2	T6	25,66						F		
CONTROL	T7	16,06							G	

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

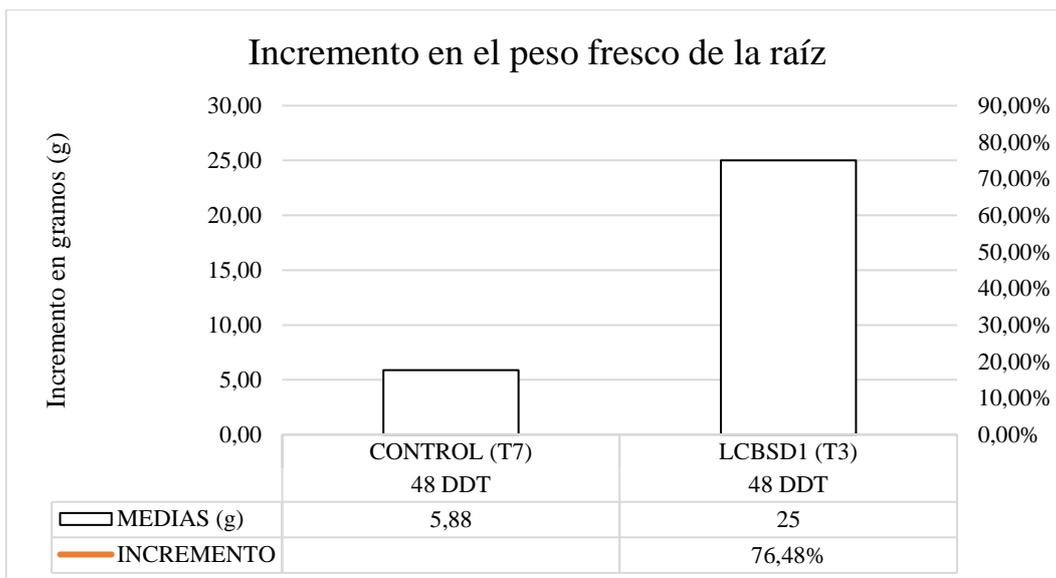


**Gráfico 14-3.** Efecto de los tratamientos en el peso húmedo de la planta completa.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

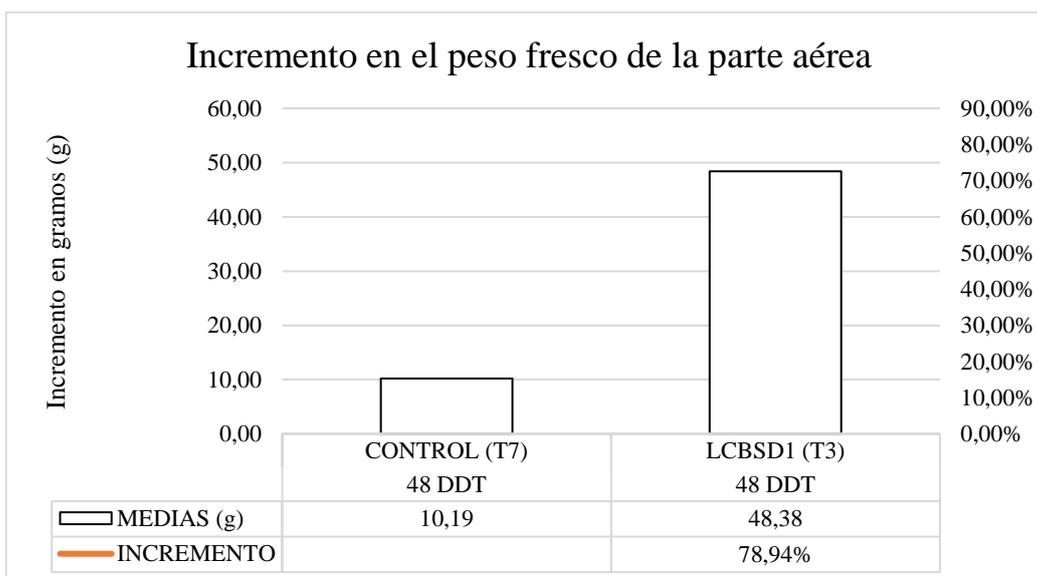
El cultivo de lechuga cultivar Starfighter RZ a los 48 días después del trasplante (ddt) presentó un incremento de 76,48% en el peso fresco de la raíz (Gráfico 15-3), un 78,94% en el peso fresco de la parte aérea de la planta (Gráfico 16-3) y un 78,11% en el peso fresco de la planta completa (Gráfico 17-3), debido a la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) en comparación con el T7 que son las Plantas Control.

Coincidiendo con Acurio et al. (2020, pp. 2 - 3) quienes mencionan en su investigación de Evaluación de *Bacillus* spp., como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli y lechuga que al inocular cepas bacterianas en la rizosfera de plántulas de lechuga, se observó un incremento significativo del peso fresco de la planta en relación al testigo que no fue inoculado, con hasta un 30% más de peso debido a su acción como rizobacteria promotora del crecimiento vegetal (RPCV).



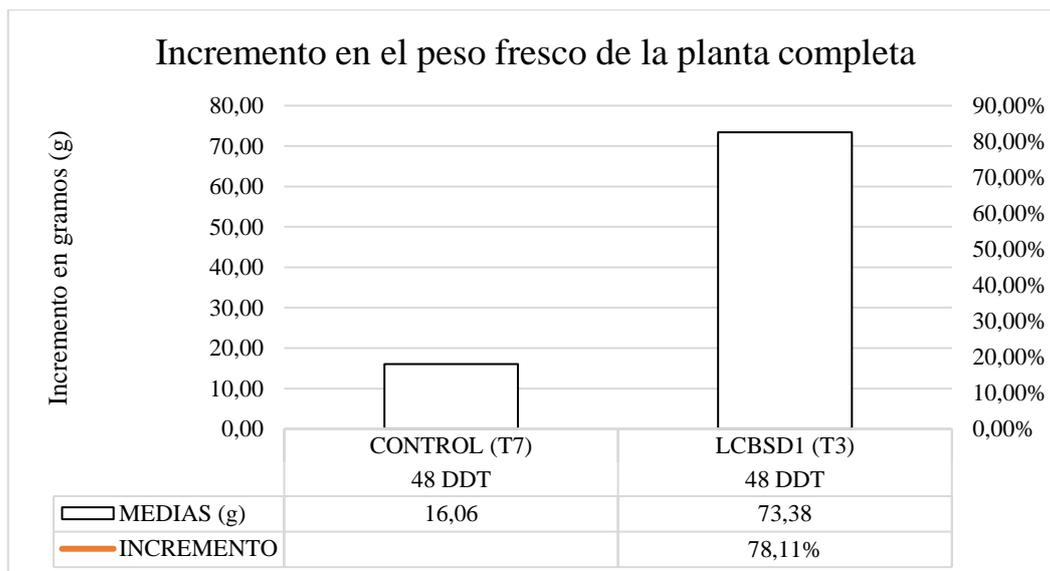
**Gráfico 15-3.** Incremento del peso fresco de la raíz (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 16-3.** Incremento del peso fresco de la parte aérea de la planta (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 17-3.** Incremento del peso fresco de la planta completa (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.9 Peso seco de las plantas

#### 3.9.1. *Peso seco – Raíz*

El análisis de varianza para el peso seco de la raíz de la planta determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,50% (Tabla 18-3).

**Tabla 18-3:** Análisis de varianza para la variable peso seco de la raíz de la planta

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	16,56	6	2,76	360,49	0,00	**
Repeticiones	0,03	2	0,01	1,82	0,20	ns
Error	0,09	12	0,01			
Total	16,68	20				
CV	4,5	%				

P- valor > 0,05 y > 0,01 ns: no significativo; P- valor < 0,05 y > 0,01 \*: significativo; P- valor < 0,05 y < 0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 19-3) para la variable peso seco de la raíz de la planta presentó seis grupos:

En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso seco alcanzado por la raíz con la aplicación de T3 que es Lombricompost con *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 3,30 g; mientras que en el grupo “F” se ubicó el de menor peso seco alcanzado por la raíz con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 0,42 g (Gráfico 18-3).

**Tabla 19-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	3,3	A*						
LCBSD2	T4	2,97		B					
LCTHD1	T1	1,95			C				
LCTHD2	T2	1,85			C	D			
LCAHD1	T5	1,66				D	E		
LCAHD2	T6	1,47					E		
CONTROL	T7	0,42							F

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 18-3.** Efecto de los tratamientos en el peso seco de la raíz.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.9.2. Peso seco –Aéreo

El análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea de la planta determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,83% (Tabla 20-3).

**Tabla 20-3:** Análisis de varianza para la variable peso seco de la parte aérea de la planta.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	20,89	6	3,48	3076,19	0,00	**
Repeticiones	0,01	2	0,00	4,31	0,04	*
Error	0,01	12	0,00			
Total	20,91	20				
CV	1.83	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 21-3) para la variable peso seco de la parte aérea de la planta presentó siete grupos:

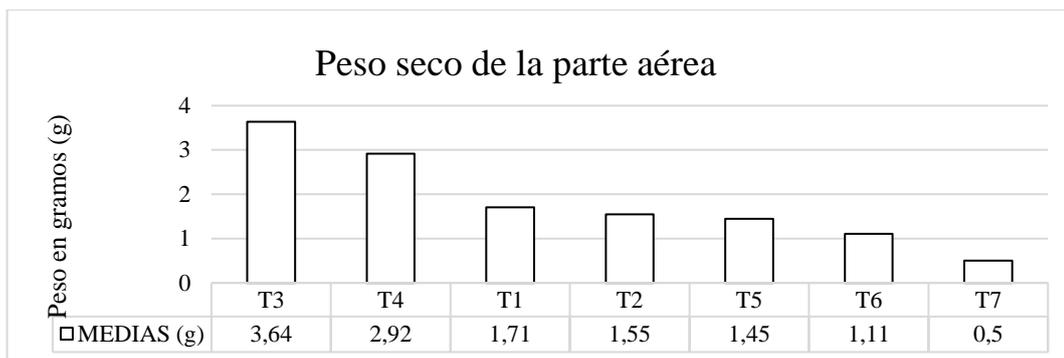
En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso seco alcanzado por la parte aérea con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* (1 mL) con una media de 3,64 g; mientras que en el grupo “G” se ubicó el de menor peso seco alcanzado por la parte aérea con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 0,50 g (Gráfico 19-3).

**Tabla 21-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la parte aérea de la planta.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	3,64	A*						
LCBSD2	T4	2,92		B					
LCTHD1	T1	1,71			C				
LCTHD2	T2	1,55				D			
LCAHD1	T5	1,45					E		
LCAHD2	T6	1,11						F	
CONTROL	T7	0,5							G

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 19-3.** Efecto de los tratamientos en el peso seco de la parte aérea.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

### 3.9.3. *Peso seco – Planta completa*

El análisis de varianza para el peso seco de la planta completa determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,36% (Tabla 22-3).

**Tabla 22-3:** Análisis de varianza para la variable peso seco de la planta completa.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	74,83	6	12,47	4773,77	0,00	**
Repeticiones	0,00	2	0,00	0,03	0,97	ns
Error	0,03	12	0,00			
Total	74,87	20				
CV	1,36	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

**Realizado por:** Quishpe, 2022.

La prueba de Tukey al 5% (Tabla 22-3) para la variable peso seco de la planta completa presentó siete grupos:

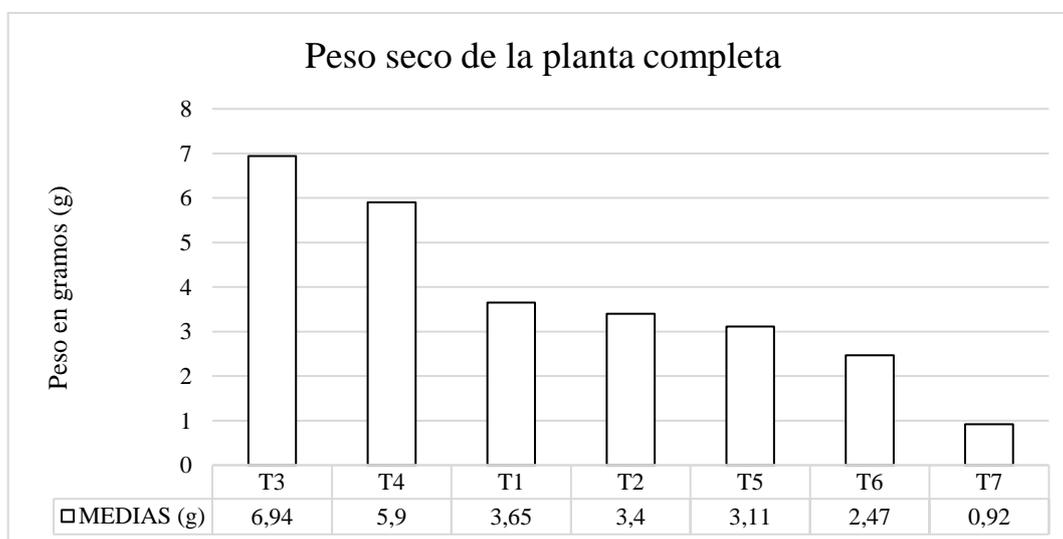
En el grupo “A” se ubicó el de mayor peso seco con la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 6,94 g; mientras que en el grupo “G” se ubicó el de menor peso seco con la aplicación de T7 que son las Plantas Control con una media de 0,92 g (Gráfico 20-3).

**Tabla 23-3:** Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la planta completa.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS						
LCBSD1	T3	6,94	A*						
LCBSD2	T4	5,9		B					
LCTHD1	T1	3,65			C				
LCTHD2	T2	3,4				D			
LCAHD1	T5	3,11					E		
LCAHD2	T6	2,47						F	
CONTROL	T7	0,92							G

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 20-3.** Efecto de los tratamientos en el peso seco de la planta completa.

**Realizado por:** Quishpe, Andrea 2022.

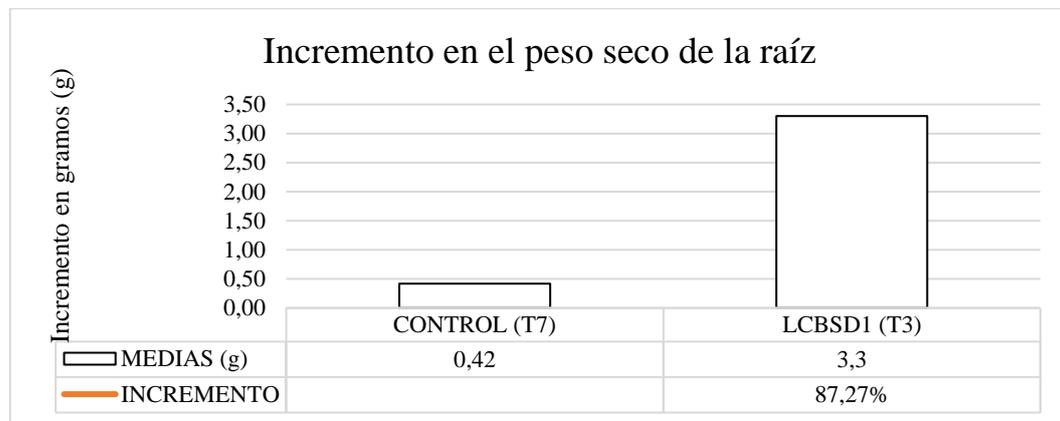
El cultivo de lechuga cultivar Starfighter RZ después de estar por 72 horas en la estufa a 60°C mostró un incremento de 87,27% en el peso seco de la raíz (Gráfico 21-3), un 86,26% en el peso seco de la parte aérea de la planta (Gráfico 22-3) y un 86,74% en el peso seco de la planta completa (Gráfico 23-3), debido a la aplicación de T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) en comparación con el T7 que son las Plantas Control.

Esto puede deberse a que existe una mayor absorción de nutrientes por parte de la planta, a través de un crecimiento mayor de las raíces inducido por la bacteria mediante la producción de algunas fitohormonas.

Coincidiendo con Bashan et al.(1996) quienes mencionan que la incorporación de bacterias benéficas

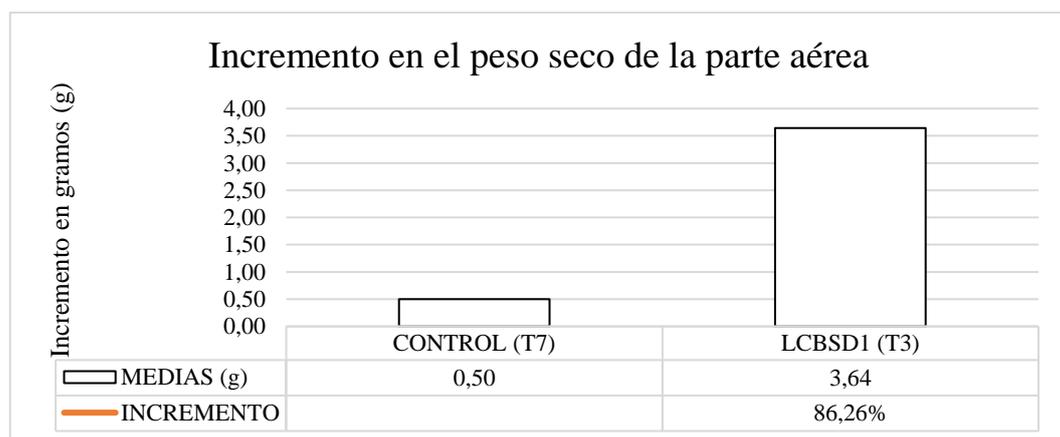
al sistema radicular de las plantas puede cambiar diversas variables del follaje y raíz, a través del incremento de la absorción de minerales por parte de la planta, dentro de los cuales se ha propuesto la absorción de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$  y  $\text{Fe}_2^+$ , los cuales son responsables de incrementar la materia seca total.

Así mismo Ramos (2011, pp. 280- 29) menciona en su investigación de *Bacillus subtilis*: Producción de fracciones peptídicas antimicrobianas y promoción de crecimiento vegetal de tomate, que la aplicación de *Bacillus subtilis* mostró diferencias significativas entre las plantas tratadas vs el testigo superando en un 21,8% al testigo en acumulación de materia seca en tallo, 35% en raíz, 44,5% en hojas y 107% en área foliar.



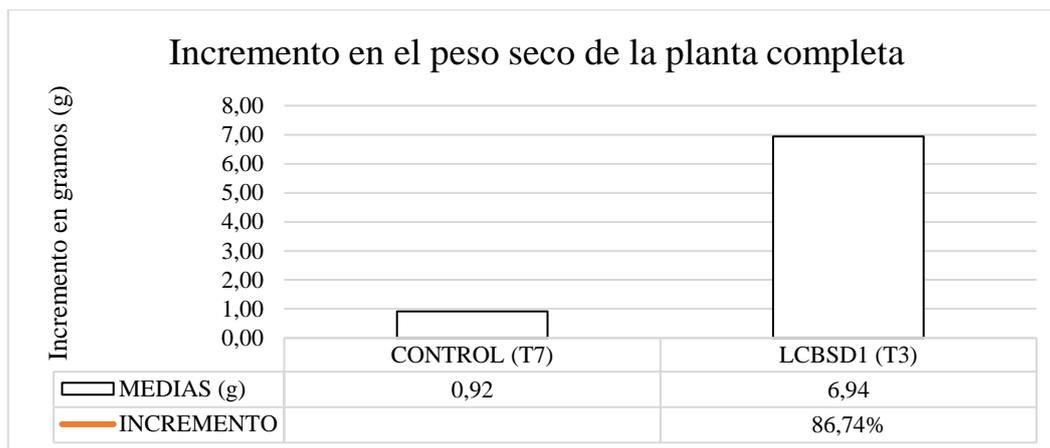
**Gráfico 21-3.** Incremento del peso seco de la raíz (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 22-3.** Incremento del peso seco de la parte aérea de la planta (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 23-3.** Incremento del peso seco de la planta completa (cm).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

### 3.10 Rendimiento

El análisis de varianza para el rendimiento del cultivo determinó que existieron diferencias altamente significativas para tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,69 % (Tabla 24-3).

**Tabla 24-3:** Análisis de varianza para el rendimiento del cultivo

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
Tratamientos	11946193,61	6	1991032,27	3343,49	0	**
Repeticiones	3441,50	2	1720,75	2,89	0,0945	ns
Error	7145,95	12	595,50			
Total	11956781,05	20				
CV	1,69	%				

P-valor >0,05 y >0,01 ns: no significativo; P-valor <0,05 y >0,01 \*: significativo; P-valor <0,05 y <0,01 \*\*: altamente significativo.

Realizado por: Quishpe, 2022.

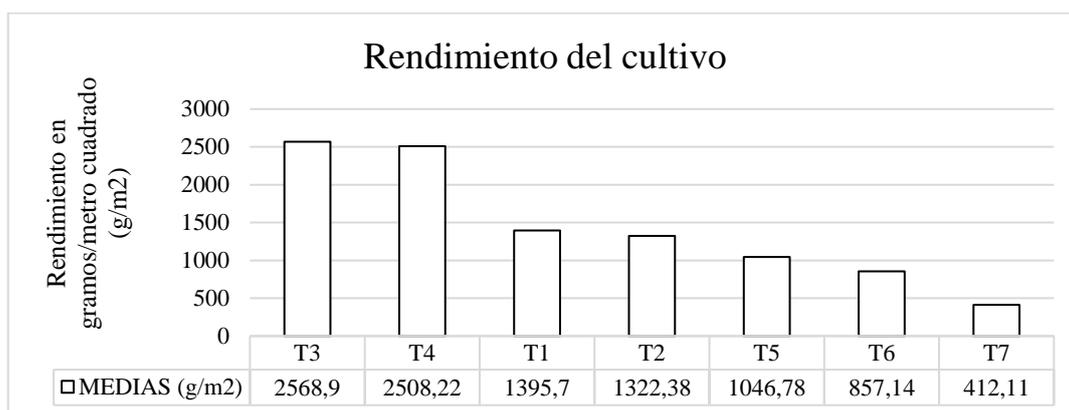
La prueba de Tukey al 5% (Tabla 25-3) para la variable rendimiento del cultivo presentó seis grupos: en el grupo “A” se ubicó el de mayor rendimiento alcanzado por el cultivo con la aplicación del T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 2568,90 g/m<sup>2</sup>; mientras que en el grupo “F” se ubicó el de menor rendimiento alcanzado por el cultivo con la aplicación del T7 que son las Plantas Control con una media de 412,11 g/m<sup>2</sup> (Gráfico 24-3).

**Tabla 25-3:** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento del cultivo.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	MEDIAS (g)	GRUPOS			
LCBSD1	T3	2568,90	A*			
LCBSD2	T4	2508,22	A			
LCTHD1	T1	1395,70		B		
LCTHD2	T2	1322,38			C	
LCAHD1	T5	1046,78				D
LCAHD2	T6	857,14				E
CONTROL	T7	412,11				F

\*Letras diferentes denotan diferencia significativa entre tratamientos según la Prueba de Tukey al 5%

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 24-3.** Efecto de los tratamientos en el rendimiento del cultivo.

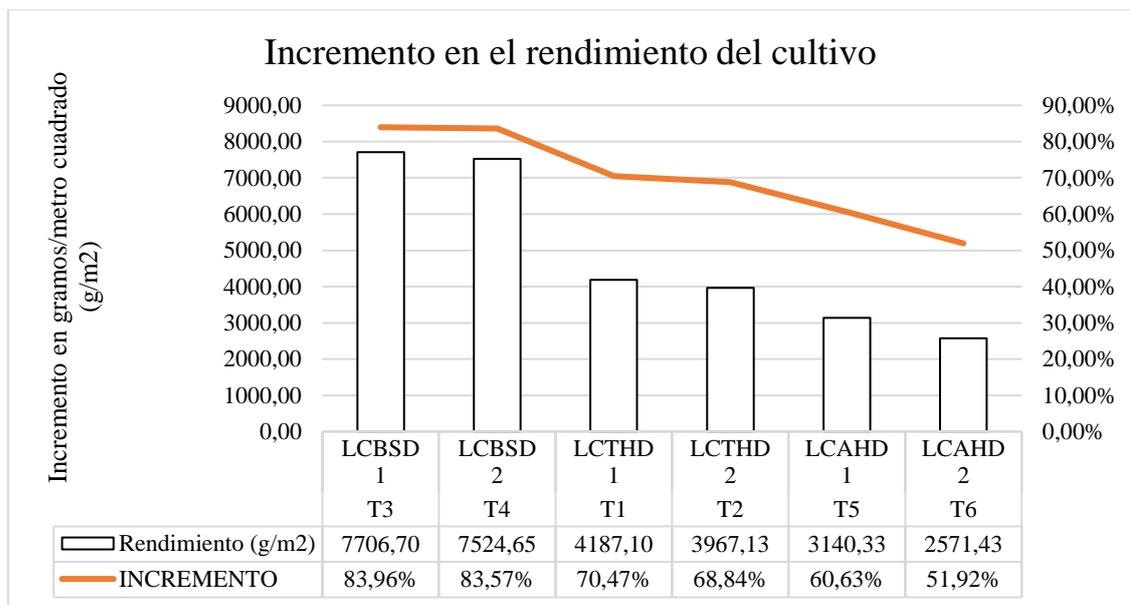
Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza determinaron que la aplicación del T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) mostró el mayor rendimiento, generando un incremento del 83,96%, seguido del T4 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 2 (2 mL) que mostró un incremento del 83,57%, ambos en comparación con el T7 que son las Plantas Control (Gráfico 25-3). Esto es corroborado por Orrala (2015, pp. 7 - 8) quien manifiesta que las bacterias promotoras de crecimiento aumentan el rendimiento de los cultivos.

Así mismo Bigatton et al. (2020, p. 3) señala que *B. subtilis* posee mecanismos directos que promueven el desarrollo vegetal, como la producción de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) y estas intervienen en la división y elongación celular, en la actividad de meristemas reproductivos lo que conlleva al incremento de botones florales y por ende en el rendimiento, entre las auxinas

producidas por *la bacteria* se tiene al ácido indolacético (AIA) que promueve la formación de pelos radiculares lo que conlleva a una mejor toma de nutrientes derivando en un mayor crecimiento y rendimiento de las plantas.

En relación con la dosis Urquiza (2009, p. 96) menciona que, aunque no encontró diferencias significativas en los tratamientos si encontró que el promedio del rendimiento fue superior con una dosis alta de *Bacillus subtilis* en comparación al testigo, llegando a 21,34 Tm/ha. Así mismo Bigatton et al. (2020, p. 30) menciona que acerca del rendimiento de acuerdo con las dosificaciones en donde dosis 2 (5 mL/L) y dosis 1 (3 mL/L) obtuvieron los mejores promedios con 7,30 y 6,97 kg/m<sup>2</sup> respectivamente. Lo que contrarresta con esta investigación, ya que se obtuvo un mayor rendimiento con la dosis más baja de *B. subtilis* lo que pudo deberse a las altas poblaciones de hongos fitopatógenos encontrados en el cultivo, los cuales ocasionaron daños directos en la lechuga, lo que conlleva a que exista marchitamiento, clorosis, pérdida de vigor provocando una notable reducción en el crecimiento de la planta. Además que en el ensayo no se manejó ningún tipo de fertilización química ni se usaron plaguicidas para el control de plagas y enfermedades, lo que se traduce en reducción en el rendimiento.



**Gráfico 25-3.** Incremento del rendimiento del cultivo (g/m<sup>2</sup>).

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

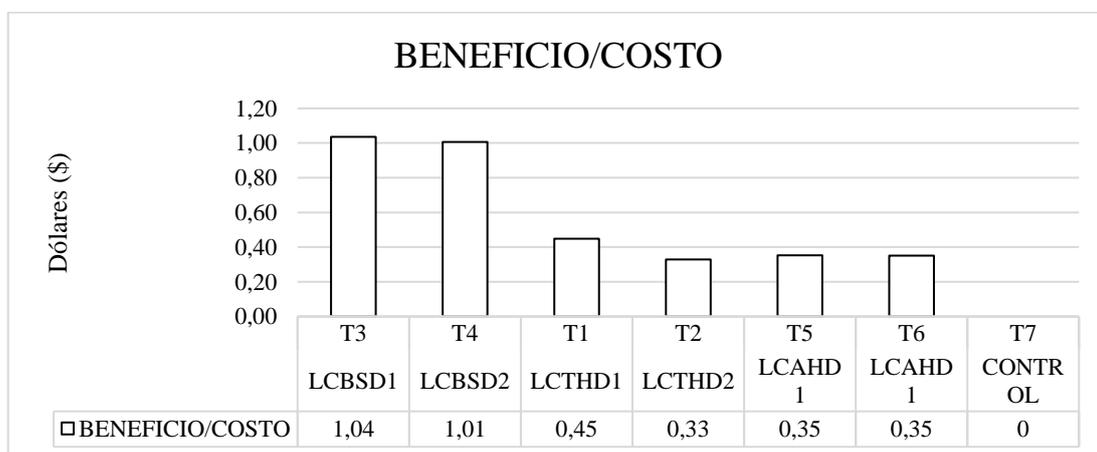
### 3.11 Análisis económico

Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio/costo con la finalidad de establecer el tratamiento con mayor rentabilidad (Tabla 26-3).

**Tabla 26-3:** Análisis económico según Beneficio/Costo.

TRATAMIENTO Y CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	BENEFICIO/COSTO (\$)	RENTABILIDAD (%)
T1 (LCTHD1)	Lombricompost más <i>Trichoderma harzianum</i> dosis 1 (5 g)	0,45	-55,05
T2 (LCTHD2)	Lombricompost más <i>Trichoderma harzianum</i> dosis 2 (10 g)	0,33	-67,17
T3 (LCBSD1)	Lombricompost más <i>Bacillus subtilis</i> dosis 1 (1 mL)	1,04	3,68
T4 (LCBSD2)	Lombricompost más <i>Bacillus subtilis</i> dosis 2 (2 mL)	1,01	0,56
T5 (LCAHD1)	Lombricompost más Ácidos húmicos dosis 1 (0,05 g)	0,35	-64,63
T6 (LCAHD2)	Lombricompost más Ácidos húmicos dosis 2 (0,10 g)	0,35	-64,83
T7 (CONTROL)	Plantas control	0	-100

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.



**Gráfico 26-3.** Efecto de los tratamientos en Beneficio/Costo.

Realizado por: Quishpe, Andrea 2022.

De acuerdo con el análisis económico (Tabla 26-3) (Gráfico 26-3) el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) presentó la mayor relación beneficio/costo con 1,04 dólares, es decir que se recupera el dólar invertido y se tiene una ganancia de 0,04 centavos de dólar con una rentabilidad de 3,68% (Anexo T), seguido del T4 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis*

dosis 2 (2 mL) que presentó una relación beneficio/costo de 1,01 dólares es decir que se recupera el dólar invertido y se tiene una ganancia de 0,01 centavos de dólar con una rentabilidad de 0,56% (Anexo U). Mientras que en el tratamiento T7 que son las Plantas Control se obtuvo una relación beneficio/costo de 0,00 centavos de dólar es decir que no se recupera el dólar invertido y existió una pérdida total, con una rentabilidad de -100% (Anexo X). Lo que sugiere que la investigación no es viable económicamente.

*Bacillus subtilis* es una bacteria que suele ser utilizada como Rizobacteria Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV). Por lo cual Bigatton et al. (2020, p. 3) menciona que *B. subtilis* posee mecanismos directos que promueven el desarrollo vegetal, como la producción de fitohormonas que intervienen en la división y elongación celular, en la actividad de meristemas reproductivos lo que conlleva al incremento de botones florales y por ende en el rendimiento, entre las auxinas producidas por la bacteria se tiene al ácido indolacético (AIA) que promueve la formación de pelos radiculares lo que conlleva a una mejor toma de nutrientes derivando en un mayor crecimiento y rendimiento de las plantas.

Lo que se puede corroborar con la presente investigación donde se determinó que la aplicación de *Bacillus subtilis* considerada como Rizobacteria Promotora del Crecimiento Vegetal (RPCV), influye considerablemente en el desarrollo de la planta en distintos indicadores como: altura de la planta, longitud de la raíz, peso fresco (raíz, parte aérea y planta completa), peso seco (raíz, parte aérea y planta completa), rendimiento y relación beneficio/costo.

Es importante considerar que *Bacillus subtilis* es también considerada como un agente biocontrolador. Por lo cual Rojas et al (2013, pp. 38 - 39) menciona que en cuanto a los mecanismos que actúan de modo indirecto pueden provocar disminución o incluso la eliminación de organismos fitopatógenos, ya sea por: la producción de lipopéptidos como fengicina, surfactina e iturinas; la inducción de la Respuesta Sistémica Inducida en plantas (RSI) que activa el sistema de defensa de la planta; la producción de enzimas líticas; competencia de espacio o de nutrientes; antibiosis y cianuros de hidrógeno que inhibe el desarrollo de fitopatógenos; hidrólisis de ácido fusárico para liberar 1 – 3 – glucanasa, lo que va a permitir impactar en el desarrollo de la pared fúngica de hongos como *Rhizoctonia solani* o *Phytophthora ultimum*.

Lo que es corroborado por Ariza & Sánchez (2012, pp. 149 - 155) en su investigación de *Bacillus subtilis* como biocontrolador, donde afirman el efecto que ejerce la bacteria como agente biocontrolador sobre *Fusarium* spp. Con la liberación del lipopéptido Iturina A, donde se expresó un porcentaje de 70 a 100% de inhibición de crecimiento sobre *Fusarium* spp. Causante de la marchitez, pudrición seca, fusariosis, etc. lo que provoca la muerte temprana de la planta.

Del mismo modo Sánchez (2016, p. 137) afirma en su investigación sobre solanáceas la habilidad que presentó *Bacillus subtilis* para controlar organismos fitopatógenos, ya que la bacteria produce proteasa, quitosanasas y compuestos antifúngicos que le permiten inhibir el crecimiento de *Rhizoctonia solani* a través de antibiosis.

Pedraza et al. (2020, p. 116) demostró en su investigación de sustancias antimicrobianas en tomate, que *Bacillus subtilis* tiene la capacidad de producir iturinas que permiten el control de *Rhizoctonia solani* empleando cromatografía líquida de alta precisión y que estas sustancias no estuvieron presentes en las plantas de control.

Por lo tanto, las interacciones de *Bacillus subtilis* con el medio biótico – plantas y microorganismos son un tanto complicadas y manejan distintos mecanismos de acción para influir en el desarrollo y crecimiento de los cultivos. Los cuales se agrupan en biofertilización, fitoestimulación y biocontrol. Por lo cual al inocular a las plantas con la bacteria contribuye a la economía del agricultor al aumentar el rendimiento y al reducir el consumo de productos químicos y las secuelas que éstos provocan en la calidad del suelo (Moreno et al., 2018, p. 68).

## CONCLUSIONES

- La mayor altura de la planta a los 3, 18, 33 y 48 días después del trasplante se obtuvo con el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con medias de 4,12; 7,52; 11,34 y 15,57 cm respectivamente.
- La mayor longitud de raíz a los 48 días después del trasplante se obtuvo con el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 23,40 cm.
- El mayor peso fresco de la raíz, de la parte aérea y de la planta completa a los 48 días después del trasplante se obtuvo con el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* con la dosis 1 (1 mL) con medias de 25; 48,38 y 73,38 g respectivamente.
- El mayor peso seco de la raíz, parte aérea y de la planta completa se obtuvo con el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con medias de 3,30; 3,64 y 6,94 g respectivamente.
- El mayor rendimiento del cultivo se obtuvo con el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una media de 2902,86 g/m<sup>2</sup>.
- La mayor relación beneficio/costo fue de 1,04 centavos de dólar que presentó el T3 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL) con una rentabilidad de 3,68%, seguido del T4 que es Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 2 (2 mL) que presentó una relación beneficio/costo de 1,01 dólares con una rentabilidad de 0,56%, mientras que con el tratamiento T7 se obtuvo una relación beneficio/costo de 0,00 centavos de dólar. Lo que sugiere que la investigación no es viable económicamente.

## RECOMENDACIONES

- Para alcanzar las mejores características fisiológicas en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero se recomienda la aplicación de Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 1 (1 mL).
- Realizar más investigaciones utilizando Lombricompost más *Bacillus subtilis* dosis 2 (2 mL) con un adecuado y estricto manejo fitosanitario y de fertilización para corroborar si a mayor dosis existe un mayor rendimiento como lo planteado por otros autores.
- Desde el punto de vista agronómico y económico para obtener un mayor rendimiento en g/m<sup>2</sup> y una mayor relación beneficio/costo se recomienda aplicar Lombricompost con *Bacillus subtilis* (1 mL) junto a una combinación correcta y adecuada de manejo sanitario, así como de fertilización para obtener resultados óptimos.
- Para una futura investigación se recomienda cuantificar la cantidad de bacterias presentes por mililitro de leche de soya saborizada, considerando que a mayor tiempo, existe una mayor concentración de las mismas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACURIO, R; et al.** “Evaluación de *Bacillus* spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). Ciencia y Tecnología Agropecuaria [en línea], 2020, (Ecuador) 21 (3), p. 1 – 16. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 0122-8706. Disponible en <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/1465>

**ADESEMOYE, A; et al.** “Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers”. Microbial ecology [en línea], 2009, (Estados Unidos), 58(4), p. 921 - 929. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s00248-009-9531-y>

**ANGAMARCA, F; & PINANGO, J.** La evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Christhead., en la parroquia San Francisco cantón Ibarra [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2013. pp. 8 - 11 .[Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2641/1/03%20AGP%20167%20TESIS.pdf>

**ARIZA, Y; & SÁNCHEZ, L.** “Determinación de metabolitos secundarios a partir de *Bacillus subtilis* efecto biocontrolador sobre *Fusarium* sp.”. Nova [en línea], 2012, (Colombia) 10(18), pp. 149 – 155. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702012000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702012000200002)

**BAL, U; & ALTINTAS, S.** “Effects of *Trichoderma harzianum* on lettuce in protected cultivation”. Journal of Central European Agriculture [en línea], 2008, (Turquía) 9(1), pp. 63-70. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en <https://hrcak.srce.hr/24866>

**BASHAN, Y; et al.** “Interactions between plants and beneficial microorganisms II. Associative rhizosphere bacteria”. Terra (Mexico) [en línea], 1996. (México) 14(2), pp. 195 – 210. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 0187-5779. Disponible en <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=MX1998A01132>

**BIGATTON, E; et al.** “Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) y sus efectos sobre la floración, ontogenia del grano y la granometría del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.)”. South American Sciences [en línea], 2020, (Argentina) 1(2), pp. 1 – 11. [Consulta: 01 enero

2022]. ISSN 2675-7222. Disponible en:  
<https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/145413>

**CALVO, P; & ZÚÑIGA D.** “Caracterización fisiológica de cepas de *Bacillus* spp. aisladas de la rizosfera de papa (*Solanum tuberosum*)”. *Ecología Aplicada* [en línea], 2010, (Perú) 9(1), pp. 31-39. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 1726-2216. Disponible en <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103290308>

**CAZORLA, A.** Estudio Bioagronómico de catorce cultivares de Lechuga Tipo Mantecosa (*Lactuca sativa* L.), en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador. 2011. pp. 12 – 13. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/675/1/13T0698%20.pdf>

**CENTENO, L.** Respuesta de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de tres ácidos húmicos en el valle de Moquegua [en línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Perú. 2015. pp. 1 - 83. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1750>

**CONTROL BIO.** *Uso de Bacillus Subtilis como biofungicida en agricultura y jardinería.* [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: [https://controlbio.es/es/blog/c/76\\_uso-de-bacillus-subtilis-como-biofungicida-en-agricultura-y-jardineria.h#:~:text=Bacillus%20subtilis%20es%20una%20bacteria,amplio%20espectro%20de%20agentes%20pat%C3%B3genos.](https://controlbio.es/es/blog/c/76_uso-de-bacillus-subtilis-como-biofungicida-en-agricultura-y-jardineria.h#:~:text=Bacillus%20subtilis%20es%20una%20bacteria,amplio%20espectro%20de%20agentes%20pat%C3%B3genos.)

**CUBILLOS J; et al.** “Trichoderma harzianum como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener)”. *Agronomía Colombiana* [en línea], 2009, (Colombia) 27(1), pp. 81 – 86. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314730011.pdf>

**DÍAZ, A.** *Zonas de vida de Holdridge* [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://biogeografia.net/bioclima06e.html>

**DOMÍNGUEZ, F.** *Evaluación del Área Reforestada y Revegetada en el Campo Petrolero Secoya, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos* Girardot [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales,

Riobamba, Ecuador. 2011. pp. 1 - 87. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/688/1/13T0702%20.pdf>

**ESAN.** *El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas* [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas>

**ESPINOSA, B; et al.** “Inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. afrodita en invernadero”. *Terra Latinoamericana* [en línea], 2017, (México) 35(2), pp. 169-178. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 0187-5779. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792017000200169&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792017000200169&script=sci_arttext)

**GALEAS, M.** Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ambato, Ecuador. 2014. pp. 1 - 72. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7031/1/tesis-012%20Maestr%20c3%ada%20en%20Agroecolog%20y%20Ambiente%20-%20CD%20231.pdf>

**GONZÁLEZ, W.** Producción de lechuga hidropónica *Lactuca sativa* L., en sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, La libertad, Ecuador. 2020. pp. 1 - 43. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5684/1/UPSE-TIA-2021-0005.pdf>

**GUÉDEZ, C; et al.** “Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria* spp.)”. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* [en línea], 2009, (Venezuela) 29(1), pp. 34 - 38. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 1317-973X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1994/199416353007.pdf>

**GUERRERO, J; & SALCIDO, M.** *Beneficios de Bacillus subtilis en tomate*[blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/biorracional-organico/los-beneficios-de-b-subtilis-en-tomates/>

**HARO, P.** Diagnóstico de cultivos hortícolas que realizan las personas con capacidades especiales en el cantón Alausí, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación).

(Ingeniería). Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Guaranda, Ecuador. 2012. pp. 1 - 87. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1013/1/050.pdf>

**HOWELL, C.** “Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts”. *Plant disease*, [en línea], 2003, (Estados Unidos) 87(1), pp. 4 - 10. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS.2003.87.1.4>

**HUMINTECH.** *Qué son los ácidos húmicos: Definición, Génesis y Beneficios* [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.humintech.com/es/agricultura/informaciones/que-son-acidos-humicos>

**INFANTE, D; et al.** “Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos”. *Revista de protección vegetal* [en línea], 2009, (Cuba) 24(1), pp. 14 - 21. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>

**LARREA, I; et al.** “Aislamiento y caracterización de cepas de *Bacillus* spp. con actividad contra *Tetranychus urticae* Koch en cultivos comerciales de rosas”. *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea], 2015, (Ecuador) 17(2), pp. 140-148. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/54291/53718>

**LAYTON, C; et al.** “*Bacillus* spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos”. *Nova* [en línea], 2011, (Colombia) 9(15), pp. 177-187. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 1794-2470 Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/501/1061>

**LEGALL, J; et al.** *Manual Básico de Lombricultura para condiciones Tropicales* [en línea]. Nicaragua, 2006. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: [https://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual\\_basico\\_lombricultura\\_tropical.pdf](https://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_basico_lombricultura_tropical.pdf)

**MACÍAS, K.** *Estudio de *Bacillus subtilis* como bacteria promotora de crecimiento vegetal en cultivos hortícolas en Los Ríos* [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Los Ríos, Ecuador. 2021. pp. 1 – 21. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10339/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000175.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MANZANO, J.** Evaluación de tres dosis de potasio en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. crispa bajo el sistema hidropónico en invernadero [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 1 – 93. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/8176/1/13T0855.pdf>

**MARTÍNEZ, Z.** Algunos aspectos epidemiológicos del moho blanco de la lechuga (*Lactuca sativa*) en dos municipios productores de Cundinamarca [En línea] (Trabajo de Titulación). (Licenciatura) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Cundinamarca, Ecuador. 2008. pp. 1 - 100. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8195/tesis110.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MEDINA, F.** “Necesidades nutricionales y de riego de la lechuga”. Revista agropecuaria [en línea], 2017, (España). [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/9945-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11489-1-10-20170329.pdf>

**MÉNDEZ, C.** Producción de lombricompost a base de hojarasca obtenida en la universidad de Cundinamarca seccional Girardot [En línea] (Trabajo de Titulación). (Doctorado). Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cundinamarca. Colombia. 2017. pp. 12 – 56. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/946/Produccion%20de%20lombricompost%20a%20base%20de%20hojarasca%20obtenida%20en%20la%20Universidad%20de%20Cundinamarca%20seccional%20Girardot.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MILIÁN, G; et al.** “Metodología para el aislamiento, identificación y selección de cepas de *Bacillus* spp. para la elaboración de aditivos zootécnicos”. Cuban Journal of Agricultural Science [en línea], 2017, Cuba 51(2), pp. 197 – 207. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 2079-3480. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2079-34802017000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802017000200005)

**MORENO, A; et al.** “Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable”. Revista Colombiana de Biotecnología [en línea], 2018, (Colombia) 20(1), p. 68. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-34752018000100068](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752018000100068)

**MORINIGO, A; et al.** *Carencia Nutricional La Lechuga* [blog]. Paraguay: 2010. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos82/carencia-nutricional-lechuga/carencia-nutricional-lechuga>

**MOROCHO, T; & LEIVA, M.** “Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas”. Centro Agrícola [en línea], 2019, (Ecuador) 46(2), pp. 93-103. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093)

**NAVARRO, G; & NAVARRO, S.** *Fertilizantes Química y Acción* [en línea]. España: Mundiprensa, 2014. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Fertilizantes\\_qu%C3%ADmica\\_y\\_acci%C3%B3n.html?id=3McUBQAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Fertilizantes_qu%C3%ADmica_y_acci%C3%B3n.html?id=3McUBQAAQBAJ&redir_esc=y)

**ÑACATO, C; & VALENCIA, M.** Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autóctonas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de *Alternaria* spp. en *Brassica oleracea* var. itálica [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2016. pp. 1 – 41. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12144/1/UPS-QT09671.pdf>

**ORRALA, E.** Efecto de la inoculación con bacterias nativas promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.), en la comuna prosperidad, Cantón Santa Elena [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, La Libertad, Ecuador. 2015. pp. 1 – 48. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2739/1/UPSE-TIA-2015-035.pdf>

**PANT, G; et al.** “Production, optimization and partial purification of protease from *Bacillus subtilis*”. Journal of Taibah University for Science [en línea], 2015, (India) 9(1), pp. 50-55. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 0187-5779. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.jtusci.2014.04.010>

**PEDRAZA, L; et al.** “Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas”. Acta biológica colombiana [en línea], 2020, (Colombia) 25(1), p. 116. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/75045/Pdf>

**RAMOS, M.** *Bacillus subtilis*: producción de fracciones peptídicas antimicrobianas y promoción de crecimiento vegetal de tomate [En línea], (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, México. 2011. pp. 1 – 32. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4024/Ramos%20Hern%C3%A1ndez%2C%20Mar%C3%ADa%20Magdalena.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**ROJAS, D; et al.** “Mecanismos de estimulación del crecimiento vegetal en bacterias del género *Bacillus*”. *Biológicas* [en línea], 2013, (México) 15(2), pp. 38 – 39. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Rojas-Solis/publication/337843386\\_Biologicas\\_Diciembre\\_2013\\_152\\_36-41\\_Revista\\_de\\_la\\_DES\\_Ciencias\\_Biologico\\_Agropecuarias\\_Universidad\\_Michoacana\\_de\\_San\\_Nicolas\\_de/links/5dee870da6fdcc2837146025/Biologicas-Diciembre-2013-152-36-41-Revista-de-la-DES-Ciencias-Biologico-Agropecuarias-Universidad-Michoacana-de-San-Nicolas-de.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Rojas-Solis/publication/337843386_Biologicas_Diciembre_2013_152_36-41_Revista_de_la_DES_Ciencias_Biologico_Agropecuarias_Universidad_Michoacana_de_San_Nicolas_de/links/5dee870da6fdcc2837146025/Biologicas-Diciembre-2013-152-36-41-Revista-de-la-DES-Ciencias-Biologico-Agropecuarias-Universidad-Michoacana-de-San-Nicolas-de.pdf)

**ROMERO, O; et al.** “The characteristics of *Trichoderma harzianum* as a limiting agent in edible mushrooms”. *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea], 2009, (Colombia) 11(2), pp. 143-151. [Consulta: 01 enero 2022]. ISSN 0123-3475. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752009000200015&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752009000200015&script=sci_abstract&tlng=pt)

**ROSERO, N.** Efectos de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de “Damping off” en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L) en la zona del Quinche Provincia de Pichincha [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. 2011. pp. 1 – 44. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/140/T-UTB-FACIAG-AGR-000037.03.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

**SALINAS, C.** Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Amato, Ecuador. 2013. pp. 1 – 50. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20204.pdf>

**SÁNCHEZ, F.** "Importancia de los lipopéptidos de *Bacillus subtilis* en el control biológico de enfermedades en cultivos de gran valor económico" *Bionatura* [en línea], 2016, (Ecuador) 1(3), p. 137. [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://www.revistabionatura.com/files/lipopeptidos.pdf>

**SCHOEBITZ, M.** Aislamiento y caracterización de bacterias promotoras de crecimiento vegetal de la rizosfera de *Lolium perenne* L. de suelo volcánico (modelo género *Azospirillum* spp.) [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. 2006. pp. 1 – 52. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas364a/sources/fas364a.pdf>

**SORIA, S; et al.** *Bacillus subtilis* como agente de control biológico del patógeno de pinos *Fusarium circinatum* [En línea] (Trabajo de Titulación). (Pasantía) Facultad de Ingeniería UdelaR. Uruguay. 2010. pp. 1 – 34. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1644/1/uy24-14812.pdf>

**TEJERA, B; et al.** "Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos". *Revista CENIC Ciencias Biológicas* [en línea], 2011 (Cuba) 42(3), pp. 131-138. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf>

**URQUIZO, D.** Evaluación de la eficiencia de los productos *Bacillus subtilis* (RHAPSODY) y Difenconazole (Score 250) para el control de alternaria (*Alternaria dauci*) en dos cultivares de Zanahoria (*Daucus carota* L.) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador. 2009. pp. 1 - 103. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/317/1/13T0619%20.pdf>

**USDA.** *Taxonomía de la lechuga (Lactuca sativa L.)* [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=LASA3>

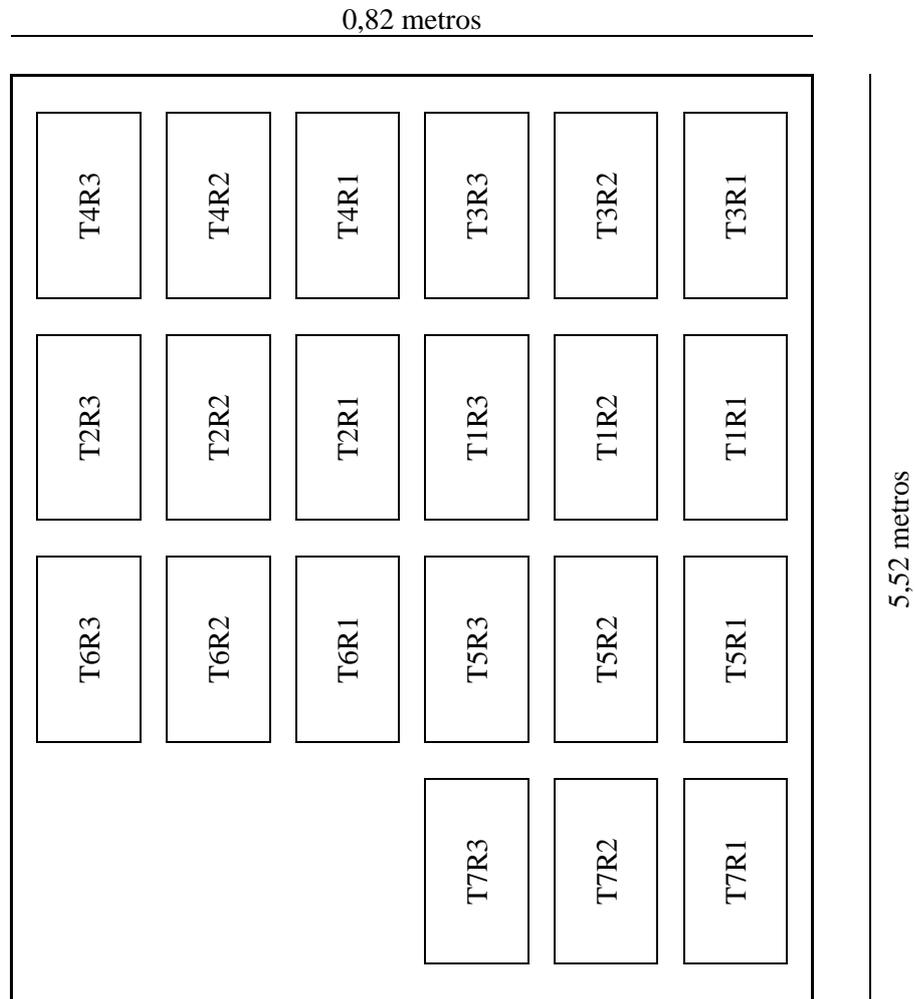
**VALDIVIA, R.** *Como hacer la prueba de germinación de semillas de granos básicos (Maíz, Frijol, Sorgo, Arroz)*. [blog]. [Consulta: 01 enero 2022]. Disponible en: [https://www.academia.edu/4321542/Como\\_hacer\\_la\\_prueba\\_de\\_germinaci%C3%B3n\\_de\\_semillas\\_de\\_granos\\_b%C3%A1sicos\\_Ma%C3%ADz\\_Frijol\\_Sorgo\\_Arroz](https://www.academia.edu/4321542/Como_hacer_la_prueba_de_germinaci%C3%B3n_de_semillas_de_granos_b%C3%A1sicos_Ma%C3%ADz_Frijol_Sorgo_Arroz)

  
R. Valdivia



**ANEXOS**

**ANEXO A: DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO.**



<p><b>ANEXO B: ACTIVACIÓN DE CEPA</b> <i>Trichoderma harzianum.</i></p>	<p><b>ANEXO C: ACTIVACIÓN DE</b> CEPA <i>Bacillus subtilis.</i></p>
	

<p><b>ANEXO D:</b> TAMIZAJE DE TIERRA + POMINA.</p>	<p><b>ANEXO E:</b> MEZCLA DEL SUSTRATO.</p>
	

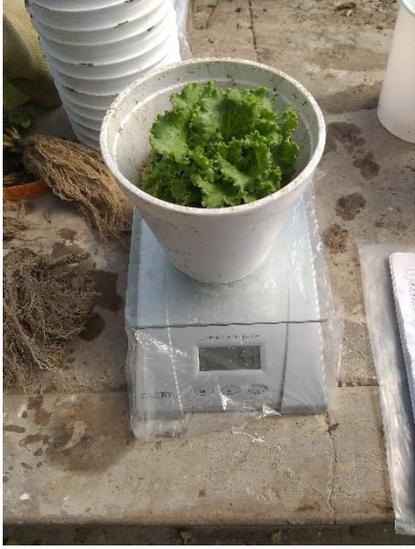
<p><b>ANEXO F:</b> TRASPLANTE.</p>	<p><b>ANEXO G:</b> FUENTES ADICIONALES: <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>Bacillus subtilis</i> Y ÁCIDOS HÚMICOS.</p>
	

<p><b>ANEXO H:</b> TOMA DE DATOS A LOS 3 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.</p>	<p><b>ANEXO I:</b> TOMA DE DATOS A LOS 18 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.</p>
	

<p><b>ANEXO J:</b> TOMA DE DATOS A LOS 33 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.</p>	<p><b>ANEXO K:</b> TOMA DE DATOS A LOS 48 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.</p>
	

<p><b>ANEXO L:</b> COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN ALTURA.</p>


<p><b>ANEXO M:</b> COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CRECIMIENTO RADICULAR.</p>


<p><b>ANEXO N:</b> TOMA DE DATOS DEL PESO FRESCO DE LA PLANTA.</p>	<p><b>ANEXO O:</b> MUESTRAS EMPAQUETADAS EN FUNDAS DE PAPEL PARA SU POSTERIOR SECADO EN LA ESTUFA.</p>
	

<p><b>ANEXO P:</b> MUESTRAS EN LA ESTUFA A 60°C POR 72 HORAS.</p>	<p><b>ANEXO Q:</b> TOMA DE DATOS DEL PESO SECO DE LA PLANTA.</p>
	

**ANEXO R: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T1 LOMBRICOMPOST MÁS *Trichoderma harzianum* DOSIS 1 (5 GRAMOS).**

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,36
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				<b>5,18</b>
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				<b>3,9</b>
<b>Medio de inoculación</b>				
Amaranto	kg	0,6	6	7,94
<b>Subtotal</b>				<b>7,94</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				<b>0,6</b>
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				<b>0,32</b>
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				<b>3,54</b>
Total				21,47
Imprevistos (10%)				2,15
<b>Gran Total</b>				<b>23,62</b>

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	10,62
COSTO TOTAL	23,62
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	<b>0,45</b>

<b>RENTABILIDAD</b>	<b>-55,05 %</b>
---------------------	-----------------

**ANEXO S:** COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T2 LOMBRICOMPOST MÁS *Trichoderma harzianum* DOSIS 2 (10 GRAMOS).

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,360
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				5,176
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				3,9
<b>Medio de inoculación</b>				
Amaranto	kg	1,2	6	15,87
<b>Subtotal</b>				15,87
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				0,6
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				0,32
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	hora	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				3,54
<b>Total</b>				29,41
Imprevistos (10%)				2,94
<b>Gran Total</b>				32,35

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	10,62
COSTO TOTAL	32,35
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	0,33

<b>RENTABILIDAD</b>	-67,17 %
---------------------	----------

**ANEXO T: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T3 LOMBRICOMPOST MÁS *Bacillus subtilis* DOSIS 1 (1 MILILITRO).**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,360
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				<b>5,176</b>
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				<b>3,9</b>
<b>Medio de inoculación</b>				
Leche de soya	mL	120	3,6	0,432
<b>Subtotal</b>				<b>0,432</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				<b>0,6</b>
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				<b>0,32</b>
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				<b>3,54</b>
<b>Total</b>				<b>13,97</b>
Imprevistos (10%)				1,40
<b>Gran Total</b>				<b>15,36</b>

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	16
COSTO TOTAL	15,36
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	<b>1,04</b>

<b>RENTABILIDAD</b>	<b>3,68 %</b>
---------------------	---------------

**ANEXO U: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T4 LOMBRICOMPOST MÁS *Bacillus subtilis* DOSIS 2 (2 MILILITROS).**

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,360
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				5,176
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				3,9
<b>Medio de inoculación</b>				
Leche de soya	mL	240	3,6	0,864
<b>Subtotal</b>				0,864
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				0,6
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				0,32
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				3,54
<b>Total</b>				14,39966667
<b>Imprevistos (10%)</b>				1,439966667
<b>Gran Total</b>				15,83963333

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	15,93
COSTO TOTAL	15,84
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	1,01

<b>RENTABILIDAD</b>	0,56 %
---------------------	--------

**ANEXO V: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T5 LOMBRICOMPOST MÁS ÁCIDOS HÚMICOS DOSIS 1 (0,05 GRAMOS).**

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,36
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				5,18
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				3,9
<b>Medio de inoculación</b>				
Ácidos húmicos	gramos	6	8	0,10
<b>Subtotal</b>				0,10
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	31	0,02	0,62
<b>Subtotal</b>				0,62
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				0,32
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				3,54
<b>Total</b>				13,65
Imprevistos (10%)				1,37
<b>Gran Total</b>				15,02

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	5,31
COSTO TOTAL	15,02
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	0,35

<b>RENTABILIDAD</b>	-64,63 %
---------------------	----------

**ANEXO W: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T6 LOMBRICOMPOST MÁS ÁCIDOS HÚMICOS DOSIS 2 (0,10 GRAMOS).**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Lombricompost	kg	9,38	8,96	3,36
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				<b>5,18</b>
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				<b>3,9</b>
<b>Medio de inoculación</b>				
Ácidos húmicos	gramos	12	8	0,19
<b>Subtotal</b>				<b>0,19</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				<b>0,6</b>
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	1,2	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				<b>0,32</b>
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				<b>3,54</b>
<b>Total</b>				<b>13,7</b>
<b>Imprevistos (10%)</b>				<b>1,4</b>
<b>Gran Total</b>				<b>15,1</b>

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	5,31
COSTO TOTAL	15,10
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	<b>0,35</b>

<b>RENTABILIDAD</b>	<b>-64,83 %</b>
---------------------	-----------------

**ANEXO X: COSTO DE PRODUCCIÓN PARA T7 PLANTAS CONTROL.**

<b>RUBROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT.</b>	<b>P. TOTAL</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Malla de sarán	metros	1	54,47	1,82
<b>Subtotal</b>				1,82
<b>Macetas</b>				
Macetas	unidad	30	0,11	3,3
Palillos	unidad	30	2,00	0,60
<b>Subtotal</b>				3,9
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	30	0,02	0,6
<b>Subtotal</b>				0,6
<b>Control físico</b>				
Trampas cromáticas	unidad	2	0,12	0,24
Palillos	unidad	4	2	0,08
<b>Subtotal</b>				0,32
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra	horas	2	1,77	3,54
<b>Subtotal</b>				3,54
<b>Total</b>				10,18
Imprevistos (10%)				1,02
<b>Gran Total</b>				11,19

<b>BENEFICIO COSTO</b>	
INGRESO TOTAL	0
COSTO TOTAL	11,19
<b>BENEFICIO / COSTO</b>	0

<b>RENTABILIDAD</b>	-100 %
---------------------	--------



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega: 25 / 07 / 2022**

<b>INFORMACIÓN DEL AUTORA (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Andrea Jimena Quishpe Gonzalez
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Agronomía
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Agrónoma
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1287-DBRA-UTP-2022