



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EFFECTO DE TRES DOSIFICACIONES DEL BIOFERTILIZANTE
MEDIANTE MICROORGANISMOS CULTIVADOS MEDIANTE
EL MÉTODO DE JADAM SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL
CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD CRESPA**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA: NELLY MARINA GRAMAL ANDRANGO

DIRECTORA: Ing. NORMA SOLEDAD ERAZO SANDOVAL, PhD.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Nelly Marina Gramal Andrango

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

Yo, NELLY MARINA GRAMAL ANDRANGO, 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, 4 de julio de 2022






Nelly Marina Gramal

Nelly Marina Gramal Andrango

C.I.: 1724545791

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, **EFETO DE TRES DOSIFICACIONES DEL BIOFERTILIZANTE MEDIANTE MICROORGANISMO CULTIVADOS MEDIANTE EL MÉTODO DE JADAM SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD CRESPA**, realizado por la señorita: **NELLY MARINA GRAMAL ANDRANGO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-04-07
Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval, PhD. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-04-07
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero, PhD. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-04-07

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se lo dedico a Dios por darme fortaleza, bendiciones, oportunidades y por permitir alcanzar esta meta. A mis padres Alfonso y Nelly por su infinita comprensión, apoyo y su amor incondicional que han sido mi fuerza en el transcurso de mi vida. A mis hermanos Jesús, Ana María y Josué por brindarme amistad y apoyo incondicional. A todos mis docentes especialmente a mis faros de luz que han sido en mi vida Ing. Norma Erazo y Lic. Ruth Moreno que fueron motivo de superación e impulsarme en todo momento y por confiar en mí.

Nelly

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincera infinita gratitud a Dios por darme fortaleza y por haber llenado de muchas bendiciones para poder cumplir esta meta. A la Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la Facultad de Recursos Naturales a sus docentes y autoridades. A la Ing. Norma Erazo. Ing. Pablo Álvarez, y Víctor Lindao, en calidad de directora, asesor y biometrista por dirigir mi trabajo de titulación con excelente disposición, amabilidad y contante orientación. A mi familia y amigos por brindarme su comprensión, amistad y apoyo en momentos decisivos.

Nelly

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Cultivo de lechuga	3
1.1.1. <i>Origen y Distribución Geográfica</i>	3
1.1.2. <i>Importancia del cultivo</i>	3
1.1.3. <i>Descripción taxonómica y morfología</i>	3
1.1.4. <i>Fenología del cultivo</i>	4
1.1.5. <i>Requerimiento del suelo y clima</i>	5
1.1.6. <i>Tipos de lechugas</i>	6
1.1.7. <i>Variedades</i>	6
1.1.8. <i>Manejo del cultivo</i>	6
1.1.8.1. <i>Fertilización</i>	6
1.1.8.2. <i>Siembra</i>	7
1.1.8.3. <i>Riego</i>	7
1.2. Control de malezas	7
1.2.1. Principales plagas y enfermedades	7
1.2.1.1. <i>Babosa (Sarasinula plebeia)</i>	7
1.2.1.2. <i>Pulgonos (Aphididae)</i>	7
1.2.1.3. <i>Gusano cogollero (Helicoverpa armígera)</i>	8
1.2.1.4. <i>Botrytis o moho gris (Botrytis cinerea)</i>	8
1.2.1.5. <i>Mildio vellosa o Bremia (Bremia lactucae)</i>	8

1.2.1.6.	<i>Rhizoctonia (Rhizoctonia solani)</i>	8
1.2.1.7.	<i>Sclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum)</i>	9
1.2.2.	<i>Cosecha</i>	9
1.3.	Método de JADAM	9
1.3.1.	<i>Surgimiento del método de JADAM</i>	10
1.3.2.	<i>Biofertilizante mediante microorganismos por medio de método JADAM.</i>	10
1.3.2.1.	<i>Sal marina</i>	10
1.3.2.2.	<i>Moho foliar</i>	12
1.3.2.3.	<i>Fermentación anaeróbica</i>	13
1.3.3.	<i>Temperatura</i>	13
1.3.4.	<i>Importancia del biofertilizante compuesto por microorganismos por medio del método de JADAM en el campo agrícola</i>	13
1.3.5.	<i>Ventajas</i>	14
1.3.6.	<i>Desventajas</i>	14

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	15
2.1.	Características del lugar	15
2.1.1.	<i>Localización</i>	15
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	15
2.1.3.	<i>Condiciones climáticas al ambiente</i>	15
2.2.	Materiales y equipos	16
2.2.1.	<i>Materiales de biofertilizante</i>	16
2.2.2.	<i>Materiales de laboratorio</i>	16
2.2.3.	<i>Material biológico</i>	17
2.2.4.	<i>Materiales de campo</i>	17
2.2.5.	<i>Material vegetal: planta de lechuga</i>	17
2.2.6.	<i>Materiales de oficina</i>	17
2.3.	Metodología	17
2.3.1.	<i>Tipo de diseño</i>	17
2.3.2.	<i>Factores de estudio</i>	18

2.3.3.	<i>Códigos de tratamiento de estudio</i>	18
2.3.4.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	18
2.3.5.	<i>Esquema de análisis de varianza (ADEVA)</i>	19
2.3.6.	<i>Análisis funcional</i>	19
2.3.7.	<i>Métodos de evaluación y datos registrados</i>	19
2.3.8.	<i>Manejo del ensayo</i>	21
2.3.8.1.	<i>Manejo del ensayo del biofertilizante</i>	21
2.3.8.2.	<i>Manejo del ensayo en Laboratorio</i>	21
2.3.8.3.	<i>Manejo del ensayo en Campo</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
3.1.	Número microorganismo por milímetro del medio de cultivo	24
3.2.	Porcentaje de prendimiento	24
3.3.	Altura de planta	26
3.3.1.	<i>Altura de la planta a los 30 días después del trasplante</i>	26
3.3.2.	<i>Altura de la planta a los 40 días después del trasplante</i>	28
3.3.3.	<i>Altura de la planta a los 50 días después del trasplante</i>	30
3.4.	Peso fresco de la planta	31
3.4.1.	<i>Peso fresco de la raíz a los 50 días después del trasplante</i>	31
3.4.2.	<i>Peso fresco de la parte aérea a los 50 días después del trasplante</i>	33
3.5.	Peso seco de la planta	35
3.5.1.	<i>Peso seco de la parte de la raíz</i>	35
3.5.2.	<i>Peso seco de la parte aérea</i>	37
3.6.	Rendimiento	39
3.7.	Análisis económico	41
	CONCLUSIONES	42
	RECOMENDACIONES	43
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Etapas fenológicas de la lechuga crisphead utilizando una escala BBCH modificada (0=etapa de semilla seca, 50=comienzo de la emergencia de la inflorescencia)	4
Tabla 2-1:	Textura deseable del suelo para el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L)	5
Tabla 3-1:	83 elementos identificados en el agua de mar.....	11
Tabla 1-2:	Ubicación geográfica del lugar del ensayo	15
Tabla 2-2:	Códigos de tratamiento de estudio.....	18
Tabla 3-2:	Especificaciones del campo experimental	18
Tabla 4-2:	Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	19
Tabla 1-3:	Número de microorganismos por mililitro del medio de cultivo.....	24
Tabla 2-3:	Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 12 DDT..	24
Tabla 3-3:	Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de la planta a los 12 DDT.	25
Tabla 4-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 días DDT.	26
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 DDT.	27
Tabla 6-3:	Análisis de varianza para la altura de la planta a los 40 DDT.	28
Tabla 7-3:	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 40 DDT.	29
Tabla 8-3:	Análisis de varianza para la variable altura d planta a los 50 días DDT.	30
Tabla 9-3:	Prueba de Tukey al 5% de para la altura de la planta a los 50 DDT.	30
Tabla 10-3:	Análisis de varianza para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.	32
Tabla 11-3:	Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.....	32
Tabla 12-3:	Análisis de varianza para el peso fresco de la parte aérea a los 50 DDT.	33
Tabla 13-3:	Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de parte aérea a los 50 DDT...	34
Tabla 14-3:	Análisis de varianza para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.	36
Tabla 15-3:	Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.....	36
Tabla 16-3:	Análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea a los 53 DDT...	37
Tabla 17-3:	Prueba de Tukey al 5% para peso seco de la parte aérea a los 53 DDT..	38
Tabla 18-3:	Análisis de varianza para el rendimiento en g/ m ² , de cada uno de los tratamientos.	39
Tabla 19-3:	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en g/m ² , de cada uno de los tratamientos.	40

Tabla 20-3: Análisis económico según beneficio/costo.	41
---	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de prendimiento a los 12 DDT. ...	26
Gráfico 2-3: Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta los 30 DDT.	28
Gráfico 3-3: Prueba Tukey al 5% de la altura de la planta los 40 DDT.....	29
Gráfico 4-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 50 DDT.....	31
Gráfico 5-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.	33
Gráfico 6-3: Prueba Tukey al 5% peso fresco de la parte aérea a los 50 DDT.	35
Gráfico 7-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.....	37
Gráfico 8-3: Prueba Tukey al 5% para el peso seco de la parte aérea a los 53 DDT..	38
Gráfico 9-3: Prueba Tukey al 5% para rendimiento en gr/m ² , de cada uno de los tratamientos.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE

ANEXO B: LABORATORIO

ANEXO C: CAMPO EXPERIMENTAL

ANEXO D: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 1

ANEXO E: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 2

ANEXO F: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 3

ANEXO G: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 4

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres dosificaciones del biofertilizante constituido por microorganismos de páramo cultivados por medio del método de JADAM sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Green Salad Bowl, cantón Cayambe, provincia Pichincha. Los tratamientos evaluados fueron: MJD1, MJD2, MJD3 y el testigo para esto se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones. Se colocó 60 plantas por tratamiento, seleccionando 13 plantas muestras al azar por cada tratamiento; se evaluó los siguientes parámetros: porcentaje de prendimiento, altura de la planta, peso fresco y seco de la parte aérea de la planta y raíz, rendimiento en g/m² y por último se realizó un análisis económico utilizando la relación beneficio/costo. Mientras que en el laboratorio se contabilizó el número de hongos y bacterias por mililitro del medio de cultivo a través del método de recuento en placa. El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento MJD1 (10 mL/L), con el porcentaje de prendimiento de 95 %, altura de 18,36 cm, peso fresco de la parte aérea de 134,48 g, peso fresco de la raíz de 16,05 g, peso seco de la parte aérea de 6,77 g, peso seco de la raíz de 0,86 g y con un rendimiento de 6992,99 g/m² y finalmente una relación beneficio/costo de 2,29 dólares con una rentabilidad de 129,38 %. El número de hongos que se contabilizó en el biofertilizante fue de $1,2 \times 10^5$ UFC/mL y bacterias fue de $6,3 \times 10^6$ UFC/mL, esto permite concluir que los tratamientos tuvieron efectos positivos con respecto al testigo en la planta de lechuga. Se recomienda realizar un análisis del biofertilizante.

Palabras claves: <BIOFERTILIZANTE>, <MICROORGANISMOS DE PÁRAMO>, <*Lactuca sativa* L.>, <GREEN SALAD BOWL >, <MÉTODO DE JADAM>.

1935-DBRA-UTP-2022


D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo



ABSTRACT

This investigation aimed to evaluate the effect of three dosages of the biofertilizer constituted by moorland microorganisms cultivated by the JADAM method on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) Green Salad Bowl variety, Cayambe canton, Pichincha province. The treatments evaluated were: MJD1, MJD2, MJD3 and the control, using a randomized complete block design (RCBD), with three treatments and three replications. A total of 60 plants were planted per treatment, selecting 13 plants randomly for each treatment; the following parameters were evaluated: percent yield, plant height, fresh and dry weight of the aerial part of the plant and root, yield in g/m² and finally, an economic analysis was carried out using the benefit/cost ratio. In the laboratory, the number of fungi and bacteria per milliliter of culture medium was counted using the plate count method. The best result was obtained with the MJD1 treatment (10 mL/L), with the percent yield of 95 %, height of 18.36 cm, fresh weight of the aerial part of 134.48 g, fresh weight of the root of 16.05 g, dry weight of the aerial part of 6.77 g, dry weight of the root of 0.86 g and with a yield of 6992.99 g/m² and finally a benefit/cost ratio of 2.29 dollars with a profitability of 129.38 %. The number of fungi counted in the biofertilizer was 1.2x 10⁵ CFU/mL and bacteria was 6.3x10⁶ CFU/mL. It is concluded that the treatments had positive effects with respect to the control on the lettuce plant. An analysis of the biofertilizer is recommended.

Key words: <BIOFERTILIZER>, <GRASSROOT MICROORGANISMS>, <*Lactuca sativa* L.>, <GREEN SALAD BOWL>, <JADAM METHOD>.



Esthela Isabel Colcha Guashpa

C.C. 0603020678

INTRODUCCIÓN

La lechuga es la hortaliza de hoja más utilizada en la dieta diaria, un alimento rico en minerales, vitaminas, pero su contenido calórico es bajo. Tiene compuestos bioactivos que ayudan a la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón y otras enfermedades (Mallar, 1978, pág. 1).

El suelo de la capa de arado dedicado a la agricultura, necesita ser complementado con enmiendas y microorganismos para potencializar la mineralización, manteniendo un equilibrio con diversidad de microorganismos y nutrientes para tener bajas las poblaciones de plagas y enfermedades para un alto rendimiento y calidad de las plantas (Cho, 2016).

Por los problemas expuestos anteriormente las personas tienen un enfoque por el medio ambiente generando así que se produzca otro tipo de agricultura que sea diferente de la agricultura convencional, como la agricultura orgánica que plantea utilizar los residuos obtenidos en las cosechas para abonos además sugiere utilizar microorganismos nativos de las zonas como biofertilizantes y plaguicidas entre otras, ocasionando así una diversidad de nutrientes en la zona en donde se aplica. Por lo tanto, los agricultores tomen sus propias iniciativas en tecnología agrícola (Cho, 2016).

Identificación del problema

La falta de estudios sobre el efecto de las dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos de páramo cultivados por medio del método de JADAM sobre el rendimiento del cultivo de la lechuga.

Justificación del Problema

Por la falta de diversidad de microorganismos y nutrientes que ocasiona un desequilibrio en el suelo causando plagas y enfermedades en las plantas por lo cual es necesario elaborar biofertilizantes con una diversidad de microorganismos y un punto de vista nutricional para obtener mejores rendimientos en el cultivo de lechuga. Por tal motivo, se plantea encontrar la mejor dosificación del biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de JADAM, para obtener mejores rendimientos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Green Salad Bowl.

Hipótesis

Nula

Ninguna de las dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de JADAM tienen efectos sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespa.

Alternativa

Al menos una dosificación de biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de JADAM tiene efecto sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespa.

Operacionalización de las variantes

Variable dependiente

- Rendimiento del cultivo

Variable independiente

- Dosificaciones de biofertilizante

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de tres dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de JADAM sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespa.

Objetivo Específico

- Determinar el número de microorganismos por mililitro del medio del cultivo.
- Determinar el efecto en las plantas de lechuga obtenido por el método de JADAM.
- Realizar un análisis económico mediante la relación Beneficio/costo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Cultivo de lechuga

1.1.1. Origen y Distribución Geográfica

Las lechugas probablemente se originaron en la cuenca del Mediterráneo oriental. Esta planta fue domesticada por los egipcios en 4500 a.C. Desde Egipto, la lechuga cultivada se extendió a Grecia y Roma ya toda la región mediterránea (Mou, 2008, p.77). Fue traída a América en los años 1600 por los europeos (Valverde, 2017, p.27). Son 3 las teorías sobre su origen 1) procede de una forma salvaje de *Lactuca sativa*, 2) procede de *Lactuca serriola* y 3) es el producto de una hibridación entre especies, la cual es la más apoyada por los botánicos (Luna, 2012, p.2).

1.1.2. Importancia del cultivo

En Ecuador hay 1145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7 928 kg por ha. De la producción total, el 70% es de lechuga criolla, mientras el 30% es de variedades como la roja, la roma o la salud. Las provincias con mayor producción son: Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha). La lechuga criolla o “repollo” se lleva 70% del mercado es decir es la más vendida (Solagro, 2019).

1.1.3. Descripción taxonómica y morfología

Según Canabio (2002), la clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Lactuca*

Especie: *sativa*

Nombre científico: *Lactuca sativa* L.

Según Mallar (1978), la morfología de la lechuga es:

✓ Planta: Es una planta anual

- ✓ Raíz: Pivoteante con numerosas raíces laterales, llegan a los 30 cm de profundidad.
- ✓ Tallo: Tallo muy corto (planta casi acaule), cuando está madura emite el tallo floral.
- ✓ Hoja: Colocadas en roseta, que varían en tamaño, textura, forma y color según los cultivares.
- ✓ Flor: Son autógamias.
- ✓ Semilla: En algunas variedades tienen un periodo de latencia.

1.1.4. Fenología del cultivo

Tabla 1-1: Etapas fenológicas de la lechuga crisphead utilizando una escala BBCH modificada
(0=etapa de semilla seca, 50=comienzo de la emergencia de la inflorescencia)

Código Etapa principal de desarrollo 0: Germinación	Cabeza Puntaje de firmeza (Escala 1-5)	Descripción
00 05 08 09	- - - -	Semillas secas Radícula emergió de la semilla Hipocótilo con cotiledones hacia la superficie Emergencia: cotiledones rompen la superficie del suelo
Principal etapa de desarrollo 1 y 2: desarrollo de la hoja		
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	Cotiledones completamente desplegados Primera hoja verdadera de más de 2 cm 2 hoja verdaderas más de 2 cm 3 hoja verdaderas más de 2 cm 4 hoja verdaderas más de 2 cm 5 hoja verdaderas más de 2 cm 6 hoja verdaderas más de 2 cm 7 hoja verdaderas más de 2 cm 8 hoja verdaderas más de 2 cm 9 hoja verdaderas más de 2 cm 10 hoja verdaderas más de 2 cm 11 hoja verdaderas más de 2 cm 12 hoja verdaderas más de 2 cm 13 hoja verdaderas más de 2 cm 14 hoja verdaderas más de 2 cm 15 hoja verdaderas más de 2 cm 16 hoja verdaderas más de 2 cm 17 hoja verdaderas más de 2 cm 18 hoja verdaderas más de 2 cm 19 hoja verdaderas más de 2 cm
Etapas del desarrollo principal 4: desarrollo de la cabeza		
41 43 45 47	- 12 3	La cabeza empieza a formarse: las 2 hojas más jóvenes no se despliegan Cabeza blanda fácilmente comprimible o esponjosa Buena formación de cabeza es decir ni blanda ni firme

49	4	Cabeza firme y compacta, pero puede ceder de leve a moderada presión Cabeza dura compacta y sólida
Etapa de desarrollo principal 5: emergencia de la inflorescencia 50	5	Extra duro, demasiado maduro y puede tener costillas y tallos agrietados (o núcleo) dentro de la cabeza comienza a largarse.

Fuente: Sylvie et al., 2008.

1.1.5. Requerimiento del suelo y clima

- **Suelo**

La planta de lechuga se adapta bien a todo tipo de suelos (Japón, 1977, p.4), con muy buen drenaje ya que tiene un sistema radicular particularmente sensible al exceso de agua y alta capacidad de retención de humedad (Theodoracopoulo et al., 2009: p.3). Con alto contenido de la tierra en materia orgánica que favorece el calentamiento del suelo. La lechuga es una de las hortalizas más sensibles al exceso de salinidad, si bien, un índice de materia orgánica elevado ayuda a la planta a soportar un grado de salinidad alto. Su pH óptimo está entre 5.5 y 6.5, por lo que en la mayoría de las zonas lechugeras. La lechuga teme el exceso de acidez, siéndole también perjudicial la reacción alcalina (Halsouet et al., 2005: p.4).

Tabla 2-1: Textura deseable del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L)

Cultivo	Textura deseables del suelo	Índice de materia orgánica	
		Mínimo	Deseable
Invierno	franco, drenante	2%	2,5% a 3%
	ligero		
Verano	humífero, pesado		
Invernadero	humífero, ligero y muy drenante	5%	6% a 8%

Fuente: Halsouet et al., 2005.

- **Clima**

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18 °C por el día y 5-8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3-5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede

confundir con alguna carencia. La humedad relativa conveniente es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60% (Astudillo, 2016, p.21).

1.1.6. Tipos de lechugas

Cos, repollo: hoja lisa, repollo: hoja rizada, hoja suelta (Hessayon, 2001, p.63).

1.1.7. Variedades

- **Variedades de cos**

Lobjoit's Green, Aris White, Little Gem, Bubbles, Winter Density (Hessayon, 2001, p.64).

- **Variedades de repollo: hoja lisa**

All The Year Round, Tom Thumb, Avondefiance, Continuity, Dolly Buttercrunch, Hilde, Suzan, Winter Crop, Imperial Winter, Artic King, Kwiek, Premier, May Queen, Kloek, Musette (Hessayon, 2001, p.65).

- **Variedades de repollo: hoja rizada**

Webb's Wonderful, Windermere, Avoncrisp, Great Lakes, Iceberg, Lakeland, Marmer (Hessayon, 2001, p.65).

- **Variedades hoja suelta**

Salad Bowl, Lollo Rossa (Hessayon, 2001, p.65).

1.1.8. Manejo del cultivo

1.1.8.1. Fertilización

La lechuga es presenta escaso desarrollo radicular, por lo que es conveniente abonar con estiércol estabilizado en superficie, un mes previo a la siembra, (4 a 5 Kg/m²) agregando compost posteriormente, durante las de limpieza y removimiento de la tierra (Goites, 2008, p.69).

1.1.8.2. Siembra

Directa: Utilizando 2 g de semilla/cama de 10 m² en la modalidad de golpes (Chugnas, 2013, p.27). Utilizando 2 a 3 g de semilla cada 10 m² el distanciamiento entre hileras de 40 cm a chorrillo. Utilizando 4 a 5 g de semilla cada 10 m de superficie al voleo (Goites, 2008, p.68).

Indirecta: en semillero, utilizando 3 g de semilla/m² en modalidad de voleo y surco corrido. Para el trasplante a campo definitivo, se utiliza un distanciamiento de siembra de 0.25 m entre planta y 0.30 m entre hileras (Chugnas, 2013, p.27).

1.1.8.3. Riego

Deben ser abundantes y frecuentes (Chugnas, 2013, p.27).

1.2. Control de malezas

Se realizará en forma manual, a partir de los 8 días de la siembra (Chugnas, 2013, p.27).

1.2.1. Principales plagas y enfermedades

1.2.1.1. Babosa (Sarasinula plebeia)

Atacan tallos y hojas cuando hay humedad (Hessayon, 2001, p.63).

Tratamiento: esparza fosfato férrico [ortofosfato de hierro (III)] alrededor de la planta (Agrocalidad, 2013, p.162), enemigos naturales (larvas de luciérnagas) Poner trampas con cerveza o melaza.

Prevención: mantener la zona limpia (Hessayon, 2001, p.63).

1.2.1.2. Pulgones (Aphididae)

Atacan a las hojas causando arrugamiento y propagando virus, cubren las plantas con una sustancia pegajosa perdiendo su valor comercial. Los áfidos de raíz causan la muerte de la planta (Ott, 2009, p.125).

Tratamiento: aplicación de aceite de neem, aceite de parafina (Agrocalidad, 2013, p.161), jabón azul, trampas cromáticas de color amarillo y enemigos naturales (*Coccinellidae*).

Prevención: ninguna (Hessayon, 2001, p.67).

1.2.1.3. Gusano cogollero (*Helicoverpa armígera*)

Orugas de color marrón, gris o verde son una amenaza en las lechugas jóvenes, las plantas son atacadas por la noche y los tallos pueden ser seccionados al ras del suelo (Hessayon, 2001, p.67).

Tratamiento: aplicación de Sal de potasio rica en ácidos grasos (jabón suave), aceite de neem (Agrocalidad, 2013, p.61), microorganismos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus*, etc.), trampas con feromonas. Remover la tierra y destruir las orugas emergidas a la superficie (Hessayon, 2001, p.67).

Prevención: aplicación del insecticida antes de la plantación o al momento de la plantación (Hessayon, 2001, p.67).

1.2.1.4. Botrytis o moho gris (*Botrytis cinerea*)

Primero las hojas se vuelven amarillas y después se cubren de un moho gris (Namesn, 1993, p.34).

Tratamiento: Polisulfuro de calcio, azufre, bicarbonato de potasio entre otras (Agrocalidad, 2013, pp. 162-163).

Prevención: Preparar bien el suelo para exponer la estructura del hongo. Buen drenaje (Namesny, 1993, p.34).

1.2.1.5. Mildio vellosa o *Bremia* (*Bremia lactucae*)

Aparecen unas manchas amarillas en el haz de las hojas y en el envés un micelio vellosa (moho blanco), las hojas se van volviendo color marrón (Ott, 2009, p.125).

Tratamiento: Eliminar las hojas afectadas tan pronto como las divise y aplicar el producto para el control (Hessayon, 2001, p.67). Linoleato de cobre, como Caldo Bordelés, o Malaquita (carbonato de cobre básico). Hasta 6 kg de cobre por ha y año (Agrocalidad, 2013, p.162).

Prevención: Rotación de cultivos, buen drenaje, variedades resistentes. Evite la superpoblación, en el invernadero, asegúrese de que las plantas estén ventiladas adecuadamente y no estén anegadas (Namesny, 1993, p.34).

1.2.1.6. *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani*)

Lesiones necróticas que pueden ocupar toda la planta de lechuga (Namesny, 1993, p.34).

Tratamiento: Cobre en forma de hidróxido de cobre, sulfato de cobre pentahidratado, Caldo Bordelés, o Malaquita (carbonato de cobre básico) entre otras. Hasta 6 kg de cobre por ha y año (Agrocalidad, 2013, p.162).

Prevención: desinfección de semilleros, rotación de cultivos, buen drenaje, variedades resistentes (Namesny, 1993, p.34).

1.2.1.7. Sclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum)

El hongo habita en el suelo, produce un marchitamiento, que primero ocurre en las hojas más viejas y luego a las jóvenes. Ocurre descomposición blanda de los tejidos. Ataca a partes más cercanas al suelo, el hongo forma una masa blanca como algodón y los esclerocios (estructuras de resistencias) son blancos y luego oscuros (Namesny, 1993, p.34).

Tratamiento: Cobre en forma de hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, sulfato de cobre tribásico, sulfato de cobre pentahidratado, oleato de cobre entre otras. Hasta 6 kg de cobre por ha y año (Agrocalidad, 2013, p.162).

Prevención: desinfección de semilleros y tratamientos del suelo, rotación de cultivos, buen drenaje, aradas profundas, si el grado de infección es muy elevado, se debe evitar la siembra en esos suelos porque el patógeno sobrevive por largos periodos (Namesny, 1993, p.34).

1.2.2. Cosecha

La maduración de la lechuga va desde 60 a 110 días según cultivar (Goites, 2008, p.70). La cosecha se realiza desde los 50 hasta los 60 días a partir del cual empieza a aparecer el eje floral y por consiguiente pierden el sabor (Chugnas, 2013, p.28). En lechugas tipo, Capuchina, la cosecha debe realizarse cuando la cabeza está bien firme. El rendimiento promedio del tipo Criolla oscila en 1 a 1,5 Kg/m². Y el tipo, Capuchina pueden llegar a 1,5 y 2,5 Kg/m². Se debe cortar el tronco de la planta al ras del suelo, luego se suprimen las hojas que están en mal estado. Las plantas recién cortadas son altamente perecederas, por lo cual se recomienda cosechar a la mañana temprano y refrigerar (Goites, 2008, p.70).

1.3. Método de JADAM

JADAM es la sigla de Jayonul Damun Saramdul que significa "personas que son como la naturaleza". El método de JADAM es un modelo de agricultura ecológica simple, fácil, científica y efectiva. Crea autosuficiencia en los agricultores es decir que reduce la dependencia de insumos

externos. Su principal objetivo es producir un sistema de agricultura de ultra bajo costo para que puedan coexistir tanto los agricultores como consumidores y estar en armonía con medio ambiente obteniendo alimentos saludables (Cho, 2016).

1.3.1. Surgimiento del método de JADAM

El Método JADAM se basa en la agricultura tradicional coreana, con miles de años de antigüedad, y en el método de cultivo llamado Natural Farming, un tipo de agricultura ecológica muy popular en Asia e ideado en los años 60 por Hankyu Cho, el padre de Youngsang Cho. Fue creado en Corea del Sur en los años 90 del siglo XX por un agricultor y químico especializado en horticultura llamado Youngsang Cho (Cho, 2016).

1.3.2. Biofertilizante mediante microorganismos por medio del método de JADAM

Este biofertilizante consiste en cultivar microorganismos de la misma zona o alrededor mediante una fermentación anaeróbica y en las mismas condiciones que el cultivo de la forma más simple y fácil usando mantillo de bosque como iniciador (inóculo), agua de mar/sal marina (alimento) y papas cocidas (medio de cultivo) donde se obtiene una solución nutritiva para el crecimiento de las plantas, se debe aplicar en su punto máximo de propagación de los microorganismos a los 3 a 5 días esto depende de las condiciones climáticas del lugar y en donde los hace al aire libre o dentro del invernadero (Debarbor, 2017).

1.3.2.1. Sal marina

El suelo ha experimentado la lixiviación de nutrientes para curarlo, traemos de vuelta los nutrientes del mar. El agua de mar es similar al del líquido amniótico de una madre, al plasma de nuestra sangre y es parecido al de los líquidos vegetales. Por esta semejanza la fauna y la flora pueden proceder del mar. El agua de mar tiene 83 elementos (Cho, 2016, p.116).

Tabla 3-1: 83 elementos identificados en el agua de mar.

Elemento	Medida de concentración (ng/nivel del mar 1kg)	Elemento	Medida de concentración (ng/nivel del mar 1kg)
Cl Cloro	19,360,000,000	W Wolframio	10
Na Sodio	10,780,000,000	He Helio	6,8
S Azufre	2,710,000,000	Ti Titanio	6.2
Mg Magnesio	1.280.000.000	La Lantano	2.6
Ca Calcio	417.000.000	Ge Germanio	5.1
K Potasio	399.000.000	Nb Niobio	5 >
Br Bromo	67.000.000	Nd Neodimio	3.6
C Carbono	26.000.000	Hf Hafnio	3.4
N Nitrógeno	8.270.000	Ag Plata	3.2
Sr Estroncio	7.800.000	Pb Plomo	2,7
B Boro	4.500.000	Ta Tántalo	2.5
Si Silicio	3,100,000	Er Erblio	1.3
O Oxígeno	2.800.000	Dy Disproso	1.3
F Flúor	1.300.000	Gd Gadolinio	1.3
Ar Argón	480.000	Ce Cerio	1.3
Li Litio	170.000	Co Cobalto	1.2
Rb Rubidio	120.000	Yb Iterbio	1.2
P Fósforo	62.000	Ga Galio	1.0
I Yodo	58.000	Pr Praseodimio	0,8
Ba Bario	16 000	Te Telurio	0,7
Mo Molibdeno	11.000	Sc Escandio	0,7
U Uranio	3200	Sm Samario	0,6
V Vanadio	2.000	Ho Holmio	0,6
AS Arsénico	1.700	Sn Estaño	0,5
Ni Níquel	470	Hg Mercurio	0.4
Zn Zinc	390	Lu Lutecio	0.4
Cs Cesio	310	Tm Tulio	0,3
Cr Cromo	260	Tb Terbio	0,24
Sb Antimonio	240	Pt Platino	0,20
Kr Kriptón	230	Be Berilio	0,20
Se Selenio	160	Eu Europio	0,18
Ne Neón	140	Rh Rodio	0,08
Cu Cobre	130	Pd Paladio	0,06

Cd	Cadmio	70	Th	Torio	0,05
Xe	Xenón	66	Bi	Bismuto	0,03
Fe	Hierro	34	Au	Oro	0,03
Al	Aluminio	27	In	Indio	0,02
Tl	Talio	25	Ru	Rutenio	0,005
Re	Renio	19	Os	Osmio	0,002
Zr	Zirconio	18	Ir	Iridio	0,00013
Mn	Manganeso	16	Ra	Radio	0,00013
Y	Itrio	13			

Fuente: Cho, Y., 2016,

Realizado por: Gramal. Nelly, 2022.

La composición de agua de mar, contiene cantidades de S, Mg, Ca, K, B, P, I, para el crecimiento de los cultivos. Contiene también Se y Ge, que son beneficiosos. Aproximadamente 100 millones de microorganismos marinos viven en 1 mL de agua de mar. El agua de mar contiene alrededor del 3% de sal y líquido corporal vegetal es de aproximadamente un 1%, debe mezclar el agua de mar con treinta a cien veces más agua corriente. Para evitar que la sal dañe las plantas y la acumulación de Na y Cl en el suelo. Se debe utilizar 20 L para 0,1 ha. El agua de mar complementa los minerales lixiviados del suelo, mejora la dulzura, coloración, tiempo de almacenamiento y el precio del producto (Cho, 2016, p.118).

1.3.2.2. *Moho foliar*

El mantillo de bosque un reservorio de millones de diferentes tipos de microorganismos autóctonos que corresponde a microalgas, hongos, bacterias, protozoos y actinomicetes. También contiene millones de excrementos diferentes de estos microorganismos. Es un material súper rico en nutrientes. Las enfermedades transmitidas por el suelo y los daños causados por nematodos van en aumento con resistencia a los pesticidas químicos. La solución de JADAM es maximizar la población y diversidad de microorganismos para evitar el dominio de los patógenos. Al recuperar la microecología su diversidad natural, ningún patógeno podrá multiplicarse en cantidades extraordinarias y tomar el control (Cho, 2016, p.121).

Lo mismo ocurre con los nemátodos del suelo, los nematodos se vuelven pocos activos. Hay imágenes de hongos que utilizan hifas para atrapar y consumir nemátodos. Diversificar los microorganismos significa suelo con diferentes microorganismos con diferentes dietas. Unos diferentes procesos de digestión es el significado de una dieta diferente y excreción de nutrientes es decir que tenemos diversidad de nutrientes disponibles para las plantas, optimiza el equilibrio de nutrientes a largo plazo, promueve el asentamiento de raíces y la prevención de enfermedades al mismo tiempo (Cho, 2016, pp.121-125).

1.3.2.3. Fermentación anaeróbica

La fertilización debe ser con enfoque nutricional el método que nos permite esto es la fermentación anaeróbica que es la descomposición de materia orgánica por microbios en medio anaeróbico. Este método evita la pérdida de vitaminas y aminoácidos. La luz, el aire y el calor son destructores de nutrientes (Cho, 2016, p.130-131).

1.3.3. Temperatura

Los microorganismos son súper sensibles a la temperatura. Para cultivar los microorganismos se dice que se necesita una temperatura óptima de 32 °C. Para tener una diversidad de microorganismos no es necesario tener una temperatura óptima porque existen microorganismos del suelo que les gusta diferentes temperaturas como los psicrófilos que se desarrollan a 10 °C y psicrotrófilos prosperan a 22 °C. Los mesófilos les gusta una temperatura de 32 °C. Los termófilos se desarrollan a 65 °C e hipertermófilos les gusta 95 °C. Si usamos el sentido común las plantas que se encuentran a la temperatura de 32 °C es solo en el día durante el verano. Por este motivo hacer su solución de microorganismos y fertilizantes líquidos a temperatura ambiente. Para cultivos de campo, hágalos al aire libre; para cultivos protegidos, hágalos en invernadero. Al cultivar los microorganismos a baja temperatura, las burbujas que aparecen en la superficie del líquido serán mucho más pequeñas, esto es porque los psicrotrófilos son más pequeños que los termófilos. Los fertilizantes líquidos también hacerlos en el mismo ambiente que los cultivos. Al elabora fertilizantes líquidos en el mismo entorno que los cultivos, los microorganismos se vuelven más activos en ese entorno y se multiplicarán. Recordar que son los microorganismos los que producen nutrientes para los cultivos. Ellos son el chef. Si cambia de chef, cambiarán el sabor, la calidad y los nutrientes de su plato. Si come una comida nueva y extraña e incluso el cultivo puede enfermarse (Cho, 2016 pp.144-146).

1.3.4. Importancia del biofertilizante compuesto por microorganismos por medio del método de JADAM en el campo agrícola.

La diversidad de microorganismos puede tener aproximadamente en un gramo de suelo 6 millones de individuos. Controlan el flujo de carbono en el suelo y de los minerales como el nitrógeno, azufre, fósforo (en menor medida) y micronutrientes. Abastecen mayor diversidad de nutrientes para las raíces de las plantas. También son responsables de la mineralización e inmovilización del

nitrógeno mineral (NO_3+NH_4) que circula en el suelo. Este proceso es muy dinámico porque la vida de los microorganismos no es mayor de dos horas (Sierra, 2016).

La actividad de la diversidad de microorganismos produce subproductos de compuestos orgánicos similares a las moléculas como citoquininas, auxinas y giberelinas que son absorbidos por las raíces de las plantas, facilitando el proceso metabólico y estimulando el crecimiento y desarrollo de las plantas. La microflora bacteriana baja la población de nematodos y disminuye enfermedades en el suelo debido a la diversidad de microorganismos que se produce una competencia con los microorganismos patógenos (Sierra, 2016).

1.3.5. Ventajas

Según Debarbora (2017) las ventajas del biofertilizante mediante microorganismos por medio del método de JADAM que son las siguientes:

- ✓ Bajo costo
- ✓ Se obtiene en menor tiempo
- ✓ pH neutro
- ✓ No se usa aireadores
- ✓ No se usa melaza
- ✓ Alto rendimiento
- ✓ Alta calidad
- ✓ Mejora el precio del producto
- ✓ Pasado el periodo óptimo se puede usar como fertilizante líquido.
- ✓ Se puede administrar a los animales o se puede rociar en el suelo de los refugios de animales.
Reduce significativamente el olor.

1.3.6. Desventajas

Según Debarbora (2017) las desventajas del biofertilizante mediante microorganismos por medio del método de JADAM que son las siguientes:

- ✓ El olor es desagradable a descomposición.
- ✓ Sin diluir la sal puede causar daños en las plantas, acumulación de Na y Cl en el suelo.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe en la parroquia Juan Montalvo, barrio Rumiloma en la propiedad del señor Alfonso Gramal la parte de campo, la preparación del biofertilizante y para la fase del laboratorio se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la carrera de Agronomía, ubicada en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación Geográfica

Tabla 1-2: Ubicación geográfica del lugar del ensayo

Provincia	Pichincha
Cantón	Cayambe
Parroquia	Juan Montalvo
Altitud	2836 m.s.n.m
Longitud	78° 8' 27"
Latitud	0°1' 24"

Fuente: Gadipcayambe, 2015.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

2.1.3. Condiciones climáticas al ambiente

Tabla 1-2: Condiciones climáticas al ambiente

Clima	Frío - templado
Temperatura media anual	8° C y 22 °C
Precipitación media anual	600-800 mm
Humedad relativa	80%
Velocidad	8 km/h

Fuente: Gadipcayambe, 2015.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. *Materiales de biofertilizante*

- 200 g de papas cocinadas
- 100 g de sal marina
- 50 g de mantillo de bosque
- 100 L agua de lluvia
- Tanque plástico de 100 L con la tapa
- Zuncho
- Termómetro
- Balanza digitalizada.

2.2.2. *Materiales de laboratorio*

- Placas de Petri de plástico
- Agar papa dextrosa (PDA)
- Agar nutritivo
- Autoclave
- Marcador de CD
- Cinta masking tape
- Cabina de flujo laminar
- Incubadora
- Micropipetas de 1 mL
- Puntas azules estériles
- Aza de inoculación estériles
- Agua destilada
- Mechero
- Tubos de ensayo de vidrio
- Horno
- Balanza digitalizada

2.2.3. *Material biológico*

- El inóculo es el mantillo de bosque para el biofertilizante que fue recolectado en la comunidad indígena Wacho Wacho sector el Monte del cantón Cayambe, provincia Pichincha.

2.2.4. *Materiales de campo*

- Sustrato
- 200 macetas plásticas
- Marcador
- Cinta métrica
- Regadera
- Papel tornasol
- Cámara fotográfica
- Jeringa

2.2.5. *Material vegetal: planta de lechuga*

- El material vegetal que se utilizó, la lechuga crespa, que tiene un ligero sabor amargo.

2.2.6. *Materiales de oficina*

- Computadora
- Impresora
- Esfero
- Cuaderno de apuntes
- Calculadora

2.3. Metodología

2.3.1. *Tipo de diseño*

Se utilizó el diseño de bloques completo al azar (DBCA), con tres tratamiento y tres repeticiones y un testigo.

2.3.2. Factores de estudio

Los factores de estudio fueron los siguientes:

- Dosis 1: 10 mL/L de biofertilizante
- Dosis 2: 20 mL/L de biofertilizante
- Dosis 3: 30 mL/L de biofertilizante
- Dosis 4: 0 mL/L de biofertilizante (Testigo)

2.3.3. Códigos de tratamiento de estudio

Tabla 2-2: Códigos de tratamiento de estudio

Tratamiento	Repeticiones	Código	Descripción
D1	R1	MJD1R1	Aplicación al suelo Dosis de 10 mL/L
	R2	MJD1R2	Aplicación al suelo Dosis de 10 mL/L
	R3	MJD1R3	Aplicación al suelo Dosis de 10 mL/L
D2	R1	MJD2R1	Aplicación al suelo Dosis de 20 mL/L
	R2	MJD2R2	Aplicación al suelo Dosis de 20 mL/L
	R3	MJD2R3	Aplicación al suelo Dosis de 20 mL/L
D3	R1	MJD3R1	Aplicación al suelo Dosis de 30 mL/L
	R2	MJD3R2	Aplicación al suelo Dosis de 30 mL/L
	R3	MJD3R3	Aplicación al suelo Dosis de 30 mL/L
D 4 (Testigo)	R1	T	Aplicación al suelo Dosis de 0 mL/L

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

2.3.4. Especificaciones del campo experimental

Tabla 3-2: Especificaciones del campo experimental

Características	Especificaciones
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	200Uds.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

2.3.5. Esquema de análisis de varianza (ADEVA)

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

Fuente de variación	Fórmula	Gl
Repeticiones	(a-1)	2
Tratamiento	(b-1)	3
Error	(a-1) (b-1)	6
Total		11

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

2.3.6. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación expresado en porcentaje, cuando existió diferencias significativas para los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5%, donde se agrupo los tratamientos de acuerdo a sus medias.

2.3.7. Métodos de evaluación y datos registrados

- **Número de hongos y bacterias por milímetro del medio de cultivo**

Se utilizó el Método de recuento en placa (Sánchez et al, 2017), donde se procedió a contar tanto para hongos y bacterias de todas las colonias de las cajas Petri con sus repeticiones. Luego para conocer las unidades formadoras de colonias se utilizó la fórmula:

$$UFC = \frac{\#colonias * inverso de la dilución}{volumen que se coloca en la placa}$$

- **Porcentaje de prendimiento**

Se determinó el porcentaje de prendimiento a los 12 días después de la plantación para lo cual se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas prendidas}}{\text{Número de plantas trasplantadas}} \times 100$$

- **Altura de la planta**

Se utilizó un flexómetro donde se procedió a medir 13 plantas en el tratamiento 1,2,3 y 4 de las hojas más altas, desde el cuello hasta el ápice de la hoja, tomadas a los 30, 40, 50 días del trasplante y cosecha.

- **Peso fresco de la lechuga**

En fundas de papel, se colocó el material vegetal se marcó las fundas de papel para la parte aérea se tomó el peso en la balanza digitalizada de las 13 plantas del tratamiento 1,2,3 y 4 de las partes aéreas donde se expresó en gramos y para la parte radicular se realizó lo mismo y también se registró el valor completo de la planta. Estos datos se registraron al momento de la cosecha.

- **Peso seco de la lechuga**

Una vez transcurrido el tiempo se procedió a sacar las muestras del pasaje del peso fresco que permaneció en el horno a una temperatura de 60 °C durante 72 horas, luego se procedió a pesar en la balanza digitalizada el respectivo registro de los pesos en gramos.

- **Rendimiento**

- ✓ Se pesaron en la balanza digital las plantas muestras de los 4 tratamientos de las unidades experimentales en la cosecha de las lechugas que fueron a los 50 días, los datos de registro en gramos.
- ✓ Se calculó el rendimiento g/m^2
- ✓ Se tomó el dato de la sumatoria de los pesos de cada tratamiento y se dividió para el área que se utilizó.

- **Relación costo/beneficio**

- ✓ Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio/costo.
- ✓ Se determinó cuál de los tratamientos generan beneficios económicos, luego de realizó un análisis económico comparativo del rendimiento y costos de producción en g/m^2 para cada tratamiento.

2.3.8. Manejo del ensayo

2.3.8.1. Manejo del ensayo del biofertilizante

- **Preparación del biofertilizante**

- ✓ Se colocó el tanque de plástico de 100 L en el mismo ambiente del cultivo.
- ✓ Se agregó en el tanque 100 L agua de lluvia.
- ✓ Se agregó 200 g de papas cocidas (pure)
- ✓ Se agregó 100 g de sal marina (diluida completamente)
- ✓ Se agregó 50 g de matillo del bosque (disolver bien)
- ✓ Luego se procedió a tapar y asegurar con el zuncho.
- ✓ Después de una la semana se tomó 1 L de muestra.
- ✓ Fue enviado con un termoaislante y trasportado al laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la ESPOCH.

2.3.8.2. Manejo del ensayo en Laboratorio

- ✓ Se realizó el método de recuento en placa en el Laboratorio de Ciencias Biológica en la Facultad de Recursos Naturales.
- ✓ Una vez obtenida la muestra de microorganismos se procedió hacer las disoluciones seriadas.
- ✓ La muestra de microorganismos para hongos y bacterias fue diluida de 1/10 hasta 1: 10000.
- ✓ De la muestra de microorganismos para hongos y bacterias se procedió a inocular con la micropipeta de 1 mL en el primer tubo de la disolución 10^{-1} con 9 mL de agua destilada hasta la disolución 10^{-4} .
- ✓ Se homogenizó la suspensión de microorganismos como para hongos y bacterias con un agitador de tubos.
- ✓ Las diluciones que se escogieron de los tubos de ensayo para hongos $10^{-2}, 10^{-3}$ y para las bacterias $10^{-3}, 10^{-4}$
- ✓ Se marcó las 20 cajas Petri para hongos y bacterias con su nombre, fecha y temperatura de incubación.
- ✓ Luego el volumen que se colocó fue de 0,1 mL a cada placa Petri de agar previamente preparado para hongos (agar PDA) y bacterias (agar nutritivo), con el asa estéril se homogenizó la muestran en la superficie del medio en diferentes direcciones es decir por el método de estrías.

- ✓ Luego se procedió a incubar las placas Petri para hongos a 25 °C por 120 días para bacterias a 35 °C por 24 h.
- ✓ Se procedió a contar tanto para hongos y bacterias todas las colonias de las cajas Petri con sus repeticiones y se procedió a calcular las UFC/mL.

2.3.8.3. Manejo del ensayo en Campo

- **Preparación del sustrato**

Se realizó una mezcla con una parte de tierra negra con una parte de bocashi.

- ✓ **Preparación de las macetas de plástico**

Se realizó cuatro hoyos medianos en las macetas de plástico.

- **Colocación del sustrato**

Se colocó en las macetas de plástico 1,43 L de sustrato en la maceta.

- **Labores culturales**

- ✓ **Trasplante**

Se procedió a humedecer el sustrato con las respectivas aplicaciones por tratamiento, se compró plántulas de lechuga crespa variedad Green Salad Bowl de 30 días con 5 a 6 hojas sin problemas fitosanitarios luego se realizó en el centro de la maceta de plástico con un volumen de 1,43 L un hoyo de 6 cm de profundidad aproximadamente y se trasplantó.

- ✓ **Aplicación del biofertilizante**

Se realizaron aplicaciones cada semana, la primera aplicación se realizó al momento de la siembra.

- ✓ **Riego**

Se realizó la dotación de agua de 333 mL en cada maceta por día.

Control de malezas

Se realizó deshierbes manuales a los 15 días y 35 días después del trasplante.

✓ **Control de plagas y enfermedades.**

No se usó ningún control

✓ **Cosecha**

Se realizó la cosecha a los 50 días tomados en cuenta desde el trasplante, manualmente con un cuchillo se corta el tallo por encima del suelo y se retiró hojas dañadas.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Número microorganismo por milímetro del medio de cultivo

Tabla 1-3: Número de microorganismos por mililitro del medio de cultivo.

Hongos	Bacterias
1,2x10 ⁵ UFC/mL; 25 °C; 120 horas	6,3x10 ⁶ UFC/mL; 28 °C; 24 horas

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En los resultados del trabajo se pudo apreciar que el contenido de microorganismos del medio de cultivo en hongos fue de 1,2x10⁵ UFC/mL a una temperatura de 25 °C en 120 horas y en las bacterias es de 6,3x10⁶ UFC/mL a una temperatura 28 °C en 24 horas, que no coincide con la investigación de Cho (2016), donde alcanzó los 1x10⁹ UFC/mL. Con la investigación también se determinó que en el medio de cultivo de microorganismos las bacterias son más numerosas por lo que coincide con la investigación de (Castellanos et al., 2015), ya que estas similitudes se han dado porque las bacterias son los habitantes más numerosos del suelo.

3.2. Porcentaje de prendimiento

El análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 12 días después del trasplante (Tabla 1-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,90%.

Tabla 2-3: Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento a los 12 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999	ns
Tratamientos	1022,92	3	340,97	61,38	0,0001	**
Error	33,33	6	5,56			
Total	1056, 25	11				

C.V.=2,90%						
------------	--	--	--	--	--	--

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: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba de Tukey al 5% para el porcentaje prendimiento del trasplante de la lechuga crespa variedad Geen Salad Bowl, presenta cuatro grupos estadísticos (Gráfico 1-3), el grupo MJD1 correspondió al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 95%, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 83 %, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 77% y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 70%. Esto podemos ver que tenemos diferencias estadísticas en prendimiento.

Tabla 3-3: Prueba de Tukey al 5% para el prendimiento de la planta a los 12 DDT.

Tratamientos	Medias (%)	Grupos
D1	95,00	A
D2	83,33	B
D3	76,67	C
D4	70,00	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

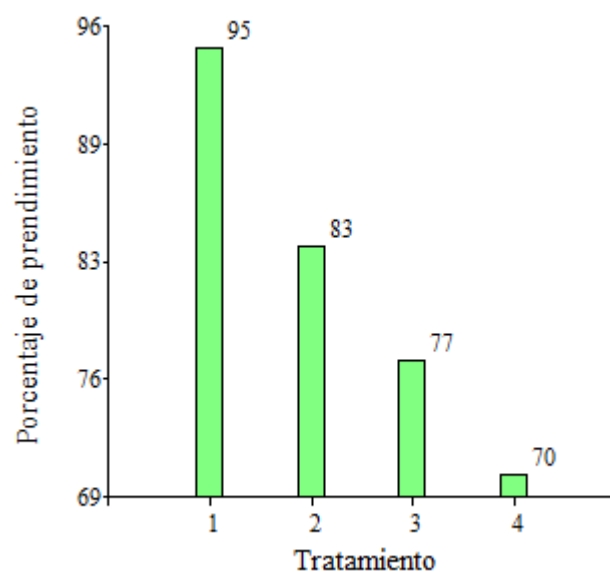


Gráfico 1-3. Prueba de Tukey al 5% del porcentaje de prendimiento a los 12 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En esta investigación el mejor porcentaje de prendimiento de variedad Green Salad se obtuvo con el tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) en comparación con el testigo con una media de 95%, por lo que coincide con la investigación de (Males, 2013, p.17) en la cual obtuvo un promedio de 95,30% de prendimiento.

3.3. Altura de planta

3.3.1. *Altura de la planta a los 30 días después del trasplante*

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante (Tabla 3-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,52%.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 30 días DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,003	2	0,001	0,445	0,6606	ns
Tratamientos	28,574	3	9,525	3356,584	< 0,0001	**
Error	0,017	6	0,003			

Total	28,594	11				
C.V. =0,52%						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal. Nelly, 2022.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 3-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 12,19 cm, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 10,95 cm, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 9,90 cm y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 7,980 cm.

Tabla 5-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 30 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	12,188	A
D2	10,952	B
D3	9,900	C
D4	7,980	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Gramal. Nelly, 2022.

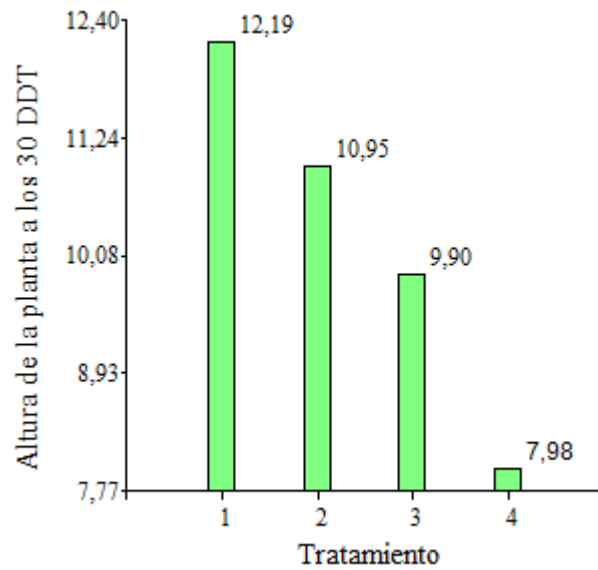


Gráfico 2-3. Prueba Tukey al 5% para la altura de la planta los 30 DDT.

Realizado por: Gramal. Nelly, 2022.

3.3.2. *Altura de la planta a los 40 días después del trasplante*

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 40 días después del trasplante (Tabla 4-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 1,38%.

Tabla 6-3: Análisis de varianza para la altura de la planta a los 40 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,08	2	0,04	1,06	0,4028	ns
Tratamientos	27,17	3	9,06	248,54	<0,0001	**
Error	0,22	6	0,04			
Total	27,46	11				
C.V.=1,38%						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal. Nelly, 2022.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 40 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 4-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 16,12 cm, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis 20 mL/L) con una media de 14,02 cm, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 13,09 cm y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 12,03 cm.

Tabla 7-3: Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 40 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	16,12	A
D2	14,02	B
D3	13,09	C
D4	12,03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

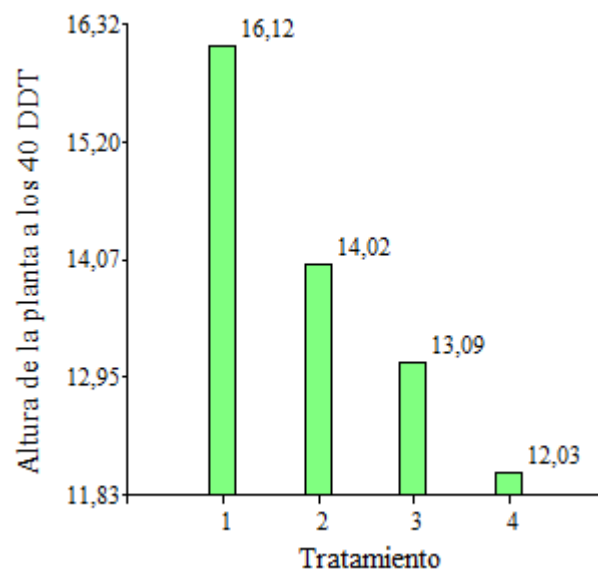


Gráfico 3-3. Prueba Tukey al 5% de la altura de la planta los 40 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

3.3.3. *Altura de la planta a los 50 días después del trasplante*

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante (Tabla 5-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,13%.

Tabla 8-3: Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 50 días DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,0007	2	0,0004	0,8461	0,4746	ns
Tratamientos	30,3499	3	10,1166	24037,97	<0,0001	**
Error	0,0025	6	0,0004			
Total	30,3532	11				
C.V.= 0,13%						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 50 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 5-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis 10 mL/L) con una media de 18,36 cm, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 17,04 cm, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 16,0 cm y el grupo 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 14,01 cm.

Tabla 9-3: Prueba de Tukey al 5% de para la altura de la planta a los 50 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	18,362	A
D2	17,044	B
D3	16,000	C

D4	14,012	D
----	--------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

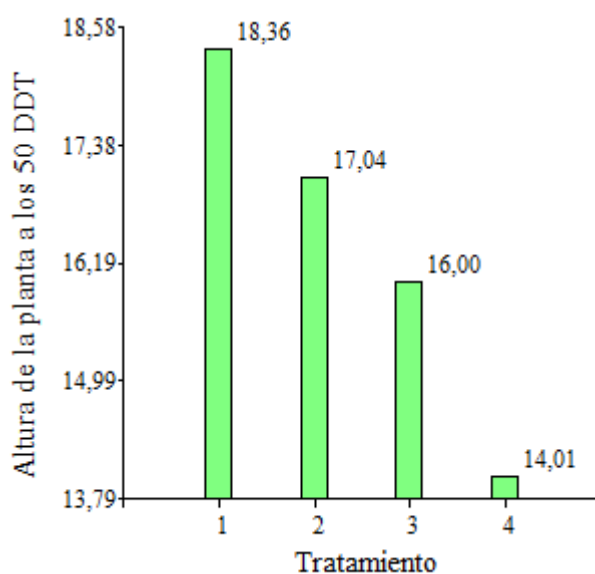


Gráfico 4-3. Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 50 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En la investigación realizada se pudo apreciar el mejor resultado con el tratamiento 1, con relación al testigo, obteniendo una altura de 18,35 cm, no se obtuvieron los mismos resultados con las investigaciones realizadas por (Castellanos et al., 2015), donde obtuvieron el mayor crecimiento en altura de planta al final del ensayo de 18,63 cm. Estas diferencias serían porque fueron sembradas en macetas y las otras en ampo abierto, además los microorganismos son de diferente localidad. Con relación a los tratamientos 2, 3 que presentaron alturas menores al tratamiento 1, esto se debería según Holguín (2018, p.34), ha que cuando las concentraciones son muy elevadas producen efectos inhibitorios sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas.

3.4. Peso fresco de la planta

3.4.1. *Peso fresco de la raíz a los 50 días después del trasplante*

El análisis de varianza para el peso fresco de la raíz a los 50 días después del trasplante (Tabla 6-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,576%.

Tabla 10-3: Análisis de varianza para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,008	2	0,004	0,705	0,511	ns
Tratamientos	73,223	3	24,408	24037,97	<0,0001	**
Error	0,032	6	0,005	4570,54		
Total	73,263	11				
C.V.= 0,58%						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Grama, Nelly, 2022.

La prueba Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 50 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 6-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 16,054 g, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 13,231 g, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 12,285 gr y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 9,135 g.

Tabla 11-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	16,054	A
D2	13,231	B
D3	12,285	C
D4	9.135	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

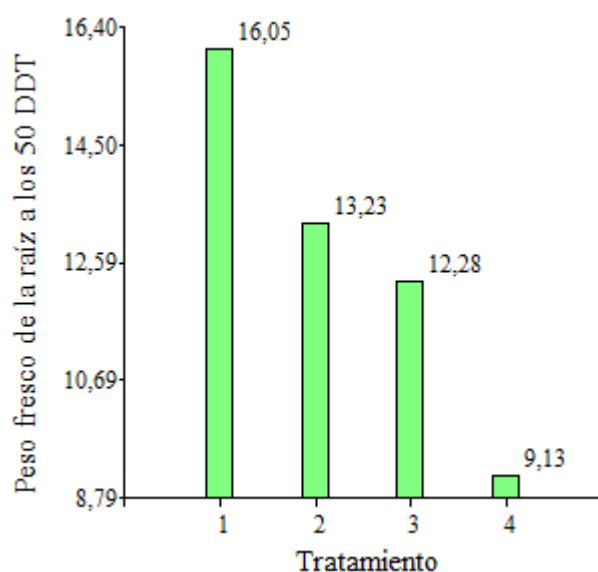


Gráfico 5-3. Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la raíz a los 50 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En la investigación realizada se pudo apreciar los mejores resultados con el tratamiento 1 del peso fresco de la raíz a los 50 días después del trasplante con relación al testigo que fue de 16,12 g, por lo que no coincide con los resultados de la investigación de que obtuvo 17,60 g de peso fresco de la raíz (Castellanos et al.,2015). Estas diferencias serían porque las plantas de lechuga fueron de diferentes variedades, sembradas en distintos tipos de suelos y microorganismos de diferentes localidades. Con respecto a los tratamientos 2, 3 que presentaron alturas menores al tratamiento 1, esto se debería según Holguín (2018, p. 34), ha que cuando las concentraciones son muy elevadas producen efectos inhibitorios sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas que posiblemente fue por el aumento de la dosificación recomendada.

3.4.2. *Peso fresco de la parte aérea a los 50 días después del trasplante*

El análisis de varianza para el peso fresco de la parte aérea a los 50 días después del trasplante (Tabla 7-3), presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos con un coeficiente de variación de 0,050 %.

Tabla 12-3: Análisis de varianza para el peso fresco de la parte aérea a los 50 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,008	2	0,004	1,673	0,2646	ns

Tratamientos	6997,44	3	2332,48	993,99	0,0001	**
Error	1,43	6	0,002			
Total	6997,46	11				
C.V.= 0,05 %						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba Tukey al 5% para el peso fresco de la parte aérea a los 50 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 7-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento T1 (aplicación de 10 mL/L) con una media de 134,48 g, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento T2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 90,154 g, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento T3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 80,513 g y el grupo T4 pertenece al testigo (sin dosis) con una media 71,700 g.

Tabla 13-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso fresco de la parte aérea a los 50 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	134,48	A
D2	90,154	B
D3	80,513	C
D4	71,700	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

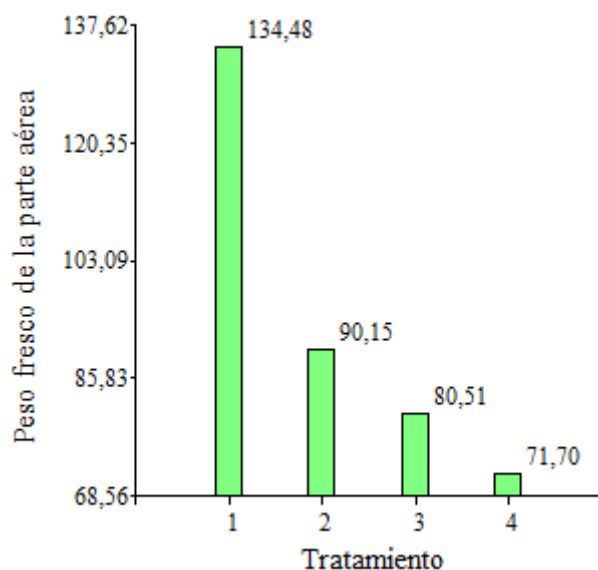


Gráfico 6-3. Prueba Tukey al 5% para el peso fresco de la parte aérea a los 50 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En la investigación realizada se pudo apreciar los mejores resultados fue del tratamiento 1 del peso fresco de la parte aérea a los 50 días después del trasplante con relación al testigo, fue de 134 g, en comparación con Castellanos et al., (2015: pp.49-52), donde obtuvo 145,60 g, por lo no concedió con los resultados en la investigación. Esto se debería a que se utilizaron diferentes variedades de lechuga y sembradas en diferentes condiciones ambientales (invernadero, campo abierto), por lo que la parte aérea de la lechuga no presentó un mejor desarrollo. Con respecto a los tratamientos 2, 3 que presentaron alturas menores al tratamiento 1, esto se debería según Holguín (2018, p.34), ha que cuando las concentraciones son muy elevadas producen efectos inhibitorios sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas que posiblemente fue por el aumento de la dosificación recomendada.

3.5. Peso seco de la planta

3.5.1. *Peso seco de la parte de la raíz*

El análisis de varianza para el peso seco de la raíz a los 53 días después del trasplante (Tabla 8-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,55%.

Tabla 14-3: Análisis de varianza para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,00002	2	0,0001	0,72982	0,5204	ns
Tratamientos	0,19972	3	0,06657	4813,78007	<0,0001	**
Error	0,00008	6	0,00001			
Total	0,19983	11				
C.V.=0,55%						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz a los 53 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 8-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 0,86 g, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 0,70 g, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 0,65 g y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 0,50 g.

Tabla 15-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	0,86	A
D2	0,70	B
D3	0,65	C
D4	0,50	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

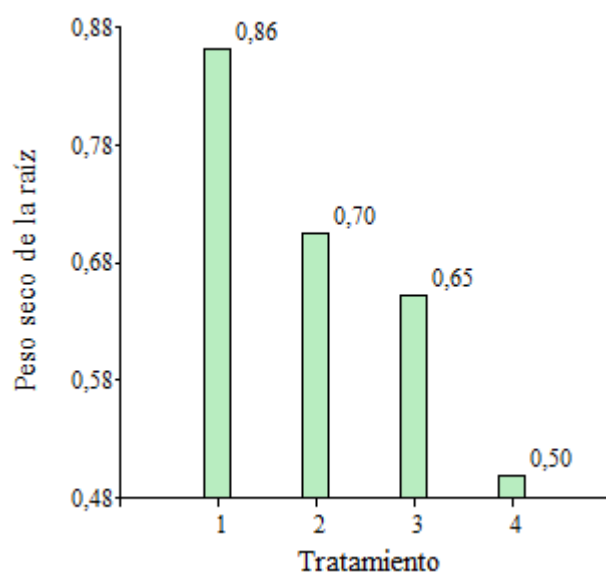


Gráfico 7-3. Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la raíz a los 53 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

3.5.2. *Peso seco de la parte aérea*

El análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea a los 53 días después del trasplante (Tabla 9-3), presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,52%.

Tabla 16-3: Análisis de varianza para el peso seco de la parte aérea a los 53 DDT.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	0,00004	2	0,00002	0,03112	0,9695	ns
Tratamientos	13,02	3	4,33984	6282,38	< 0,0001	**
Error	0,004	6	0,00069			
Total	13,024	11				
C.V.= 0,52 %						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba Tukey al 5 % para el peso seco de la parte aérea a los 53 días después del trasplante

presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 9-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento T1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 6,77 g, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 4,78 g, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 4,38 g y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 4,11 g.

Tabla 17-3: Prueba de Tukey al 5% para el peso seco de la parte aérea a los 53 DDT.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	6,77	A
D2	4,78	B
D3	4,38	C
D4	4,11	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Gramal, Nelly, 2022.

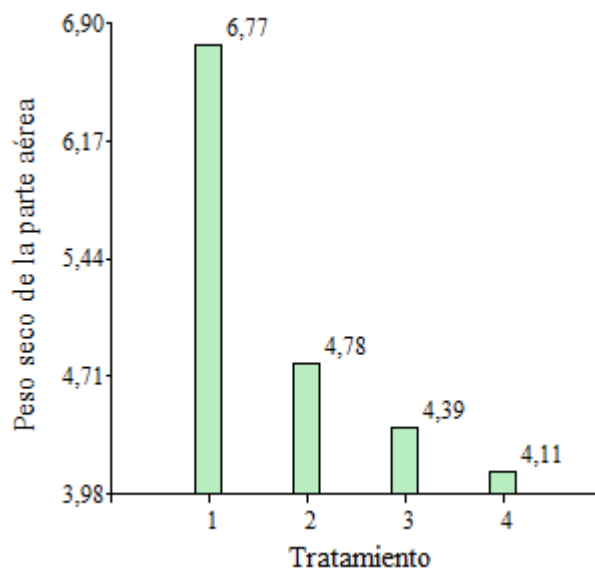


Gráfico 8-3. Prueba Tukey al 5% para el peso seco de la parte aérea a los 53 DDT.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En la investigación realizada se pudo apreciar los mejores resultados con el tratamiento 1 del peso seco de la raíz a los 53 días después del trasplante con relación al testigo que fue de 0,86 g, no se obtuvieron los mismos resultados con las investigaciones (Castellanos et al., 2015) donde obtuvo 1,44 g. Estas diferencias serían porque son de diferentes variedades y porque fueron sembradas de

diferentes formas. Con respecto a los tratamientos 2, 3 que presentaron alturas menores al tratamiento 1, esto se debería según Holguín (2018, p. 34), ha que cuando las concentraciones son muy elevadas producen efectos inhibitorios sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas que posiblemente fue por el aumento de la dosificación recomendada.

3.6. Rendimiento

El análisis de varianza para el rendimiento en g/m² (Tabla 10-3), demostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 0,05 %.

Tabla 18-3: Análisis de varianza para el rendimiento en g/m², de cada uno de los tratamientos.

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor	Significancia
Repeticiones	20,33	2	10,16	1,67	0,2646	ns
Tratamientos	19288593,10	3	6429531,03	1058455,81	< 0,0001	**
Error	36,45	6	6,07			
Total	19288549,87	11				
C.V.= 0,05 %						

p – valor > 0,05 y > 0,01 ns

p – valor < 0,05 y > 0,01 *

p – valor < 0,05 y < 0,01 **

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

La prueba Tukey al 5% para el rendimiento en g/m², de cada uno de los tratamientos a los 53 días después del trasplante presentó cuatro grupos estadísticos (Gráfico 10-3), el grupo MJD1 corresponde al tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) con una media de 6992,99 g, en el grupo MJD2 se ubicó el tratamiento 2 (dosis de 20 mL/L) con una media de 4688 g, el grupo MJD3 pertenece al tratamiento 3 (dosis de 30 mL/L) con una media de 4186,67 g y el tratamiento 4 que pertenece al testigo (sin dosis) con una media 3676,92 g.

Tabla 19-3: Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento en g/m², de cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Medias (cm)	Grupos
D1	6992,99	A
D2	4688,00	B
D3	4186,67	C
D4	3676,92	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

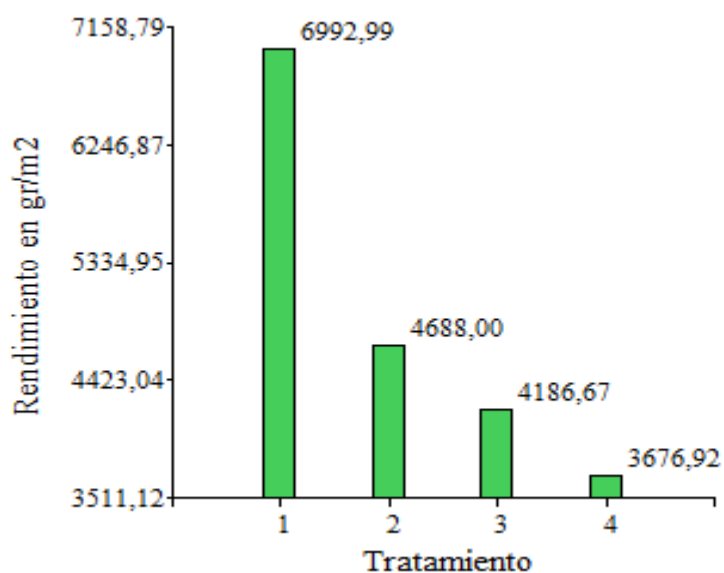


Gráfico 9-3. Prueba Tukey al 5% para rendimiento en g/m², de cada uno de los tratamientos.

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

En la investigación realizada se pudo apreciar los mejores resultados con el tratamiento 1, con respecto al testigo que fue de 6992,99 g/m² de rendimiento, no se obtuvieron los mismos resultados con las investigaciones de (Guamán, 2017); donde obtuvo 471232.6 g/m² de rendimiento. Estas diferencias serían porque son de diferentes variedades y porque fueron sembradas de diferente forma (invernadero y aire libre). También los microorganismos no van a ser los mismo porque son de diferentes localidades. Con respecto a los tratamientos 2, 3 que presentaron alturas menores al tratamiento 1, esto se debería según Holguín (2018, p.34), ha que cuando las concentraciones son muy elevadas producen efectos inhibitorios sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas que posiblemente fue por el aumento de la dosificación recomendada.

3.7. Análisis económico

Se realizó el análisis mediante la relación beneficio/costo con la finalidad de establecer el tratamiento con mayor rentabilidad.

Tabla 20-3: Análisis económico según beneficio/costo.

Tratamiento	Beneficio/costo	Rentabilidad
T1	2,29	129,38
T2	1,41	40,59
T3	1,005	0,55
T4 (testigo)	0,81	-19,20

Realizado por: Gramal, Nelly, 2022.

Como se puede apreciar en la (Tabla:20-3), con el tratamiento 1 (dosis de 10 mL/L) se obtuvo el mayor beneficio costo con 2,29 dólares lo que equivale al 129,38% de rentabilidad. Por lo contrario, en el tratamiento 4 (sin dosis) se obtuvo el menor beneficio costo con 0,81 dólares lo que equivale al -19,20% de rentabilidad.

En la investigación realizada se pudo apreciar los mejores resultados del tratamiento 1 del beneficio costo con relación al testigo fue de 2,29 dólares, no se obtuvieron los mismos resultados con las investigaciones de (Guamán., 2017); donde obtuvo 1,30 dólares, con una rentabilidad de 30,38%. Según Cho (2016 p.123) afirma que se debió a el método de cultivo es de bajo costo, fácil y efectivo. Con respecto a los tratamientos 2, 3 la disminución posiblemente fue por el aumento de la dosis recomendada.

CONCLUSIONES

- El número de hongos del medio de cultivo fue de $1,2 \times 10^5$ UFC/mL y para las bacterias fue de $6,3 \times 10^6$ UFC/mL.
- El mayor porcentaje de prendimiento a los 12 días después de la plantación fue de 95% con la aplicación de 10 mL/L y el menor porcentaje de prendimiento fue de 70% con la aplicación de 0 mL/L.
- Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento 1 dosis de 10 mL con respecto al resto de tratamientos con altura de 18,35 cm, peso fresco de la parte aérea con 134,38 g, peso fresco de la raíz con 16,12 g, peso seco aéreo con 6,77 g y peso seco de la raíz con 0,86 g y 6992,99 g/m² de rendimiento.
- El tratamiento 1 con la aplicación de 10 mL/L fue el único que mostró mayor beneficio/costo que fue de 2,29 USD con una rentabilidad de 129,38%.

RECOMENDACIONES

- Realizar análisis del biofertilizante para conocer: pH, C.E, NO₃, NH₄, P, K, Ca, Mg, SO₄, Na, Cl⁻, Fe, Mn, Zn, Cu, B y poder saber que tan nutritivo es para las plantas.
- Realizar más experimentaciones y algunas adaptaciones como ajustes debidos que el biofertilizante de microorganismos por medio del método JADAM fue desarrollado en suelo coreano.

BIBLIOGRAFÍA

AGROCALIDAD. Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica - ecológica - biológica en el Ecuador. [En línea] 2013. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wpcontent/uploads/2020/05/by3.pdf?fbclid=IwAR35h0UsLVJJ75VicC-9A3qwZoT5cU6BQFUgCemjWQ8ae-SiuQ-8KSvdO2M>.

ASTUDILLO, M. Diseño e implementación de un sistema de control de temperatura y humedad para el cultivo de lechuga hidropónico. [En línea] 2016. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/804/IET-GUE-SEM-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CANABIO. Lactuca sativa. [En línea] 2002. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21940_sg7.pdf.

CASTELLANOS, D. et al. Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. [En línea] 2015.

CHO, Y. *JADAM Organic Farming. The way to Ultra-Low-Cost agriculture*. Segunda. s.l. : Copyright, 2016. pág. 341. 978898922013813520.

CHUGNAS, P. Evaluación del efecto de la aplicación foliar de biol sobre el rendimiento del cultivo de lechuga. [En línea] 2013. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2286>.

DEBARBORA, P. Como Cultivar Microorganismos con el Método Jadam - Subtítulos en español. [En línea] 2017. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=6DVMiHEETy8>.

DÍAZ, P. et al. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga. [En línea] 2001. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319405_23958030.

GADIPCayambe. Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Cayambe. [En línea] 2015. Disponible en: http://sitp.pichincha.gob.ec/repositorio/disenio_paginas/archivos/PDOT%20cant%C3%B3n%20Cayambe%202015-2025.pdf.

GOITES, E. *Manual de cultivos para la huerta orgánica familiar*. Primera. Buenos Aires : INTA, 2008. pág. 140. 9789875213241.

GUSMÁN, A. Efecto de la aplicación de tres bioformulados en el desarrollo de 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Coolguard y Gentilina a campo abierto, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

HALSOUET, P. et al. Manual para su cultivo en la agricultura ecológica. [En línea] 2005. Disponible en: <https://docplayer.es/3436085-Lechuga-biharko-lurraren-elkartea-monograficos-ekonekazaritza-no-3-2005-manual-para-su-cultivo-en-agricultura-ecologica.html>.

HESSAYON, D. *Manual de horticultura*. Primera. Buenos Aires : Blume, 2001. pág. 140. 9788480763103.

HOLGUÍN, M. Respuesta agronómica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) ante la aplicación de dos biofertilizantes con tres dosis. [En línea] 2018. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35462/1/Holgu%c3%adn%20Alvarado%20%20Mar%c3%ada%20Danniela.pdf>.

JAPÓN, J. *La lechuga*. [ed.] Alimentación y Medio Ambiente Ministerio de Agricultura. Madrid : Ministerio de agricultura, 1977. pág. 20. 8434101246.

LUNA, M. Influencia de los Factores Pre y Postcosecha en la Calidad de la Lechuga IV Gama. [En línea] 2012. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/104604#page=2>.

MALLAR, A. *La lechuga*. Primera. s.l. : Hemisferio Sur, S.A., 1978. pág. 55.

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] 2018. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8176/1/13T0855.pdf>.

MOU, B. Lettuce In Vegetables. [En línea] 2008. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-0-387-30443-4_3.

NAMESNY, A. *Post-recolección de hortalizas*. s.l. : Ediciones de horticultura, S.L 330p , 1993.

ORIUS. Bacthon. [En línea] 2020. Disponible en: <https://www.orbiotec.com/web/ftecnica/30-bacthon-sc-ficha-tecnica.pdf>.

OTT, S. *Manual de cultivo de hortalizas*. Barcelona : Omega, S.a., 2009. pág. 187. 8428215324.

RAVELO, A. Respuesta agronómica de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) con dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico a diferentes dosis. [En línea] 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45261/1/Ravelo%20Navarrete%20Argenis%20Alberro.pdf>.

SÁNCHEZ, E. et al. Simulación y Conteo de Unidades Formadoras de Colonias. [En línea] 2017. Disponible en: https://www.redalyc.org/jatsRepo/5122/512253717006/html/index.html#redalyc_512253717006_ref9.

SEPÚLVEDA, G. Evaluación de la respuesta de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral. [En línea] 2021. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4284/SepulvedaTrabajof.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SIERRA, C. Biomasa microbiana el motor que activa el suelo. [En línea] 2016. Disponible en: <https://www.elmercurio.com/campo/Registro/Login.aspx?urlBack=/Campo/Noticias/Analisis/2016/11/23/Biomasa-microbiana-el-motor-que-activa-el-suelo.aspx>.

SOLAGRO. *Lactuca sativa* Información taxonómica. [En línea] 2019. Disponible en: <https://avgust.com.ec/lechuga-2/>.

SYLVIE, J. et al. Cuantificando Fenología y Madurez en lechuga crujiente. [En línea] 2008. Disponible en: [file:///C:/Users/nelbi/Downloads/\[19437714%20-%20HortTechnology\]%20Quantifying%20Phenology%20and%20Maturity%20in%20Crisphead%20Lettuce%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/nelbi/Downloads/[19437714%20-%20HortTechnology]%20Quantifying%20Phenology%20and%20Maturity%20in%20Crisphead%20Lettuce%20(1).pdf).

THEODORACOPOULOS, M. et al. Produccion de lechuga. [En línea] 2009. Disponible en: http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/72/EDA_Manual_Produccion_Lechuga_02_09.pdf?sequence=1.

VALVERDE, G. Lechuga.. [En línea] 2017. Disponible en: <https://docplayer.es/4178844-Lechuga-lactuca-sativa.html>

 D.R.A.J.
Ing. Cristian Castillo



ANEXOS

ANEXO A: ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE.

<p>1. Recolección de microorganismos nativos (iniciador para inocular la solución). de la comunidad indígena Wacho Wacho sector el monte del cantón Cayambe, provincia pichincha.</p>	<p>2. Colocar 100 L de agua de lluvia en el tanque de plástico.</p>
	
<p>3. Aplastar o amasar los 200 g de papas cocidas en la bolsa de algodón para que se disuelva en el agua.</p>	<p>4. Aplastar o amasar los 50 g de matillo del bosque en la bolsa de algodón para que se disuelva en el agua.</p>
	

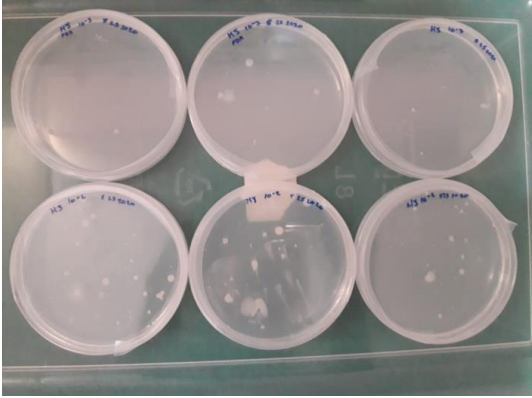
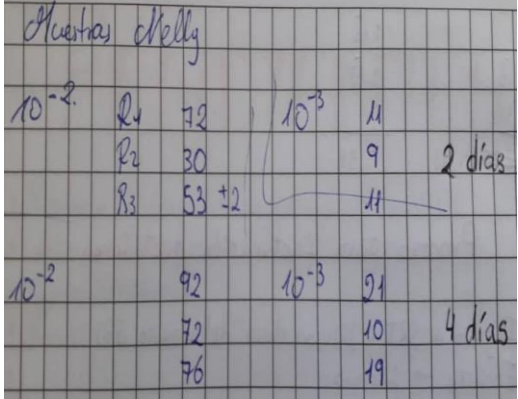
5. Disolver los 100 g de sal marina primero en un recipiente y poner en el agua y mezclar muy bien todo y tapar el tanque.



6. Punto máximo de proporción de los microorganismos (5 días). con pH 7.



ANEXO B: LABORATORIO.

1. Conteo de unidades formadoras de colonias UFC.	2. Registro de datos de las colonias UFC.																																
	 <table border="1"><caption>Muestras Kelly</caption><tbody><tr><td>10^{-2}</td><td>R₁</td><td>72</td><td>10^{-3}</td><td>11</td><td rowspan="3">2 días</td></tr><tr><td></td><td>R₂</td><td>30</td><td></td><td>9</td></tr><tr><td></td><td>R₃</td><td>53 ± 2</td><td></td><td>11</td></tr><tr><td>10^{-2}</td><td></td><td>92</td><td>10^{-3}</td><td>21</td><td rowspan="3">4 días</td></tr><tr><td></td><td></td><td>72</td><td></td><td>10</td></tr><tr><td></td><td></td><td>76</td><td></td><td>19</td></tr></tbody></table>	10^{-2}	R ₁	72	10^{-3}	11	2 días		R ₂	30		9		R ₃	53 ± 2		11	10^{-2}		92	10^{-3}	21	4 días			72		10			76		19
10^{-2}	R ₁	72	10^{-3}	11	2 días																												
	R ₂	30		9																													
	R ₃	53 ± 2		11																													
10^{-2}		92	10^{-3}	21	4 días																												
		72		10																													
		76		19																													

ANEXO C: CAMPO EXPERIMENTAL.

1. Recolección de la tierra negra.	2. Tamizar la tierra negra.
	

3. Mezcla de tierra negra con bocashi.



4. Medición de pH del sustrato.



5. Mezcla de tierra negra con bocashi.



6. Colocación de sustrato en la maceta.



7. Humedecimiento del sustrato y aplicación del biofertilizante antes del trasplante y trasplante de la lechuga cresa.



8. Toma de datos de la altura de planta.



9. Datos del peso en gramos de la raíz fresca.



10. Datos del peso fresco de la parte aérea.



11. Datos del peso seco de la parte aérea y raíz.



12. Resultados del efecto de 3 dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos mediante el metodo de JADAM .



ANEXO D: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 1

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
PREPARACION DEL SUELO				
Sustrato	Litros sustrato	86	0	0
Subtotal				0
RECIPIENTE PARA LAS PLANTAS				
MACETAS		60	0,17	3,4
Subtotal				3,4
Biofertilizante				
Biofertilizante (MJ)	L	3,27	0,2	0,69
Subtotal				0,69
Trasplante				
Plántulas	Uds.	60	0,02	1,2
Trasporte	Carro	1	0,3	0,3
Subtotal				1,5
Control de plagas				
Trampas cromáticas	Uds.	3	0,24	0,72
Subtotal				0,72
Labores culturales				
Deshierbe	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Cosecha				
Mano de obra	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Total				10,31
Imprevistos 10%				1,03067
Gran total				11,34

Beneficio costo	
Ingreso total	26
Costo total	11,34
Beneficio/costo	2,29

Rentabilidad	129,38
---------------------	--------

Rendimiento
gr/m2
6992,99

Lechuga		
Peso fresco aéreo promedio g	134,45	gr
lechugas/m2	52,01	
Valor unitario	0,5	dólar

Rea

ANEXO E: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 2

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
PREPARACION DEL SUELO				
Sustrato	L	86	0	0
Subtotal				0
RECIPIENTE PARA LAS PLANTAS				
MACETAS	UNIDAD	60	0,17	3,4
Subtotal				3,4
Biofertilizante				
Biofertilizante (MJ)	L	6,55	0,2	1,35
Subtotal				1,35
Trasplante				
Plántulas	Uds.	60	0,02	1,2
Transporte	carro	1	0,3	0,3
Subtotal				1,5
Control de plagas				
Trampas cromáticas	Uds.	3	0,2	3,2
Subtotal				3,2
Labores culturales				
Deshierbe	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Mano de obra	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Total				13,45
Imprevistos 10%				1,345
Gran total				14,795
Beneficio costo				
Ingreso total				20,80
Costo total				14,795
Beneficio/costo				1,4058

rentabilidad	40,59
--------------	-------

Rendimiento
gr/m2
4688,00

Lechuga		
Peso fresco aéreo promedio	90,15	gr
lechugas/m2	52,00	
Valor unitario	0,40	dólar

ANEXO F: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 3

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
PREPARACION DEL SUELO				
Sustrato	L	86	0	0
Subtotal				0
RECIPIENTE PARA LAS PLANTAS				
MACETAS	Uds.	60	0,17	3,4
Subtotal				3,4
NUTRIENTES				
Biofertilizante MJ	L	9,82	0,2	1,96
Subtotal				1,96
Trasplante				
Plántulas	Uds.	60	0,02	1,2
Transporte	Carro	1	0,3	0,3
Subtotal				1,5
Control de plagas				
Trampas cromáticas	Uds.	3	0,24	3,24
Subtotal				3,24
Labores culturales				
Deshierbe	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Mano de obra	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Total				14,10
Imprevistos 10%				1,4104
Gran total				15,5144

Rendimiento
gr/m2
4186,67

Beneficio costo	
Ingreso total	15,6
Costo total	15,514
Beneficio/costo	1,00

rentabilidad	0,55
--------------	------

Lechuga		
Peso promedio lechuga/m2	80,51	gr
lechugas/m2	52,00	
Valor unitario	0,30	dólar

ANEXO G: COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL TRATAMIENTO 4 (Testigo)

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	P. TOTAL
PREPARACION DEL SUELO				
Sustrato	L	28,6	0	0
Subtotal				0
RECIPIENTE PARA LAS PLANTAS				
MACETAS	Uds.	60	0,17	3,4
Subtotal				3,4
NUTRIENTES				
Biofertilizante MJ	L	0	0	0
Subtotal				0
Trasplante				
Plántulas	Uds.	20	0,02	0,4
Transporte	Carro	1	0,5	0,5
Subtotal				0,9
Control de plagas				
Trampas cromáticas	Uds.	3	0,24	3,24
Subtotal				3,24
Labores culturales				
Deshierbe	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Mano de obra	Horas	1	2	2
Subtotal				2
Total				11,54
Imprevistos 10%				1,145
Gran total				12,694

Beneficio costo	
Ingreso total	10,25
Costo total	12,694
Beneficio/costo	0,81

rentabilidad	-19,20
--------------	--------

Rendimiento
gr/m²
3676,92

Lechuga	
Peso promedio lechuga/m ²	71,7
lechugas/m ²	51,28
Valor unitario	0,20



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: 28 / 09 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Nelly Marina Gramal Andrango
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónoma
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Fernando Castillo



1935-DBRA-UTP-2022