



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFEECTO 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**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ANDRÉS RICARDO GUAMÁN GUARANGA**

**RIOBAMBA- ECUADOR**

**2017**

## CERTIFICACIÓN

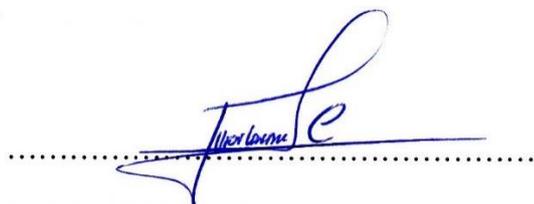
El tribunal de trabajo de titulación certifica, que el trabajo de investigación “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES BIOFORMULADOS EN EL DESARROLLO DE 2 VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Var. Coolguard y Gentilina A CAMPO ABIERTO, EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**”, de responsabilidad del Sr. **ANDRÉS RICARDO GUAMÁN GUARANGA**, código 2019, ha sido revisado y constatado que se han realizado las correcciones pertinentes, quedando autorizado su presentación y la sustentación de la misma

Tribunal de trabajo de titulación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Norma Soledad Erazo Sandoval', written over a horizontal dotted line.

Ing. Norma Soledad Erazo Sandoval.

Directora

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Víctor Alberto Lindao Córdova', written over a horizontal dotted line.

Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova

Asesor

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **ANDRÉS RICARDO GUAMÁN GUARANGA**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo, son auténticos y originales. Los textos constantes y los documentos que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 08 de agosto del 2017



Andrés Ricardo Guamán Guaranga

CC. 060435746-7

## DEDICATORIA

A Dios por toda la sabiduría que me ha dado a lo largo de estos años en la vida universitaria.

A mis padres María y Lorenzo, por ayudarme con sus palabras de motivación y su esfuerzo económico que de esta forma puedo lograr este sueño que se haga realidad.

A mis hermanos, Marco y Juan Pablo, mi tía Margarita y mi abuelita Francisca por ayudarme de forma académica y moralmente para no verme derrumbado en los momentos más difíciles.

A mi amigo que más parece mi hermano, Jordy que siempre me apoyado desde que tenía 4 años de edad, que Dios siga prosperando su vida.

A mis amigos Carlos, Jairo, Juan, Xavier y muchos más, son los mejores.

A mis ingenieros, Víctor Lindao y Norma Erazo por apoyarme a terminar esta meta.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la salud y fuerza necesaria para que haya completado mi vida universitaria y aun sé que me ayudara para grandes retos que me presente la vida.

A mis padres María y Lorenzo, porque ellos siempre son los que me dieron a elegir la carrera universitaria y siempre me han apoyado en mis decisiones así hayan sido malas.

A mis hermanos que ellos son los que más me motivan a seguir tomando nuevos retos, a mi tía que siempre me apoyo de forma económica, con sus oraciones para terminar mi carrera y a mi abuelita le doy las gracias porque desde pequeño me enseñó a ser responsable en mis actos.

A mi ñaño Jordy, desde que nos conocimos al momento de estudiar en el jardín de infantes, en la escuela, colegio y ahora en la universidad pero en diferentes carreras, seguimos siendo los mejores amigos, siempre me has apoyado gracias por todas tus palabras.

A la ESPOCH, gracias por ayudarme a ser un mejor profesional. A la Escuela de Ingeniería Agronómica, gracias por enseñarme muchos conocimientos, ser más responsable con la naturaleza y ser una persona más responsable.

A mis ingenieros, Víctor Lindao y Norma Erazo, porque con su esfuerzo y ayuda incondicional me impulsan a lograr este objetivo de mi vida, le pido Dios que les sigua dando muchas salud y sabiduría en todo lo que se propongan.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES BIOFORMULADOS EN EL DESARROLLO DE 2 VARIEDADES DE LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.) Var. Coolguard y Gentilina A CAMPO ABIERTO, EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO</b> .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	xiv
<b>I.    EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES BIOFORMULADOS EN EL DESARROLLO DE 2 VARIEDADES DE LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.) Var. Coolguard y Gentilina A CAMPO ABIERTO, EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO</b> .....	1
<b>II.   INTRODUCCIÓN</b> .....	1
A. JUSTIFICACIÓN .....	2
B. OBJETIVOS .....	3
1. Objetivo General .....	3
2. Objetivos Específicos.....	3
C. HIPÓTESIS.....	3
1. Hipótesis nula.....	3
2. Hipótesis alternante.....	3
<b>III.  REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
A. LOS MICROORGANISMOS Y SU USO EN LA AGRICULTURA .....	4
1. Generalidades.....	4
2. Los microorganismos del suelo.....	5
3. Aplicación de los microorganismos en la agricultura.....	5
4. Bioformulados.....	6

a.	Tipo de formulaciones .....	7
1)	Sólida o granulada.....	7
2)	Líquida .....	7
b.	Levaduras .....	7
c.	Microorganismos eficientes (ME) .....	8
d.	<i>Trichoderma sp.</i> .....	11
1)	Clasificación taxonómica.....	13
B.	RENDIMIENTO .....	13
C.	VARIEDAD .....	13
a.	Descripción de las variedades en estudio.....	14
1.	Coolguard.....	14
2.	Gentilina.....	14
D.	MORFOLOGÍA .....	14
E.	FISIOLOGÍA .....	14
F.	CULTIVO DE LECHUGA.....	15
1.	Generalidades.....	15
a.	Clasificación botánica .....	15
b.	Descripción morfológica.....	15
2.	Requerimiento de clima y suelo.....	16
a.	Suelo.....	16
b.	Clima.....	16
3.	Manejo de cultivo.....	16
a.	Semillero .....	16
b.	Preparación de terreno .....	16
c.	Plantación.....	16
d.	Siembra .....	17
e.	Riego .....	17
f.	Abonado .....	17
g.	Malezas .....	17
h.	Recolección.....	17
4.	Plagas y enfermedades .....	18
a.	Plagas .....	18
b.	Enfermedades.....	18

5. Producción y rendimiento .....	19
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	20
1. Localización .....	20
2. Ubicación geográfica .....	20
3. Condiciones climatológicas .....	20
4. Clasificación ecológica .....	20
5. Características del suelo.....	21
B. MATERIALES .....	21
1. Material de investigación .....	21
2. Material de campo.....	21
3. Material de laboratorio.....	22
4. Material de oficina .....	22
C. METODOLOGÍA.....	22
1. <b>Tratamiento en estudio</b> .....	22
2. <b>Tipo de diseño experimental</b> .....	23
3. <b>Especificaciones del campo experimental</b> .....	24
D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR .....	25
E. MANEJO DEL ENSAYO.....	27
1. Labores pre-culturales.....	27
2. Labores culturales .....	27
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
A. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO .....	30
B. ALTURA DE LA PLANTA .....	31
C. VIGOR DE LA PLANTA.....	40
D. LONGITUD DE LA RAÍZ .....	43
E. DÍAS A LA COSECHA .....	46
F. PESO EN KILOGRAMOS DE LA PLANTA .....	50
G. RENDIMIENTO EN kg/ha.....	54
H. DIVERSIDAD MICROBIANA .....	58
I. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	63
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>

<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>VIII. RESUMEN</b> .....	66
<b>IX. SUMMARY</b> .....	67
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	68
<b>XI. ANEXOS</b> .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Microorganismos eficientes activados .....	11
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos en estudio .....	23
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza para el ensayo (ADEVA) .....	23
<b>Tabla 4.</b> Escala visual .....	25
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento .....	30
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días después del trasplante .....	31
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los tratamientos.....	32
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para las variedades de lechuga .....	33
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los bioformulados .....	33
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para altura de la planta a los 45 días después del trasplante .....	35
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los tratamientos.....	35
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los bioformulados .....	36
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días después del trasplante .....	37
<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los tratamientos.....	38
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los bioformulados .....	39
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza para el vigor de la planta .....	40
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Tukey al 5% para el vigor de la planta para los tratamientos .....	41
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Tukey al 5% del vigor de la planta para los bioformulados .....	42
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza para la longitud de la raíz. ....	43
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz para los tratamientos .....	44

<b>Tabla 21.</b> Prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz para los bioformulados.....	45
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza para días a la cosecha .....	47
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los tratamientos .....	47
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para las variedades de lechuga	48
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los bioformulados.....	49
<b>Tabla 26.</b> Análisis de varianza para el peso en kilogramos de la planta.....	51
<b>Tabla 27.</b> Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los tratamientos.....	51
<b>Tabla 28.</b> Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para las variedades de lechuga .....	52
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los bioformulados .....	53
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza para el rendimiento kg/ha .....	54
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los tratamientos.....	55
<b>Tabla 32.</b> Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para las variedades de lechuga .....	56
<b>Tabla 33.</b> Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los bioformulados ...	56
<b>Tabla 34.</b> Análisis de varianza para el número de bacterias .....	58
<b>Tabla 35.</b> Prueba de Tukey al 5% del número de bacterias para los tratamientos.....	58
<b>Tabla 36.</b> Análisis de varianza para el número de actinomicetos .....	59
<b>Tabla 37.</b> Prueba de Tukey al 5% del número de actinomicetos para los tratamientos.	60
<b>Tabla 38.</b> Análisis de varianza para el número de hongos.....	61
<b>Tabla 39.</b> Prueba de Tukey al 5% del número de hongos para los tratamientos .....	61
<b>Tabla 40.</b> Rentabilidad de los tratamientos.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 .</b> Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los tratamientos .....	32
<b>Figura 2.</b> Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para las variedades de lechuga .....	33
<b>Figura 3.</b> Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los bioformulados .....	34
<b>Figura 4.</b> Altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los tratamientos .....	36
<b>Figura 5.</b> Altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los bioformulados .....	37
<b>Figura 6.</b> Altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los tratamientos .....	38
<b>Figura 7.</b> Altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los bioformulados .....	39
<b>Figura 8.</b> Vigor de la planta a los 40 días después del trasplante para los tratamientos	41
<b>Figura 9.</b> Vigor de la planta para los bioformulados .....	42
<b>Figura 10.</b> Longitud de la raíz para los tratamientos .....	44
<b>Figura 11.</b> Longitud de la raíz para los bioformulados.....	45
<b>Figura 12.</b> Días a la cosecha para los tratamientos .....	48
<b>Figura 13.</b> Días a la cosecha para las variedades .....	48
<b>Figura 14.</b> Días a la cosecha para los bioformulados .....	49
<b>Figura 15.</b> Peso en kilogramos de la planta para los tratamientos.....	52
<b>Figura 16.</b> Peso en kilogramos de la planta para las variedades.....	52
<b>Figura 17.</b> Peso en kilogramos de la planta para los bioformulados .....	53
<b>Figura 18.</b> Rendimiento en kg/ha para los tratamientos .....	55
<b>Figura 19.</b> Rendimiento en kg/ha para las variedades .....	56
<b>Figura 20.</b> Rendimiento en kg/ha según los bioformulados .....	57
<b>Figura 21.</b> Número de bacterias para los tratamientos .....	59
<b>Figura 22.</b> Número de actinomicetos según los tratamientos .....	60

<b>Figura 23.</b> Número de hongos según los tratamientos.....	61
<b>Figura 24.</b> Relación beneficio costo de los tratamientos .....	63

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Ubicación del ensayo .....	72
<b>Anexo 2.</b> Porcentaje de prendimiento.....	72
<b>Anexo 3.</b> Altura de la planta a los 30 días después de trasplante. ....	73
<b>Anexo 4.</b> Altura de la planta a los 45 días después de trasplante .....	73
<b>Anexo 5.</b> Altura de la planta a los 60 días después de trasplante .....	73
<b>Anexo 6.</b> Vigor de la planta a 40 días después del trasplante .....	74
<b>Anexo 7.</b> Longitud de la raíz .....	74
<b>Anexo 8.</b> Días a la cosecha.....	74
<b>Anexo 9.</b> Peso en kilogramos de la planta.....	75
<b>Anexo 10.</b> Rendimiento (kg/ha) .....	75
<b>Anexo 11.</b> Número de bacterias .....	75
<b>Anexo 12.</b> Número de actinomicetos .....	76
<b>Anexo 13.</b> Número de hongos .....	76
<b>Anexo 14.</b> Costos de producción en hectárea del T1 .....	77
<b>Anexo 15.</b> Costos de producción en hectárea del T2 .....	78
<b>Anexo 16.</b> Costos de producción en hectárea del T3 .....	79
<b>Anexo 17.</b> Costos de producción en hectárea del T4 .....	80
<b>Anexo 18.</b> Costos de producción en hectárea del T5 .....	81
<b>Anexo 19.</b> Costos de producción en hectárea del T6 .....	82
<b>Anexo 20.</b> Costos de producción en hectárea del T7 .....	83
<b>Anexo 21.</b> Costos de producción en hectárea del T8 .....	84
<b>Anexo 22.</b> Toma de muestra de suelo antes de la siembra para el análisis físico, químico y biológico .....	85
<b>Anexo 23.</b> Siembra y germinación de semillas de las dos variedades de lechuga en semillero.....	85
<b>Anexo 24.</b> Trasplante de las dos variedades de lechuga en el campo. ....	85

<b>Anexo 25.</b> Aplicación de bioformulados en las dos variedades de lechuga.....	86
<b>Anexo 26.</b> Toma de datos del porcentaje de prendimiento, altura y vigor de las dos variedades de lechuga. ....	86
<b>Anexo 27.</b> Toma de datos del peso, diámetro del repollo y del tamaño de la raíz de las dos variedades de lechuga.....	86
<b>Anexo 28.</b> Toma de muestra de suelo después de la cosecha para el análisis biológico. ....	87
<b>Anexo 29.</b> Análisis microbiano para bacterias .....	87
<b>Anexo 30.</b> Análisis microbiano para hongos.....	87
<b>Anexo 31.</b> Análisis microbiano para actinomicetos .....	87
<b>Anexo 32.</b> Análisis de suelo .....	88
<b>Anexo 33.</b> Esquema de distribución del ensayo. ....	89

**I. 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**

**II. INTRODUCCIÓN**

La lechuga es uno de los cultivos más sembrados en la serranía ecuatoriana, solo en el año 2007 existían en el país 1644 ha de producción de lechuga tanto en cultivos asociados como en monocultivos. En la provincia de Chimborazo se registra 295 ha de lechuga cosechadas, presentando un rendimiento de 6820 kg/ha (INIAP, 2009).

La lechuga por ser un cultivo de ciclo corto, facilita su manejo orgánico. Esta hortaliza puede cultivarse a lo largo de todo el año permitiendo a los agricultores percibir mayores ingresos económicos, frente a cultivos de ciclo largo que demandan mayor inversión y brindan un menor número de cosechas anuales (Edmond, 1984).

Las siembras sucesivas y el uso indiscriminado de agroquímicos se encuentran entre las causas que han provocado la decreciente fertilidad del suelo, por lo que los agricultores actualmente demandan de nuevas y mejores prácticas agrícolas que permitan optimizar la nutrición de los cultivos para llegar a una producción sustentable, enmarcados dentro de la tendencia de protección y conservación del medio ambiente, con menores costos y mejorar la calidad de las cosechas (Basantes, 2009).

Por lo tanto, se ha tomado en consideración el uso de bioformulados, según Yáñez (2003) citado por Aimacaña (2007), es una formulación que consiste en preparar una combinación de ingredientes de tal forma que el principio activo (biomasa microbiana, esporas o metabolitos) se conserve estable y efectivo, durante el proceso de producción, almacenamiento y aplicación en el campo. Adicionalmente, el bioformulado debe ser económico, satisfacer requerimientos comerciales y ser compatible con las tecnologías existentes. Por lo cual, los microorganismos ayudan a la solubilización de los minerales contenidos en el suelo, debido a que los elementos contenidos en las materias minerales del suelo (K, Ca, Mn, Mg, etc) pueden también ser solubilizados y volverse asimilables para las plantas.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Siendo la lechuga un cultivo de gran importancia en la economía de la provincia, el país y frente a la imperiosa necesidad de cuidar el ambiente, es necesario buscar nuevas formas de mejorar la nutrición de los cultivos para llegar a obtener productos sostenibles y sustentables.

Por lo tanto se pretende usar tres diferentes bioformulados, de esta manera se espera que contribuyan a mejorar la fertilidad del suelo y la calidad del cultivo en la cosecha desde una producción ecológica, que a su vez ayude a los agricultores a mejorar sus ingresos.

En los suelos donde se va a realizar el estudio, requieren efectuar un adecuado manejo de biorremediación, por lo tanto los microorganismos presentes en los bioformulados absorberán los compuestos orgánicos, para degradarlos y estos sean aportados hacia el cultivo.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

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

### **2. Objetivos Específicos**

- a. Determinar la diversidad microbiana del suelo antes del trasplante y al término de la cosecha.
- b. Establecer el bioformulado más eficiente.
- c. Comprobar la respuesta de las variedades con los bioformulados.
- d. Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

## **C. HIPÓTESIS**

### **1. Hipótesis nula**

La aplicación de los tres bioformulados no contribuyen en la calidad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y al incremento de la diversidad microbiana del suelo.

### **2. Hipótesis alternante**

Al menos uno de los bioformulados contribuyen en la calidad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y al incremento de la diversidad microbiana del suelo.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. LOS MICROORGANISMOS Y SU USO EN LA AGRICULTURA**

##### **1. Generalidades**

Los microorganismos constituyen un importante grupo de organismos primitivos y simples, la mayoría unicelulares microscópicos y otros macroscópicos filamentosos o cenocíticos, capaces de realizar innumerables procesos biológicos, que han surgido muy temprano en la evolución, pero que se han adaptado a las condiciones ambientales actuales (Jaizme & Vega, 2010).

Los microorganismos, por su gran versatilidad bioquímica, son los intermediarios entre el mundo mineral y el mundo vivo. Con sus innumerables reacciones metabólicas permiten incorporar los materiales del suelo en el mundo viviente y están en la base de toda productividad, por lo que debe darse a los microorganismos el papel fundamental que les corresponde en la fertilidad de los suelos (Jaizme & Vega, 2010).

Los microorganismos procariontes han colonizado con éxito todos los ambientes susceptibles de albergar vida que existen en nuestro planeta. Habitan en las aguas oceánicas y continentales, en las partículas de polvo atmosférico y en los suelos de ecosistemas de todas las franjas climáticas. Muchos de ellos se han adaptado a vivir en el interior de organismos pluricelulares con los que han establecido relaciones de parasitismo, comensalismo e incluso de simbiosis (Frione, 2005).

Los microorganismos requieren nutrientes, sustancias químicas que estimulan el crecimiento microbiano y que son empleadas en la síntesis de sus materiales celulares y que también brindan energía, a los efectos de realizar sus procesos metabólicos, dividirse, moverse, esporular. Por lo tanto requieren de los macroelementos: C, O, H, N, S, P, K, Ca, Mg, Fe, Na que la célula toma en cantidades relativamente grandes (g/L en el medio de cultivo), mientras que los llamados micronutrientes como Co, Zn, Mo, Cu, Mn, Ni, Se, B se requieren en niveles muy bajos, del orden de los mg/l (Frione, 2005).

## **2. Los microorganismos del suelo**

El suelo es el hábitat ideal para el desarrollo de los microorganismos ya que su estructura constituye una gran ayuda para que puedan adaptarse en el exterior como en el interior de los agregados. Pero para ello el suelo debe tener una buena estructura donde el agua y el aire circulen con facilidad y se hallen en un equilibrio que permita el desarrollo de las colonias de microorganismos (Martínez, 2009).

La mayor concentración de microorganismos se encuentra en la zona cercana a las raíces en lo que se conoce como rizosfera. Las raíces corresponden a una biomasa de 5 a 6 Tm por hectárea en un campo cultivado. Su actividad bioquímica produce unos exudados radiculares, que contienen, según las especies vegetales, entre el 10 y el 50 % de la energía fijada por fotosíntesis. Estos exudados ricos en compuestos carbonatados sirven de alimento a los microorganismos de la rizosfera que, a cambio, proporcionan minerales que necesita la planta (Martínez, 2009).

Si los suelos actuales, especialmente en aquellos que se ha practicado una agricultura muy intensiva, no están ya biológicamente muertos es gracias a la ingente cantidad de raíces que quedan en los suelos tras la cosecha, y que constituyen las últimas fuentes de materia orgánica en el suelo, aunque sea en cantidades insuficientes para frenar la erosión sino hay otros aportes (Martínez, 2009).

En general, el efecto de la rizosfera aumenta progresivamente conforme se va desarrollando la planta, empieza a sentirse en el momento de la germinación, alcanzando un máximo en el momento de fructificación, decreciendo después lentamente. El descenso es muy lento debido a las sustancias nutritivas que encuentran los microorganismos asociados a las micorrizas en los restos de las raíces, cuando la raíz o la planta mueren (Martínez, 2009).

## **3. Aplicación de los microorganismos en la agricultura**

Los microorganismos son aplicados en la agricultura para la producción de biofertilizantes, los biofertilizantes son insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos, como ejemplo se considera que la fijación del nitrógeno atmosférico es realizada exclusivamente por bacterias de géneros como

*Rhizobium sp.* y *Bradhyrhizobium sp.*, que forman simbiosis con plantas leguminosas (Prescott, 1999).

En el grupo de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, *Azospirillum sp.* Es considerado un sistema modelo para el estudio de la asociación entre bacterias y plantas que realizan nódulos. Las bacterias pertenecientes a este género son muy promisorias como inoculantes para las plantas; pues tienen un número de características interesantes que las hace adaptables para establecerse ellas mismas en el extremadamente complejo medio competitivo de la rizosfera (Prescott, 1999).

Los microorganismos inoculados al suelo corrigen la salinidad, facilitan el intercambio de los iones en el suelo y aguas duras, facilitan el drenaje y lavado de sales tóxicas de los cultivos agrícolas (sodio y cloro), solubilizan ciertos minerales (cal y fosfatos), aceleran la descomposición de compost, bokashi, etc. Se mejora las propiedades del suelo permitiendo una mejor penetración del sistema radicular y aumenta la resistencia al ataque de enfermedades (PROEXANT, 2002).

Las bacterias y hongos de suelo poseen maquinarias enzimáticas que les permiten transformar los residuos de cosecha en sustancias asimilables por las plantas, por lo cual se ha generado mayor importancia en el uso de los microorganismos en el proceso de compostaje el cual es un proceso microbiológico realizado en la naturaleza por organismos nativos: bacterias, hongos y actinomicetes, principalmente, actuando en sucesión de predominancia, según la influencia de factores, como la composición química del material original, su relación C/N, humedad, aireación, temperatura, pH, generando un compost de buena calidad y ayudando al desarrollo del cultivo (Prescott, 1999).

Las micorrizas y bacterias están directamente implicados en la alimentación de la planta. En los sistemas donde el aporte de nutrientes es limitado su papel puede ser primordial. Existe una simbiosis a tres bandas entre micorrizas, bacteria fijadores de nitrógeno y plantas. Los nódulos proporcionan nitrógeno no sólo a la planta, sino también al hongo que a su vez aporta fósforo a la simbiosis (Prescott, 1999).

#### **4. Bioformulados**

Yáñez (2003) citado por Aimacaña (2007), considera que se la define como la producción y formulación de agentes de biocontrol son términos estrechamente ligados al concepto de microbiología industrial, cuyo objetivo es usar microorganismos en procesos de

propagación artesanal, semi-industrial e industrial, para obtener productos comerciales aplicables al campo.

Yáñez (2003) citado por Aimacaña (2007), menciona que el término formulación implica alteración del ingrediente activo o adicción de compuestos, con el objetivo de mejorar su actividad, conservación y aplicación, con lo cual se pretende no dañar las conidias, mejorar su vida media efectividad durante el almacenamiento y aplicación, aumentar la estabilidad (propiedades físicas y biológicas) durante el almacenamiento y después de la aplicación, permitir su fácil aplicación con equipos convencionales, mejorar su eficacia contra el organismo objeto de control, bajo costo de producción y no ser perjudicial para el ser humano y las especies benéficas.

#### **a. Tipo de formulaciones**

##### **1) Sólida o granulada**

Formulación sólida, uniforme, en forma de gránulos con dimensiones bien definidas, para aplicación directa. Sustancia activa con un soporte mineral y un agente humectante que le de cohesión. Útil para aplicaciones directamente al suelo (Uturbia, 2007).

Dosificación más fácil, reducción de la cantidad de producto adherido a los envases, equipo de aplicación simple y menos riesgo para los aplicadores (Uturbia, 2007).

##### **2) Líquida**

Es aquella formulación que utiliza un líquido solvente y un emulsificante. El líquido utilizado tiene la función de mantener suspendidas las conidias en el medio para lograr una mezcla homogénea que garantice una buena aplicación. Además este líquido debe evitar la absorción de agua por las conidias y mantener su viabilidad. Ambas formulaciones son de fácil manejo y su uso depende de la disponibilidad (Monzón, 2001).

#### **b. Levaduras**

Las levaduras son hongos que forman sobre los medios de cultivo colonias pastosas, constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas, ovoideas, elipsoides o alargada. Las levaduras pertenecen a dos clases de hongos: ascomicetos o basidiomicetos, aunque muchas de ellas se presentan comúnmente en la forma imperfecta (Arias, 2010).

Las levaduras son organismos aerobios y aunque muchas especies son fermentadoras, otras no lo son, las levaduras autorregulan agentes patogénicos en la tierra, por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica (Arias, 2010).

Debido a su gran diversidad fisiológica pueden crecer en un amplio rango de hábitats. Al ser organismos heterotróficos requieren para su crecimiento nutrientes minerales y una cantidad significativa de carbono orgánico. El hecho que asimilen derivados orgánicos de animales y plantas, las convierte en importantes eslabones de la cadena de descomposición (Arias, 2010).

Las levaduras son un grupo frecuente en el suelo, aunque en menor número que las bacterias y otros hongos. Se distribuyen en forma desigual tanto en número como en composición de especies con valores que oscilan entre 1 y  $10^6$  células viables por gramo de suelo (Stamer, 1987).

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficaces como bacterias ácido lácticas y actinomicetos (Arias, 2010).

Además, cuando estos microorganismos entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias benéficas como vitaminas, ácidos orgánicos y minerales. Así mismo, prosperan por exclusión competitiva, tanto en nichos contaminados como en descomposición, para luego morir cuando las condiciones son limpias, por lo cual no existe riesgo de contaminación secundaria (Arias, 2010).

### **c. Microorganismos eficientes (ME)**

Los microorganismos eficiente (ME), están constituidas por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, en los cuales se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora (Suchini, 2012).

Estos microorganismos son un cultivo mixto líquido de microorganismos benéficos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Sacharomyces spp*, *actinomicetos* y *hongos fermentadores*), capturados de sistemas naturales, los cuales no han sido sometidos a modificación genética y se relacionan de forma simbiótica coexistiendo entre sí, lo cual ha generado efectos positivos para un ambiente en equilibrio (Suchini, 2012).

Dentro de los microorganismos eficientes se presentan los actinomicetos los cuales funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas, benefician el crecimiento y actividad de las micorrizas (APNAN, 2003).

Los microorganismos eficientes, ayudan a realizar más rápido la mineralización de materia orgánica, dado a que en estos se encuentran las bacterias ácido lácticas que aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (Ismail, 2010).

Los microorganismos eficientes son descritos como los inoculantes microbianos, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos. Se reporta un mayor peso de la cabeza en el cultivo de la lechuga, con la aplicación de microorganismos eficientes y que el uso de microorganismos aplicados como alternativa en el desarrollo de los cultivos, podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos (Arismendi, 2010).

Además, es conocido que bacterias y hongos inoculados al suelo aceleran la descomposición e incrementan la materia orgánica del suelo, contribuyendo a la absorción de nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas debido a que poseen relación funcional y constituyen un sistema holístico con las plantas y el suelo, esto permite un efecto benéfico sobre el crecimiento vegetal. Corroborando que la inoculación de microorganismos al ecosistema suelo/planta mejora el crecimiento, rendimiento, la calidad de los cultivos y las propiedades del suelo (Navia, 2013).

Los microorganismos proporcionan una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los

microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes (Higa, 2013).

En la planta se genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, y promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (Silva, 2009).

Pueden presentar una mayor población microbiana, que hace que se incremente la superficie útil de absorción de nutrientes en la raíz, beneficio dado por el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento (Suchini, 2012).

Para reconocer los tipos de microorganismos eficientes (ME) sobre la hojarasca en descomposición, hay que guiarse por el color de las diferentes colonias de microorganismos (verdes, anaranjados, blancos, etc.). Los colores de las colonias de ME se observan más claramente al iniciar o finalizar los periodos lluviosos (Suchini, 2012).

La recolección de los microorganismos eficientes (ME) en el bosque se realiza como máximo dos veces por año. A partir de esas visitas, se debe reproducir la mayor cantidad de ME, para trabajar en el área de terreno donde se cultiven durante todo el año. Como referencia, un tonel plástico con una capacidad de 200 litros y que contenga ME sólidos es suficiente para manejar dos manzanas de cultivo al año (Suchini, 2012).

Entre sus beneficios, son recicladores de nutrientes contenidos en abonos orgánicos como el bocashi, el humus u otros materiales orgánicos, y los pone rápidamente a disposición de las plantas o los cultivos, luego de descomponer las materias secas. Esta función sucede aun cuando los suelos donde se apliquen tengan problemas por altas concentraciones de aluminio, fosforo, pH adversos (Suchini, 2012).

La técnica de activación de los microorganismos eficientes (ME) se realiza posterior a tener la base sólida de los ME, los cuales ya deben contar con un mínimo de 30 días en la fase de reproducción anaeróbica (sin presencia de oxígeno), en barriles o toneles plásticos (Suchini, 2012).

Los microorganismos eficientes activados (MEA) ya están listos para incorporarse en el suelo, en los abonos orgánicos y como una solución que controla o suprime plagas y enfermedades en los diferentes cultivos, además las levaduras que prevalecen luego de 14 días de activados los ME son las que se utilizan para la elaboración de abono orgánico fermentado tipo bocashi (Suchini, 2012).

En la aplicación los ME pueden aplicarse al suelo de manera directa, vía sistemas de riego por goteo en grandes volúmenes de descarga. Las aplicaciones se pueden iniciar desde la preparación del suelo y continuar hasta llegar al manejo del cultivo. Transcurrido el tiempo de preparación se ha determinado que de los cinco a los nueve días los MEA se aplican al follaje de los cultivos para el control de plagas y enfermedades. Los expertos en el tema indican que en ese momento es cuando existe mayor cantidad de hongos y bacterias benéficas que actúan sobre los microorganismos que causan enfermedades a los cultivos. Para aplicar al follaje de los cultivos, se pueden realizar concentraciones al 100% de MEA para el control de plagas y enfermedades (Suchini, 2012).

Entre sus características se encuentran como un color ámbar y un olor a fermento agradable son indicadores de buena calidad de los MEA y pueden ser entonces utilizados con confianza (Suchini, 2012).

**Tabla 1.** Microorganismos eficientes activados

<b>Días de activación</b>	<b>Presencia de microorganismos</b>	<b>Preferencia de uso</b>
5 a 9 días	+ hongos benéficos	Al follaje y suelo
10 a 14 días	+ bacterias benéficas – hongos	+ al suelo
15 a 20 días	Predominan levaduras	Bocashi

Fuente: Suchini, 2012

**d. *Trichoderma sp.***

Dennis & Webster (1971) citado por Aimacaña (2007), menciona que *Trichoderma sp.*, son hongos comunes en casi todos los suelos y son antagonistas a otros hongos patógenos. Algunos aislamientos producen antibióticos volátiles y no volátiles. La habilidad para producir sustancias anti fúngicas varía con la cepa aislada, aún dentro de la misma especie, los más efectivos antagonistas pertenecen a las especies *Trichoderma harzianum*.

*Trichoderma sp.*, es un Bio-regulador que inhibe el desarrollo de fitopatógenos y contribuye con la nutrición en la planta al bio-transformar las celulosas y ligninas de los materiales orgánicos que se encuentran en el suelo. Crece y coloniza muy rápidamente el suelo, protegiendo las raíces de las plantas, quitándole espacio a los fitopatógenos por antagonismo. Es un Bio-Regulador de las enfermedades en los lotes altamente contaminados y las disminuye en un mediano plazo (Oriusbiotech, 2006).

En su ecología se conoce que *Trichoderma sp.*, es un hongo cosmopolita que se encuentra en forma natural en todos los suelos. De este hongo se aislaron varias cepas, siendo la más común *Trichoderma harzianum* que es un hongo mico-parasítico (Oriusbiotech, 2006).

Dennis & Webster (1971) citado por Aimacaña (2007), consideran que *Trichoderma sp.*, es un microorganismo que resiste mejor el calor que los patógenos.

En su mecanismo de control se considera que durante su evolución, *Trichoderma sp.*, fue adquiriendo la capacidad de parasitar y/o excluir a otros hongos competidores, característica que poseen algunas especies y que les permiten ser exitosas en el dominio de un substrato. Además inactiva las enzimas del patógeno, induce resistencia en la planta, mejorar el desarrollo radicular, estimula el crecimiento de la planta. La forma más común que tiene el *Trichoderma sp.*, de parasitar a otros hongos, es el parasitismo directo, lo cual se logra envolviendo las células del hongo (hifas) a parasitar (huésped) en forma de tirabuzón (Transito, 2014).

El parasitismo directo no es el único método que tiene *Trichoderma* para parasitar a otros hongos, también produce antibióticos que le permiten inhibir el desarrollo de otros hongos o bacterias que compiten por nutrientes y espacio (Transito, 2014).

Entre sus ventajas se encuentra el de aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico, no requiere equipamiento especial para su aplicación, disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costes y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor, por su acción antagonista permite ejercer un efectivo control biológico contra organismos fitopatógenos (Transito, 2014).

## 1) Clasificación taxonómica

Según Roskov (2015), el hongo se ubica taxonómicamente de la siguiente manera:

REINO	Fungi
FILO	Ascomycota
CLASE	Sordariomycetes
ORDEN	Hypocreales
FAMILIA	Hypocreaceae
GENERO	<i>Trichoderma</i>
ESPECIE	<i>harzianum</i>

## B. RENDIMIENTO

Rendimiento es la tasa de producción de una planta por unidad de superficie y tiempo. La unidad de medida más utilizada es la Tonelada métrica por hectárea (Tm/ha). Un mayor rendimiento indica una mejor calidad de la tierra (por suelo, clima u otra característica física) o una explotación más intensiva, en trabajo o en técnicas agrícolas (abonos, regadío, productos fitosanitarios, semillas seleccionadas -transgénicos-, etc.) (Collocott, 2002).

Cabe destacar que el concepto de rendimiento se encuentra vinculado al de efectividad o de eficiencia. La efectividad mide la capacidad de alcanzar un efecto deseado. La eficiencia, por su parte, hace referencia a la capacidad de alcanzar dicho efecto con la menor cantidad de recursos posibles (Collocott, 2002).

## C. VARIEDAD

Se entenderá por “variedad” a un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido, con independencia de si responde o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, pueda definirse por la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos, distinguirse de cualquier otro conjunto de plantas por la expresión de uno de dichos caracteres por lo menos. (UPOV, 2010).

## **a. Descripción de las variedades en estudio**

### **1. Coolguard**

Es una variedad de gran tolerancia al frío. Tiene cabezas redondas y firmes, de color verde oscuro y hojas envolventes grandes con muy buena cobertura; es una variedad muy uniforme, de alto vigor, por lo que se adapta a un variado tipo de climas. Del trasplante a cosecha dura de 80 a 85 días. Esta variedad es tolerante a mildiu veloso y esclerotinia (Semillas Arroyave, 2016).

Según FHIA (2004), el peso para la variedad Coolguard es de 0.478 kg. Para Gonzales (2003), la variedad Coolguard presenta un rendimiento medio que puede oscilar entre las 20 y 40 Tm/ha dependiendo de los tipos varietales y los marcos de plantación.

### **2. Gentilina**

Buen crecimiento con temperaturas bajas, las hojas son ligeramente onduladas, con bordes dentellados, voluminoso de color verde claro, su peso varía de 300 a 400 gramos, resistente a *Bremia latucae*. Se cosecha entre 60 a 70 días luego del trasplante (Toledo, 2016).

## **D. MORFOLOGÍA**

Se refiere a los caracteres externos de una planta, ya sea forma, tamaño, color de: raíz, tallo, hojas, flor (androceo y gineceo), fruto y semilla; estructura: a simple vista o vista al microscopio, de órganos (ovarios, óvulos, polen) (Fersini, 1972).

## **E. FISIOLOGÍA**

Fisiología vegetal: es el estudio del funcionamiento de las plantas a nivel celular y a nivel comunidad, y analiza los procesos y funciones que gobiernan su crecimiento y desarrollo, debido a cambios en el ambiente que las rodea por lo que sufren modificaciones debido a factores externos como luz, temperatura (Lira, 1994).

La fisiología vegetal se define como el estudio de los procesos físicos y químicos de las plantas durante la realización de sus funciones vitales. Estudia las actividades básicas como la respiración, el crecimiento, el metabolismo, y la fotosíntesis (Azcón & Talón, 2000).

## F. CULTIVO DE LECHUGA

### 1. Generalidades

Es originaria de Asia Menor, de la costa sur del Mediterráneo, y fue domesticada, probablemente, en Egipto. Algunos autores creen que procede de la India (Vallejo, 2004).

Los países con mayor producción de lechuga fueron China con 13.430.000 toneladas y Estados Unidos con 4.070.780 toneladas, seguidos por India, España, Irán, Japón, Turquía, México e Italia, de un conjunto de 20 países reportados. En Latinoamérica los mayores productores de estas hortalizas son México con 370.066 toneladas y Chile con 101.559 toneladas (FAO, 2014).

#### a. Clasificación botánica

Mallar (1978), indica que la clasificación de la lechuga es la siguiente

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophyta
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Sinandrales
Familia:	Compositaceae
Género:	Lactucae
Especie:	Sativa
Nombre científico:	<i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre vulgar:	Lechuga

#### b. Descripción morfológica

El sistema radicular de una planta adulta de lechuga es moderadamente extenso y pivotante; las ramificaciones primarias se extienden lateralmente a una distancia de 15 a 20 cm y luego se dirigen hacia abajo (Edmond, 1984).

Sus hojas pueden ser de redonda, lanceolada o casi espatulada. La consistencia de las mismas puede ser corroas o blanduzca. El borde de los limbos foliares puede ser liso, ondulado aserrado (Maroto, 1983).

## **2. Requerimiento de clima y suelo**

### **a. Suelo**

Aunque la lechuga vegeta bien en suelos diversos, le conviene sobre todo los terrenos francos y frescos, que no retengan la humedad excesivamente y con alto contenido de materia orgánica, su límite óptimo de pH se cifra de 6,8 y 7,4 no resiste la acidez del suelo y se adapta a terrenos ligeramente alcalinos (Maroto, 1983).

### **b. Clima**

La lechuga es un cultivo de clima fresco. Debe ser plantada a inicios de primavera o finales de verano. En altas temperaturas, se impide el crecimiento, las hojas pueden ser amargas y se forma el tallo donde se producen flores, el cual se alarga rápidamente. Fenómeno indeseable llamado "espigado". Durante el verano las lechugas espigan muy rápido si no se tiene cura de ellas. Algunos tipos y variedades de lechuga soportan el calor mejor que otras (Maroto, 1983).

## **3. Manejo de cultivo**

### **a. Semillero**

La multiplicación de la lechuga es obtenida en semillero, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad. Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm., desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas (Rolleri, 2005).

### **b. Preparación de terreno**

En primer lugar se procederá a la nivelación del terreno, seguidamente del surcado, formando varios bancos, para marcar la ubicación de las plantas (Rolleri, 2005).

### **c. Plantación**

La plantación se realiza en lomos o en banquetas a una altura de 25 cm. para que las

plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos (Rolleri, 2005).

La plantación debe hacerse de forma que la parte superior de la raíz quede a nivel del suelo, para evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces (Rolleri, 2005).

#### **d. Siembra**

Para la siembra se recomienda usar plántulas de pilón con 5-7 hojas, sembradas a una distancia de siembra de 0.30 x 0.30 m sobre lomos de 0.50 m de ancho, en donde se obtendrá una densidad de 11.1 plantas por metro cuadrado (INIAP, 2009).

#### **e. Riego**

Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo (Rolleri, 2005).

#### **f. Abonado**

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en la formación de la cabeza y éstas se deben de suspender al menos una semana antes de la recolección (Guamán, 2004).

La fertilización para el cultivo de lechuga es con materia orgánica descompuesta con un peso de 2,5 Tm/ha. Y con fertilización mineral de 60 a 120 kg de nitrógeno/ha, de 30 a 50 kg de fósforo/ha y de 100 a 150 kg de óxido de potasio/ha (Guamán, 2004).

#### **g. Malezas**

Siempre que las malezas estén presentes será necesaria su eliminación, pues este cultivo no admite competencia con ellas (Rolleri, 2005).

#### **h. Recolección**

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida la cual es considerada apta para ser cosechada (INIAP, 2009).

#### 4. Plagas y enfermedades

##### a. Plagas

INIAP (2009), describe las siguientes plagas que atacan al cultivo de lechuga:

##### 1) **Trips** (*Frankliniella occidentalis*)

Se trata de una de las plagas transmisora del virus del bronceado del tomate (TSWV)

##### 2) **Minadores** (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)

Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada.

##### 3) **Mosca Blanca** (*Trialeurodes vaporariorum*)

Produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta.

##### 4) **Pulgones** (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)

Se trata de una plaga sistemática que ataca cuando el cultivo está próximo a la recolección

##### b. Enfermedades

INIAP (2009), describe las siguientes enfermedades que atacan al cultivo de lechuga

##### 1) **Mildiu Velloso** (*Bremia lactucae*)

En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques suelen presentarse periodos de humedad prolongada.

##### 2) **Esclerotinia** (*Sclerotinia sclerotiorum*)

La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.

### 3) **Chupadera (*Rhizoctonia, Fusarium, Pythium*)**

Causa la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, originados por lesiones de cualquiera de los 3 tipos de hongos que viven en el suelo.

### 5. **Producción y rendimiento**

Según el MAGAP (2002), los máximos países productores de lechuga en el año 2002 son China con 8.005.000 Tm/ha, EEUU con 4.352.740 Tm/ha y España con 914.900 Tm/ha, debido a la diversificación de variedades como por su importancia nutricional. Mientras que las principales zonas de producción de lechuga en el Ecuador son Tungurahua con 518 Tm/ha, Chimborazo con 315 Tm/ha y Pichincha con 70 Tm/ha.

El rendimiento en variedades productivas de lechuga pueden llegar a los 20.000 – 30.000 kg/ha (20-30 Tm/ha), debiendo alcanzar para ello pesos de cabeza alrededor de 0.5 – 1 kg y a veces superiores, mientras que las variedades con menor producción solo alcanzan rendimientos de 15.000 – 20.000 kg/ha (15-20 Tm/ha), con pesos de cabeza de 0.1 – 0.5 kg o poco más. Las lechugas de cabeza son seleccionadas por su tamaño y por el grado de compactación de las hojas (Macas, 1993).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

La presente investigación se realizó en los predios del Departamento de Horticultura, de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

#### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

Lugar: ESPOCH

Latitud: 01°30'S

Longitud: 78°40'W

Altitud: 2827 msnm

#### **3. Condiciones climatológicas<sup>2</sup>**

Temperatura promedio: 13 °C

Precipitación promedio: 450 mm

Humedad relativa promedio: 59%

#### **4. Clasificación ecológica**

Según a Holdridge (1992), corresponde a la zona de vida estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

---

<sup>1</sup> Datos proporcionados por GPS (2017)

<sup>2</sup> Datos proporcionados por la Estación Meteorológica, ESPOCH (2016)

## 5. Características del suelo

### a. Características físicas <sup>3</sup>

Textura: Franco-arenoso

Estructura: suelta

Pendiente: plana (< 2%)

Drenaje: bueno

Permeabilidad: buena

Profundidad: 30 cm

### b. Características químicas <sup>4</sup>

pH:	8.4	L. Alcalino
Materia orgánica:	0.6 %	Bajo
Contenido de NH <sub>4</sub> :	15.6 mg/L	Bajo
Contenido de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	31.8 mg/L	Alto
Contenido de K <sub>2</sub> O:	0,95 meq/100 g	Alto

## B. MATERIALES

### 1. Material de investigación

Se utilizaron semillas de las variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.): Colguar (repollo) y Gentilina (crespa).

Se utilizaron tres tipos de bioformulados: Microorganismos eficientes (ME), Levaduras (L) y *Trichoderma sp.* (Tr)

### 2. Material de campo

Se utilizaron: Tractor, barreno, parcela experimental, 3 rollos de piola de nylon, 20 estacas de madera de 30 cm de largo, cinta métrica, 1 bomba de aplicación de 20 litros de capacidad, 1 balde de 4 litros de capacidad, equipo de protección, 24 rótulos de

---

<sup>3</sup> Análisis de suelo realizado en el Departamento de Suelos. FRN, ESPOCH (2016)

<sup>4</sup> Análisis de suelo realizado en el Departamento de Suelos. FRN, ESPOCH (2016)

madera, cinta masking, cámara fotográfica, cuaderno de campo, lápiz, cinta, embudo, agua, azadas, rastrillos, fertilizante químicos.

### **3. Material de laboratorio**

Se utilizaron: Alcohol antiséptico, rollo de algodón blanco, marcador permanente, balanza analítica, cámara fotográfica, agua destilada, recipientes plásticos.

### **4. Material de oficina**

Se utilizaron: Computadora, hoja de papel bond, lápiz, calculadora, impresora, marcadores, regla, esfero, flash memory.

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Tratamiento en estudio**

#### **a. Materiales de experimentación**

Para la presente investigación se utilizaron dos variedades de lechuga las cuales fueron: Colguar (repollo) y Gentilina (crespa).

Se usaron tres bioformulados: Microorganismos eficientes (ME), Levaduras (L) y *Trichoderma sp.* (Tr)

#### **b. Unidad de observación**

Se realizaron ocho tratamientos de los cuales tres tratamientos estuvieron constituidos por la variedad de lechuga Colguar (repollo) y tres por la variedad Gentilina (crespa) en las que se aplicaron los tres bioformulados y dos tratamientos estuvieron constituidos por las dos variedades (Tabla 2).

**Tabla 2.** Tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1 (A1B1)	Variedad Coolguard (repollo) y microorganismos eficientes
T2 (A1B2)	Variedad Coolguard (repollo) y <i>Trichoderma</i> sp.
T3 (A1B3)	Variedad Coolguard (repollo) y levadura
T4 (A2B1)	Variedad Gentilina (crespa) y microorganismos eficientes
T5 (A2B2)	Variedad Gentilina (crespa) y <i>Trichoderma</i> sp.
T6 (A2B3)	Variedad Gentilina (crespa) y levadura
T7 (A1)	Variedad Coolguard (repollo)
T8 (A2)	Variedad Gentilina (crespa)

Fuente: Guamán, A. 2017

## 2. Tipo de diseño experimental

Se empleó el Diseño Bloques Completos al Azar Bi-factorial con dos variedades, tres microorganismos y tres repeticiones

### a. Análisis Estadístico

Esquema del análisis de varianza ADEVA que se utilizó en el ensayo (Tabla 3)

**Tabla 3.** Análisis de varianza para el ensayo (ADEVA)

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	23
REPETICIONES	2
TRATAMIENTOS	7
FACTOR A	1
CO1 (A1 vs A2)	1
FACTOR B	2
CO1 (B1 vs B2)	1
AXB	2
T 1 VS TRAT. ALTER.	1
T2 VS TRAT. ALTER.	1
ERROR	14

Fuente: Guamán, A. 2017

### b. Análisis funcional

- Para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5 %.
- Se determinó el coeficiente de variación el cual se expresó en porcentaje.

### c. Análisis económico

Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio costo (B/C).

### 3. Especificaciones del campo experimental

#### a. Especificaciones de la parcela experimental

Número de tratamientos:	8
Número de repeticiones:	3
Número de unidades experimentales:	24

#### b. Parcela

Forma de la parcela:	rectangular
Efecto borde	4 m

Distancia de trasplante:

    Entre plantas: 0,30 m

    Entre hileras: 0,30 m

Ancho de la parcela: 3 m

Largo de la parcela: 6 m

Área de cada parcela: 18 m<sup>2</sup>

Área neta de cada parcela: 11.4 m<sup>2</sup>

Distancia entre bloques: 2 m

Distancia entre parcelas: 1 m

Número total de plantas en el ensayo: 4440

Número de plantas evaluadas: 240

Número de hileras por parcela: 5

Número de plantas por hilera: 37

Número de plantas por parcela: 185

Número de plantas evaluadas por parcela neta: 10

Área total del ensayo: 870 m<sup>2</sup>

## D. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR

### 1. Porcentaje de prendimiento

Se evaluó el número de plantas prendidas de toda la parcela a los 7 días después del trasplante, se expresó en porcentaje y se obtuvo el promedio.

### 2. Altura de la planta

Se estableció la altura de 10 plantas marcadas al azar a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, para lo cual se procedió a medir desde el cuello hasta la parte más alta de la planta, en cada uno de los tratamientos

### 3. Vigor de la planta

Se evaluó el vigor de 10 plantas marcadas al azar de cada una de las variedades, basándose en la escala visual (Tabla 4) a los 40 días después del trasplante.

**Tabla 4.** Escala visual

<b>Características</b>	<b>Puntaje</b>
Medio	2
Alto	3
Muy bueno	4
Excelente	5

**Fuente:** Moyano, 1993

### 4. Longitud de la raíz.

Se midió el largo de la raíz de 10 plantas marcadas al azar de las dos variedades de lechuga, al finalizar el ensayo.

### 5. Peso en kilogramos de la planta

Se pesó el repollo de 10 plantas marcadas al azar de las variedades de repollo y cresa de cada tratamiento y se expresó en kilogramos

## 6. Días a la cosecha

Se contabilizo el número de días transcurridos desde el trasplante hasta cuando las plantas estuvieron en su madurez comercial.

## 7. Rendimiento

Se contabilizo el peso en kg de la variedad de repollo y cresa, obtenidos en cada uno de los tratamientos que conformaron la parcela neta y se lo relaciono a la producción en kg/ha.

## 8. Diversidad microbiana

Se registró la diversidad microbiana tomando muestra de suelo antes de la siembra y al final de la cosecha. Se pesó 10 g de suelo de cada uno de los tratamientos el cual se introduce dentro de un frasco, dentro de este se añadió 90 ml de agua destilada (dilución  $1/10$  o  $10^{-1}$ ), se procedió agitar por 3 minutos, después se transfirió 1 ml de la dilución  $1/10$  o  $10^{-1}$  a blancos de dilución de 9 ml para obtener diluciones  $1/10^2$ ,  $1/10^3$  y  $1/10^4$ , se procedió a colocar 100  $\mu$ l de la diluciones  $1/10^4$  en 36 cajas petri los cuales contenían los medios sólidos de agar papa dextrosa (PDA), agar-nutritivo (AN) y agar-avena (AA), con la ayuda de un dispersor estéril se distribuyó uniformemente el material en cada una de las cajas petri con los respectivos medios de cultivo, se incubo las cajas a 28° C hasta que aparezcan colonias visibles, se procedió a contar el número de colonias de hongos, bacterias y actinomicetos presentes en la dilución  $1/10^4$ .

## 9. Análisis económico

Se realizó en base al rendimiento total en (kg/ha), se determinó mediante la relación Beneficio/Costo

## **E. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores pre-culturales**

#### **a. Muestreo**

El muestreo del suelo se realizó en la parcela experimental utilizando el método del zigzag, para extraer la muestra a 25 cm de profundidad, en laboratorio se realizó el análisis físico-químico y biológico.

#### **b. Preparación del suelo.**

Se realizó dos pases de rastra, con el fin de desmenuzar los terrones de suelo y lograr una capa suelta, obteniendo de esta manera una profundidad de suelo desmenuzado de 25 cm.

#### **c. Nivelación del terreno.**

Esta labor se realizó manualmente con la ayuda de rastrillos, dejando una distribución homogénea en todos los tratamientos.

#### **d. Trazado de la parcela.**

Se lo realizó con la ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones del campo experimental.

#### **e. Surcado.**

Se lo realizó de forma manual, se basó en la profundidad de desarrollo de las raíces de la lechuga y al diseño de campo, y se determinó que el surco posee una longitud de 30 m y una anchura de 0.30 m para el fácil manejo del ensayo.

### **2. Labores culturales**

#### **a. Semillero**

La siembra se realizó en gavetas de espumaflex, provistas de sustrato rico en nutrientes esenciales, de tal forma que las plántulas se desarrollaron en buenas condiciones para estar listas para el trasplante al sitio definitivo.

**b. Trasplante**

Esta labor se realizó a las cinco semanas desde la siembra.

El trasplante se efectuó de forma manual, a una distancia de 0.30 metros entre plantas y 0.30 metros entre hileras a tres bolillo, tomando en cuenta cuando la planta presentó de 3 a 5 hojas verdaderas que estén vigorosas, libre de plagas y enfermedades

**c. Fertilización.****1) Fertilización edáfica**

Se realizó tomando en cuenta la extracción del cultivo, en el momento del trasplante se utilizaron los fertilizantes químicos: 10-30-10 (0.89 kg), urea (0.61 kg) y muriato de potasio (0.60 kg), a los 40 días después del trasplante se aplicó la otra mitad urea y muriato de potasio en las siguientes cantidades respectivamente (0.61 kg y 0.60 kg), estos valores son las dosis que se aplicó en los tratamientos que requirieron fertilización.

**d. Aplicación de bioformulados**

Se realizaron tres aplicaciones de los 3 tipos de bioformulados, la primera aplicación se realizó a los 20 días después del trasplante, se aplicó las levadura (10 g/planta), microorganismos eficientes (8 litros de microorganismos eficientes en 8 litros de H<sub>2</sub>O) y *Trichoderma* sp. (1 litro de *Trichoderma* sp. en 11 litros de agua), se utilizó la misma dosis de aplicación a los 40 y 70 días después del trasplante.

**e. Deshierba.**

Se realizaron de forma manual, a los 30 y 50 días después del trasplante para evitar la competencia de las malezas.

**f. Riego.**

Se realizó el riego por gravedad el día anterior al trasplante y otro un día después del trasplante, para evitar el estrés hídrico de las plantas, luego se efectuó el riego 2 veces por semana, de acuerdo al requerimiento de humedad del suelo y a las condiciones climáticas durante el ciclo de cultivo. Tomando en cuenta que la lámina de riego es de 89 mm.

**g. Control de plagas y enfermedades**

Se efectuó el control con el producto químico kañon (clorpirifos+cyprmethrin) en dosis de 1cc/lit al momento del trasplante, a medida que se desarrolló el cultivo se observó que no existía presencia de plagas y enfermedades.

**h. Cosecha**

Se lo realizo de forma manual de acuerdo a cada variedad, utilizando sacos para el caso de lechuga de repollo y fundas plásticas para la lechuga cresa, tomando en cuenta su estado de maduración.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

Para determinar el porcentaje de prendimiento (Tabla 5), presentó diferencia altamente significativa el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT), en el resto de factores no existió diferencia significativa, el coeficiente de variación es de 1.34 %.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para el porcentaje de prendimiento

ADEVA							
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	29,83					
BLOQUES	2	1,33	0,67	0,38	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	3,83	0,55	0,31	2,76	4,28	ns
FACTOR A	1	0,06	0,06	0,03	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	0,06	0,06	0,03	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	2,33	1,17	0,66	3,74	6,51	ns
CO1 (B1 vs B2)	1	1,36	1,36	0,77	4,60	8,86	ns
AXB	2	0,78	0,39	0,22	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	0,64	0,64	0,36	4,60	8,86	ns
T2 VS TRAT. ALTER.	1	686,00	686,00	389,35	4,60	8,86	**
ERROR	14	24,67	1,76				
CV %			1,34				
Media			99,08				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*\* : Altamente significativo

## B. ALTURA DE LA PLANTA

### 1. Altura de planta a los 30 días después del trasplante

En el análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días después del trasplante (Tabla 6), presentó diferencia altamente significativa los tratamientos, los bioformulado (factor B) y la interacción entre el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). Mientras que las variedades (factor A) y el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) no presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación es de 6.01%

**Tabla 6.** Análisis de varianza para altura de la planta a los 30 días después del trasplante

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	71,96					
BLOQUES	2	3,70	1,85	2,58	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	58,21	8,32	11,59	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	2,92	2,92	4,07	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	2,92	2,92	4,07	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	31,72	15,86	22,11	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	4,11	4,11	5,74	4,60	8,86	*
AXB	2	4,69	2,35	3,27	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	9,94	9,94	13,86	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,59	0,59	0,82	4,60	8,86	ns
ERROR	14	10,04	0,72				
CV %			6,01				
Media			14,09				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

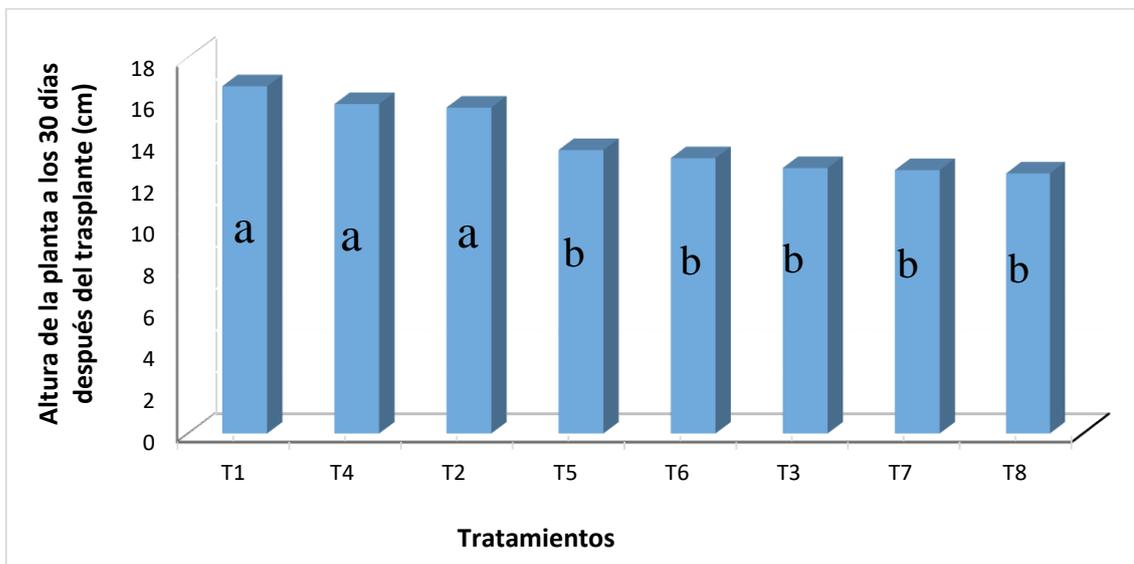
En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los tratamientos (Tabla 7; Figura 1) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicaron los tratamientos T1 (Variedad Coolguard y microorganismos eficientes), T4 (Variedad Gentilina y microorganismos eficientes) y T2 (Coolguard y *Trichoderma* sp.) con una media de 16.65, 15.80 y 15.63 cm respectivamente. En cambio en el rango “b” se ubicó

en T5 (Variedad Gentilina y *Trichoderma* sp.), T6 (Variedad Gentilina y levadura), T3 (Coolguard y levadura), T7 (Variedad Coolguard) y T8 (Variedad Gentilina) con una media de 13.60, 13.21, 12.74, 12.64 y 12.48 cm respectivamente

**Tabla 7.** Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	16,65	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	15,80	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	15,63	a
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	13,60	b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	13,21	b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	12,74	b
T7 Repollo	A1	12,64	b
T8 Crespa	A2	12,48	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



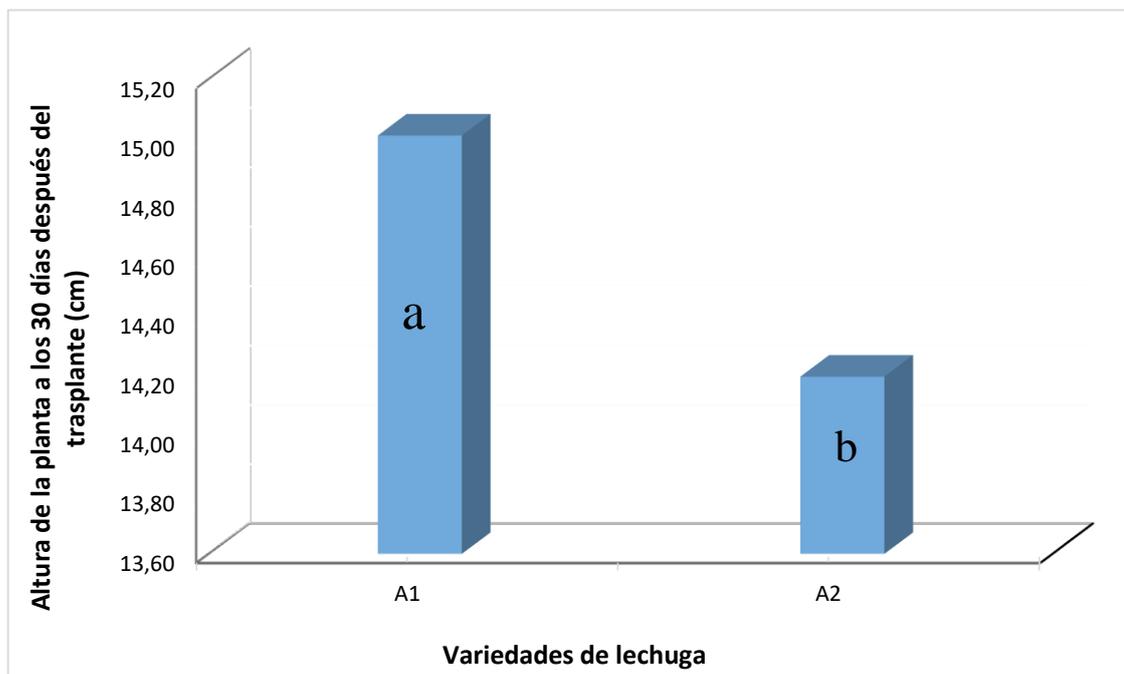
**Figura 1 .** Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para las variedades de lechuga (Tabla 8; Figura 2) presentó dos rangos; En el rango “a” se presentó en la variedad Coolguard (A1) con una media de 15.01 cm, en cambio el rango “b” se encontró en la variedad Gentilina (A2) con una media de 14.20 cm.

**Tabla 8.** Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para las variedades de lechuga

<b>Variedad</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>RANGO</b>
Coolguard	A1	15,01	a
Gentilina	A2	14,20	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



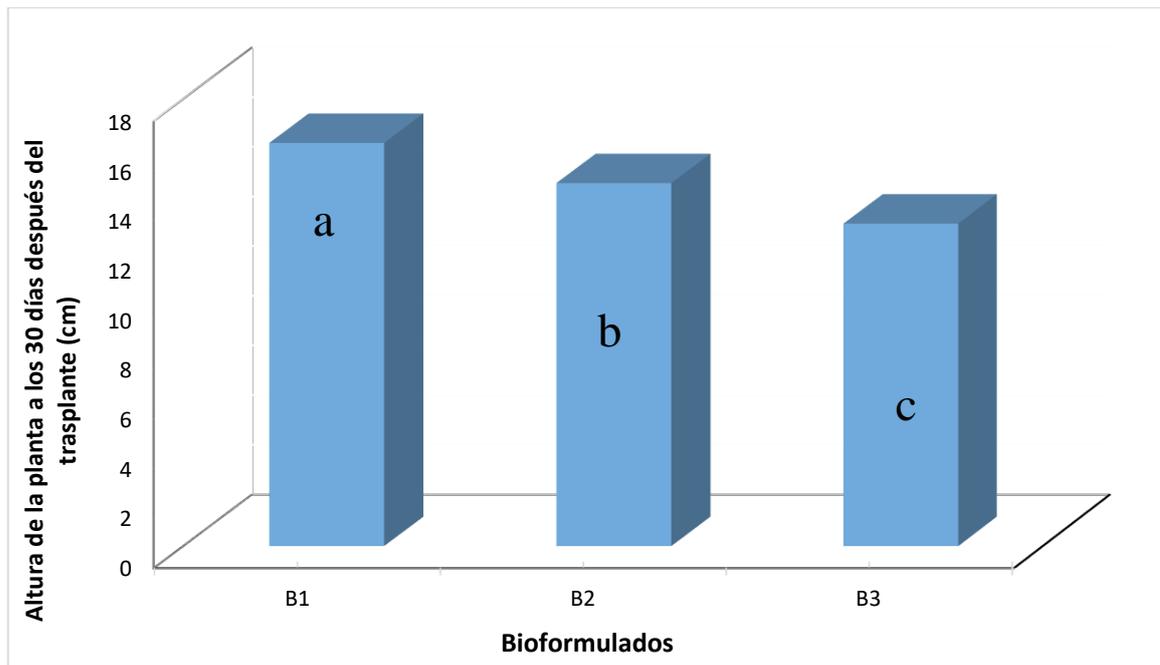
**Figura 2.** Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para las variedades de lechuga

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los bioformulados (Tabla 9; Figura 3) presentó tres rangos; En el rango “a” se encontró en los microorganismos eficientes (B1) con una media de 16.23 cm de altura de la planta, en cambio el rango “c” se ubicó en la levadura (B3) con una media de 12.98 cm de altura de la planta.

**Tabla 9.** Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los bioformulados

<b>BIOFORMULADOS</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MEDIA (cm)</b>	<b>RANGO</b>
Microorganismos eficientes	B1	16,23	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	14,61	b
Levadura	B3	12,98	c

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 3.** Altura de la planta a los 30 días después del trasplante para los bioformulados

## 2. Altura de planta a los 45 días después del trasplante

En el análisis de varianza para altura de la planta a los 45 días después del trasplante (Tabla 10), presentó diferencia altamente significativa los tratamientos, los bioformulado (factor B) y la interacción entre el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). Mientras que las variedades (factor A) y el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) no presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación fu de 6.73 %.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para altura de la planta a los 45 días después del trasplante

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	89,90					
BLOQUES	2	2,73	1,37	1,13	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	70,21	10,03	8,28	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	0,01	0,01	0,01	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	0,01	0,01	0,01	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	39,27	19,63	16,21	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	1,45	1,45	1,20	4,60	8,86	ns
AXB	2	1,83	0,91	0,75	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	13,99	13,99	11,56	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,03	0,03	0,03	4,60	8,86	ns
ERROR	14	16,95	1,21				
CV %			6,73				
Media			16,34				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

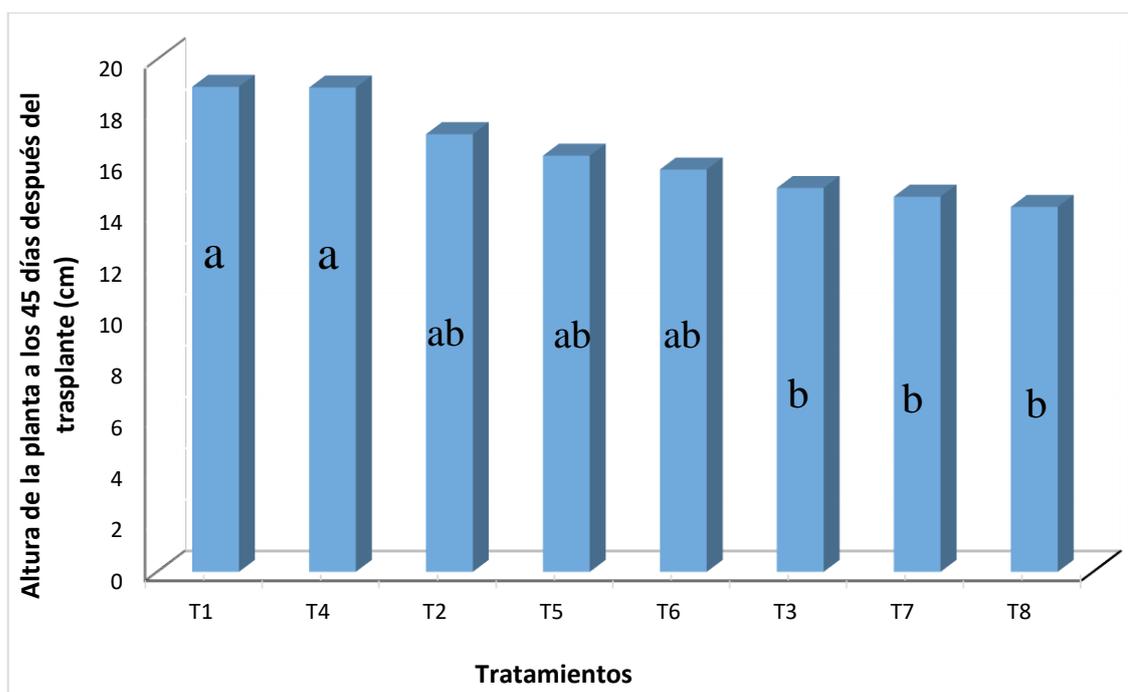
\*\* : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los tratamientos (Tabla 11; Figura 4) presentó dos rangos; El rango “a” se ubicó en T1 (A1B1) y T4 (A2B1) con una media de 18.93 y 18.90 cm respectivamente, en cambio el rango “b” se encontró en T3 (A1B3), T7 (T1A1) y T8 (T1A2) con una media de 14.98, 14.64 y 14.24 cm respectivamente.

**Tabla 11.** Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	18,93	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	18,90	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	17,08	a b
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	16,24	a b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	15,70	a b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	14,98	b
T7 (Repollo)	A1	14,64	b
T8 (Crespa)	A2	14,24	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



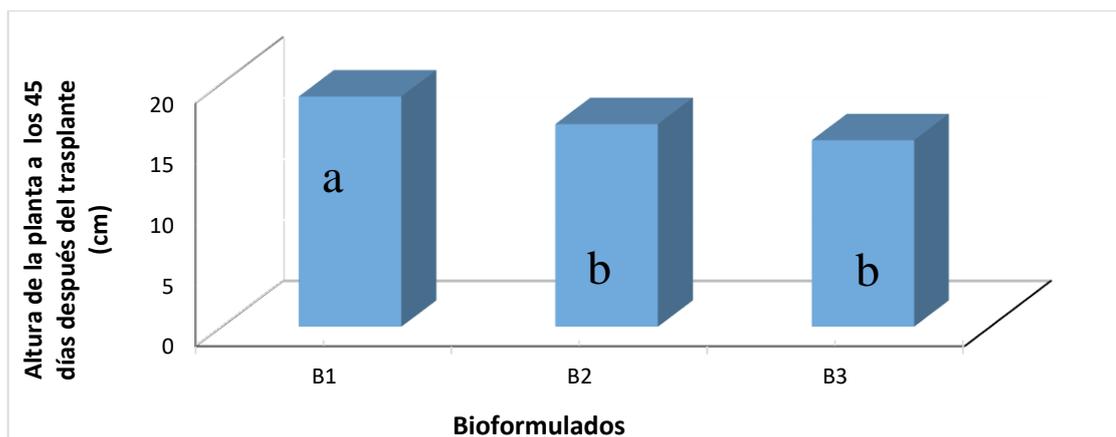
**Figura 4.** Altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los bioformulados (Tabla 12; Figura 5) presentó dos rangos; En el rango “a” se presentó en los microorganismos eficientes (B1) con una media de 18.92 cm de altura de la planta, en cambio el rango “b” se encontró en *Trichoderma* sp. (B2) y en la levadura (B3) con una media de 16.66 y 15.34 cm de altura de la planta

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los bioformulados

BIOFORMULADOS	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	18,92	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	16,66	b
Levadura	B3	15,34	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 5.** Altura de la planta a los 45 días después del trasplante para los bioformulados

### 3. Altura de planta a los 60 días después del trasplante

En el análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días después del trasplante (Tabla 13), presentó diferencia altamente significativa los tratamientos, los bioformulado (factor B) y la interacción entre el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). Mientras que las variedades (factor A) y el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) no presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación fue de 5.33 %.

**Tabla 13.** Análisis de varianza para altura de la planta a los 60 días después del trasplante

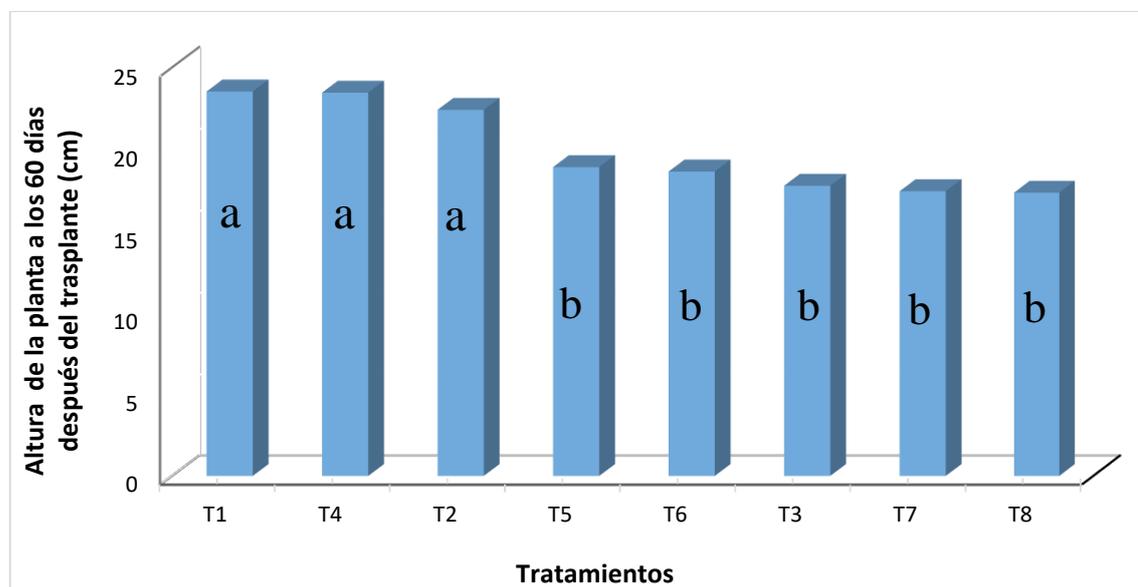
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	170,74					
BLOQUES	2	0,15	0,08	0,07	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	154,72	22,10	19,51	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	3,62	3,62	3,19	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	3,62	3,62	3,19	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	83,62	41,81	36,91	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	7,08	7,08	6,25	4,60	8,86	*
AXB	2	15,83	7,91	6,99	3,74	6,51	**
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	28,79	28,79	25,41	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,24	0,24	0,22	4,60	8,86	ns
ERROR	14	15,86	1,13				
CV %			5,33				
Media			19,96				

En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los tratamientos (Tabla 14; Figura 6) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó en T1 (A1B1), T4 (A2B1) y T2 (A1B2) con una media de 23.54, 23.47 y 22.42 cm respectivamente, en cambio el rango “b” se encontró en T5 (A2B2), T6 (A2B3), T3 (A1B3), T7 (T1A1) y T8 (T1A2) con una media de 18.93, 18.66, 17.79, 17.46 y 17.37 cm respectivamente.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	23,54	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	23,47	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	22,42	a
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	18,93	b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	18,66	b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	17,79	b
T7 (Repollo)	A1	17,46	b
T8 (Crespa)	A2	17,37	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 6.** Altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los tratamientos

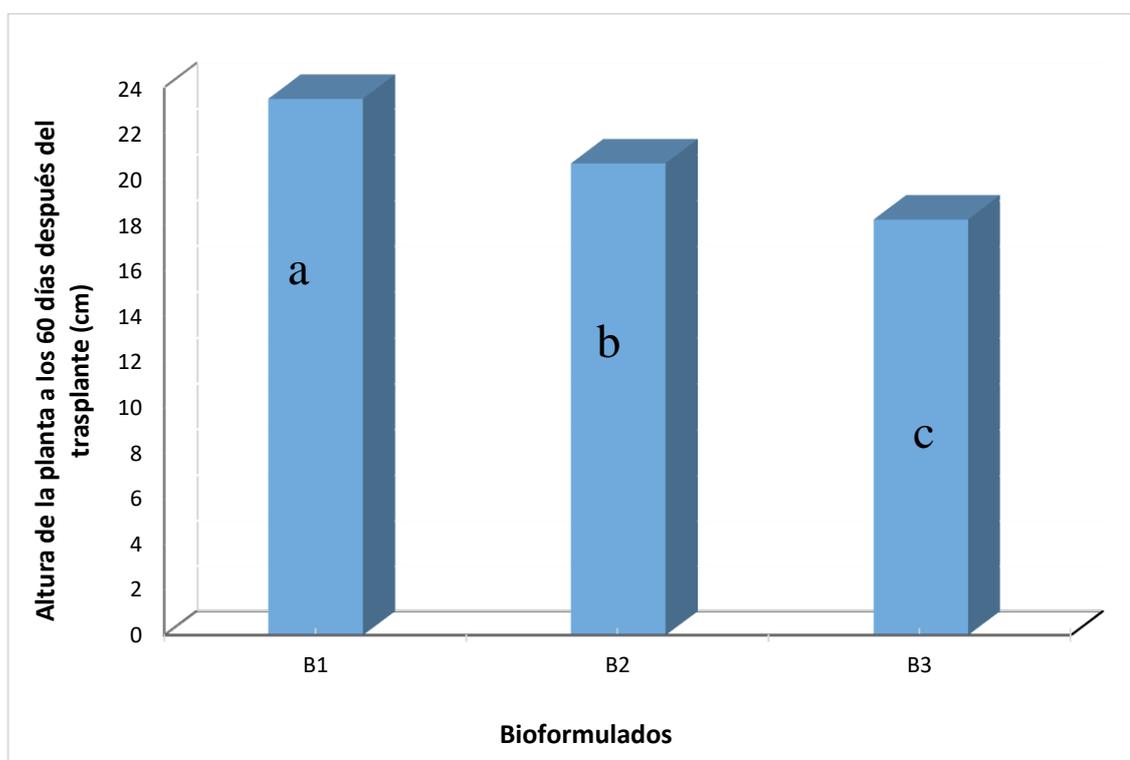
En la prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los bioformulados (Tabla 15; Figura 7) presentó tres rangos; En el rango “a” se presentó en los microorganismos eficientes (B1) con una media de 23.50 cm de altura de

la planta, en cambio el rango “c” se encontró en la levadura (B3) con una media de 18.23 cm de altura de la planta.

**Tabla 15.** Prueba de Tukey al 5% de la altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los bioformulados

Bioformulados	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	23,50	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	20,68	b
Levadura	B3	18,23	c

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 7.** Altura de la planta a los 60 días después del trasplante para los bioformulados

## DISCUSIÓN

Los microorganismos eficientes (B1) ayudaron a que exista un mayor crecimiento de las dos variedades de lechuga en su altura durante 30, 45 y 60 días después del trasplante, esto concuerda con Navia (2013), quien manifiesta que los microorganismos eficientes contribuyen a la absorción de nutrientes disponibles, los fija y los pone a disposición de las plantas debido a que poseen relación funcional y constituyen un sistema holístico con las plantas y el suelo, esto permite un efecto benéfico sobre el crecimiento vegetal.

Estos resultados también se podrían explicar a lo citado por Higa (2013), considera que los microorganismos proporcionan una rápida descomposición de macromoléculas, haciendo que los macro y micro nutrientes solubles estén disponibles por la rápida descomposición, la cual es causa directa de la hidrolización que realizan los microorganismos como funcionamiento normal de su metabolismo para la obtención de nutrientes. Por lo tanto los microorganismos eficientes favorecieron a las dos variedades de lechuga para un mejor desarrollo en comparación con los tratamientos que no fueron aplicados los bioformulados

### C. VIGOR DE LA PLANTA

En el análisis de varianza para el vigor de la planta (Tabla 16), presentó diferencia altamente significativa los tratamientos, los bioformulados (factor B), el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER) y el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT). En cambio las variedades (factor A), no presentaron significancia. Su coeficiente de variación fue de 3.68 %.

**Tabla 16.** Análisis de varianza para el vigor de la planta

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	1,99					
BLOQUES	2	0,19	0,09	3,80	3,74	6,51	*
TRATAMIENTOS	7	1,45	0,21	8,40	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	0,00	0,00	0,00	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	0,00	0,00	0,00	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	0,59	0,30	11,96	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	0,22	0,22	8,82	4,60	8,86	*
AXB	2	0,09	0,05	1,89	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	0,37	0,37	14,86	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,24	0,24	9,72	4,60	8,86	**
ERROR	14	0,35	0,02				
CV %			3,68				
Media			4,28				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*: Significativo

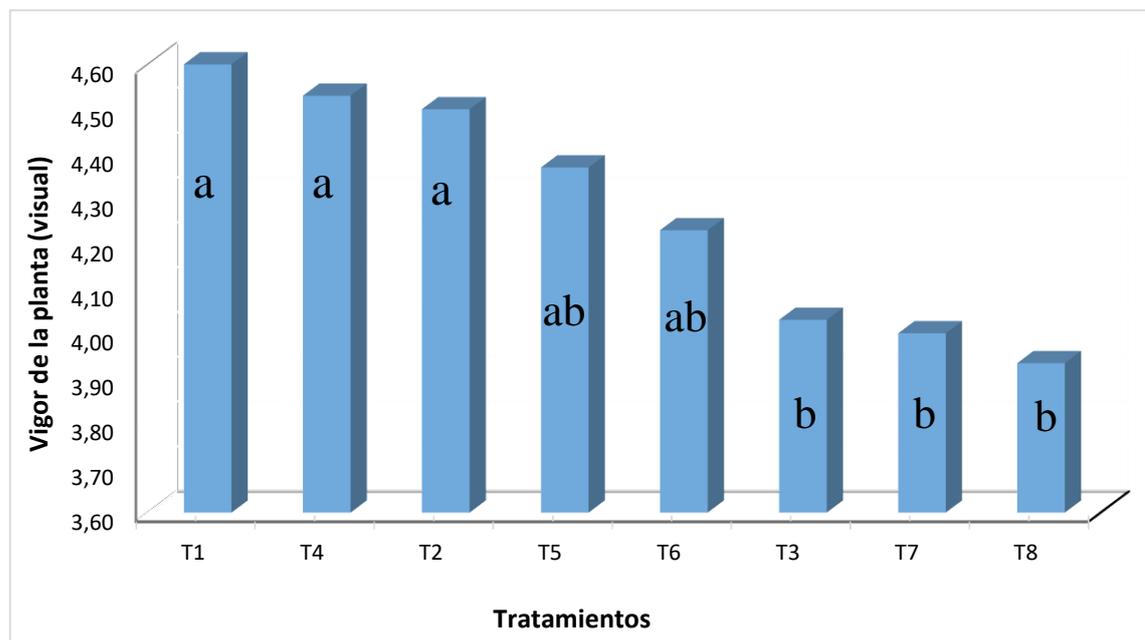
\*\* : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% del vigor de la planta a los 40 días después del trasplante, para los tratamientos (Tabla 17; Figura 8) presentó tres rangos; En el rango “a” se ubicó T1 (A1B1), T4 (A2B1) y T2 (A1B2) con una media de 4.60, 4.53 y 4.50 respectivamente, en cambio el rango “b” se encontró en T3 (A1B3), T7 (T1A1) y T8 (T1A2) con una media 4.03, 4.00 y 3.93 respectivamente.

**Tabla 17.** Prueba de Tukey al 5% para el vigor de la planta para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (visual)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	4,60	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	4,53	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	4,50	a
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp)	A2B2	4,37	a b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	4,23	a b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	4,03	b
T7 (Repollo)	A1	4,00	b
T8 (Crespa)	A2	3,93	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 8.** Vigor de la planta a los 40 días después del trasplante para los tratamientos

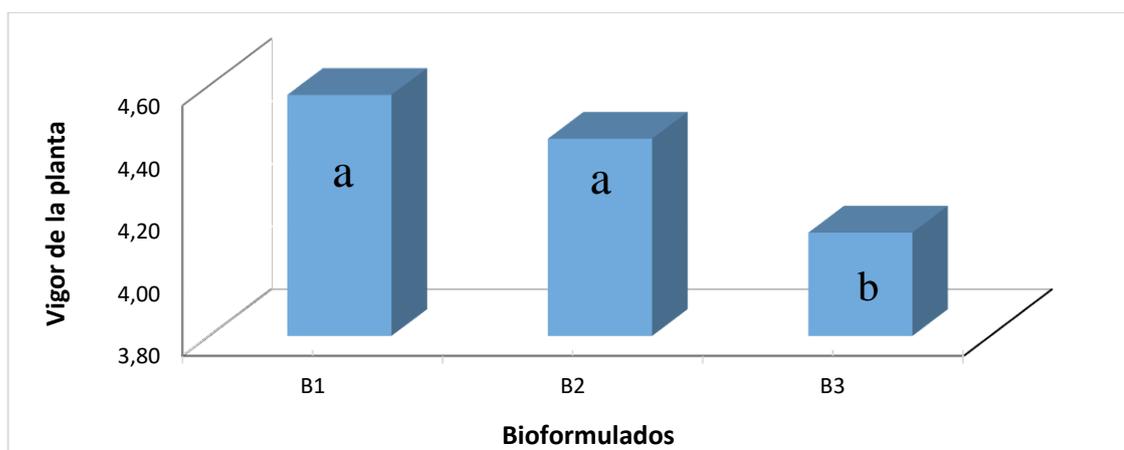
En la prueba de Tukey al 5% para el vigor de la planta a los 40 días después del trasplante para los bioformulados (Tabla 18; Figura 9) presentó dos rangos; El rango “a” se encontró en los microorganismos eficientes (B1) y *Trichoderma* sp. (B2) cuyo vigor de la planta

fue una media de 4.57 y 4.43 respectivamente, en cambio el rango “b” se ubicó en la levadura (B3) cuyo vigor de la planta fue una media de 4.13

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% del vigor de la planta para los bioformulados

BIOFORMULADOS	CÓDIGO	MEDIA	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	4,57	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	4,43	a
Levadura	B3	4,13	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 9.** Vigor de la planta para los bioformulados

## DISCUSIÓN

Los tratamientos en los cuales se aplicaron microorganismos eficientes y *Trichoderma* sp., presentaron excelente vigor de la planta no así en los que se aplicó levaduras y en los que no se aplicó ningún tipo de bioformulados

Según Navia (2013), considera que la inoculación de microorganismos al ecosistema suelo/planta mejora el crecimiento, rendimiento, la calidad de los cultivos y las propiedades del suelo, se puede considerar que en esta investigación los microorganismos eficientes aportaron a que las dos variedades de lechuga tengan un excelente vigor en comparación con los tratamientos a los cuales no se les aplicó ningún bioformulado.

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que, las levaduras produjeron un vigor muy bueno para la planta de lechuga en comparación con los microorganismos eficientes y *Trichoderma* sp., que mostraron un excelente vigor para la planta de lechuga,

cuyos resultados se indican en el Tabla 18. Estos resultados se podrían explicar en base a lo citado por Stamer (1987), el cual considera que las levaduras son un grupo frecuente en el suelo, aunque en menor número que las bacterias y otros hongos, se distribuyen en forma desigual tanto en número como en composición.

#### D. LONGITUD DE LA RAÍZ

En el análisis de varianza para la longitud de la raíz (Tabla 19), los bioformulados (factor B) y el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER) presentaron diferencia significativa, en cambio fue altamente significativa para los tratamientos. Las variedades (factor A) y la interacción entre el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) no presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación fue de 6.19 %.

**Tabla 19.** Análisis de varianza para la longitud de la raíz.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	58,79					
BLOQUES	2	1,76	0,88	0,73	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	40,10	5,73	4,74	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	0,13	0,13	0,11	4,60	8,86	ns
CO1 (A1 vs A2)	1	0,13	0,13	0,11	4,60	8,86	ns
FACTOR B	2	11,46	5,73	4,74	3,74	6,51	*
CO1 (B1 vs B2)	1	5,19	5,19	4,29	4,60	8,86	ns
AXB	2	3,50	1,75	1,45	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	10,64	10,64	8,80	4,60	8,86	*
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,71	0,71	0,59	4,60	8,86	ns
ERROR	14	16,93	1,21				
CV %			6,19				
Media			17,77				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

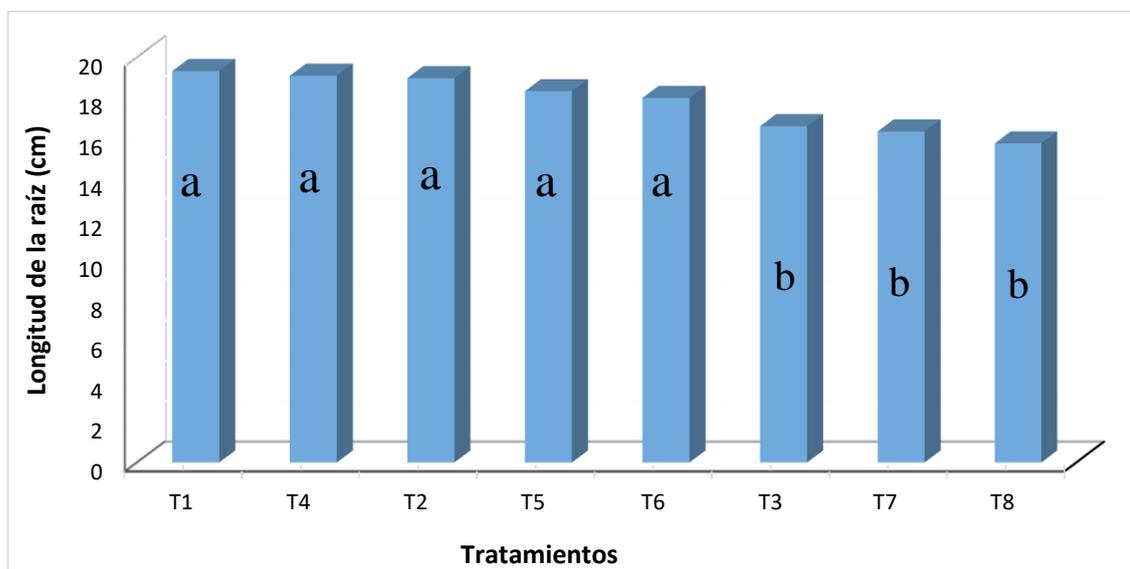
En la prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz al momento de la cosecha para los tratamientos (Tabla 20; Figura 10) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó los tratamientos T1 (A1B1), T4 (A2B1), T2 (A1B2), T5 (A2B2) y T6 (A2B3) cuya media fue de 19.29, 19.06, 18.94, 18.30, 17.97 cm respectivamente, en cambio el rango “b” se

encontró en T3 (A1B3), T7 (T1A1) y T8 (T1A2) con una media de 16.58, 16.32, 15.73 cm respectivamente.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	19,29	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	19,06	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	18,94	a
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	18,30	a
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	17,97	a
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	16,58	b
T7 (Repollo)	A1	16,32	b
T8 (Crespa)	A2	15,73	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017

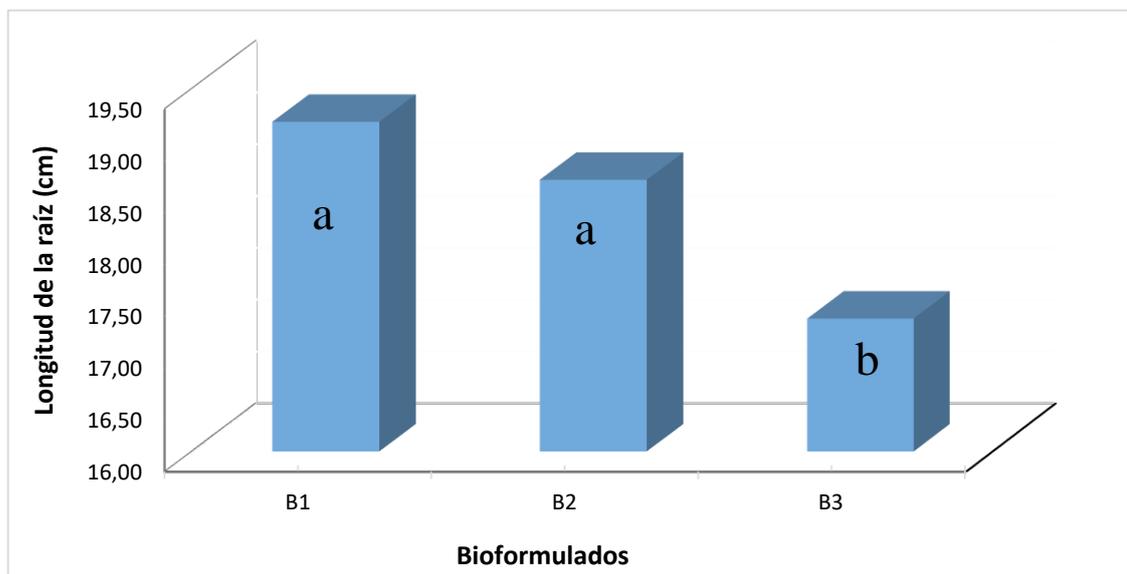


**Figura 10.** Longitud de la raíz para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz para los bioformulados (Tabla 21; Figura 11) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó los microorganismos eficientes (B1) y *Trichoderma* sp. (B2) con una media de 19.18 y 18.62 cm respectivamente, en cambio el rango “b” se encontró en la levadura (B3) cuya media fue de 17.28 cm.

**Tabla 21.** Prueba de Tukey al 5% de la longitud de la raíz para los bioformulados

BIOFORMULADOS	CÓDIGO	MEDIA (cm)	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	19,18	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	18,62	a
Levadura	B3	17,28	b

**Figura 11.** Longitud de la raíz para los bioformulados

## DISCUSIÓN

Para la longitud de la raíz se obtuvo el mejor resultado con los microorganismos eficientes y *Trichoderma* sp., cuya media fue de 19.18 y 18.62 cm respectivamente, en cambio la menor longitud de la raíz se obtuvo con la levadura (B3) cuya media fue de 17.28 cm. Esto se debe principalmente a lo manifestado por Suchini (2012), el cual considera que los microorganismos eficientes pueden presentar una mayor población microbiana, que hace que se incremente la superficie útil de absorción de nutrientes en la raíz, beneficio dado por el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento.

Según Martínez (2009), considera que la mayor concentración de microorganismos se encuentra en la zona cercana a las raíces en lo que se conoce como en nombre de rizosfera, la misma que aumenta progresivamente conforme se va desarrollando la planta, empieza a sentirse en el momento de la germinación, alcanzando un máximo en el momento de fructificación, decreciendo después lentamente. Se puede considerar que en esta investigación los bioformulados aportaron a que las dos variedades de lechuga

presentaran mayor longitud de raíz en comparación con los tratamientos a los cuales no se les aplicó ningún bioformulado.

Según PROEXANT (2002), considera que los microorganismos mejoran las propiedades del suelo permitiendo una mejor penetración del sistema radicular y aumenta la resistencia al ataque de enfermedades, es un motivo por el cual se puede considerar que en esta investigación los microorganismos eficientes aportaron a que las dos variedades de lechuga tengan una mayor longitud de la raíz.

También se debe considerar lo propuesto por Oriusbiotech (2006), manifiesta que *Trichoderma sp.*, crece y coloniza muy rápidamente el suelo, protegiendo las raíces de las plantas, quitándole espacio a los fitopatógenos por antagonismo, además Transitó (2014), considera que *Trichoderma sp.*, inactiva las enzimas del patógeno, induce resistencia en la planta, disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos, mejorando el desarrollo radicular pues las plantas tienen más raíces y estimula el crecimiento de la planta, es un motivo por el cual se puede considerar que en esta investigación la aplicación de *Trichoderma sp.*, favorece a las dos variedades de lechuga para que presenten mayor longitud de la raíz.

#### **E. DÍAS A LA COSECHA**

En el análisis de varianza para los días a la cosecha (Tabla 22), presentaron diferencia altamente significativa los tratamientos, variedades (factor A), los bioformulados (factor B) y el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). En cambio presentó diferencia significativa el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT). Su coeficiente de variación fue de 0.90%.

**Tabla 22.** Análisis de varianza para días a la cosecha

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	5764,96					
BLOQUES	2	1,58	0,79	1,56	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	5756,29	822,33	1625,31	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	4293,56	4293,56	8486,09	4,60	8,86	**
CO1 (A1 vs A2)	1	4293,56	4293,56	8486,09	4,60	8,86	**
FACTOR B	2	18,78	9,39	18,56	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	1,00	1,00	1,98	4,60	8,86	ns
AXB	2	0,11	0,06	0,11	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	676,70	676,70	1337,47	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	2,87	2,87	5,66	4,60	8,86	*
ERROR	14	7,08	0,51				
CV %			0,90				
Media			78,96				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*: Significativo

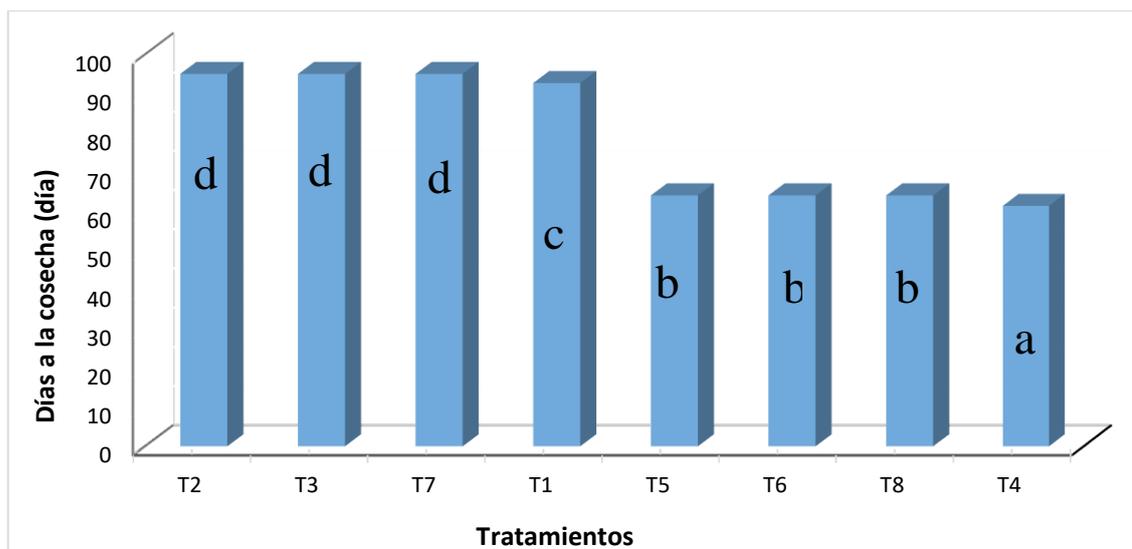
\*\* : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los tratamientos (Tabla 23; Figura 12) presentó cuatro rangos; En el rango “a” se ubicó el T2 (A1B2), T3 (A1B3) y T7 (T1A1) con una media de 95 días respectivamente, en cambio el rango “d” se presentó en T4 (A2B1) con una media de 61.33 días.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (días)	RANGO
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	95,00	d
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	95,00	d
T7 (Repollo)	A1	95,00	d
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	92,67	c
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	64,00	b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	64,00	b
T8 (Crespa)	A2	64,00	b
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	61,33	a

Elaborado por: Guamán, A. 2017



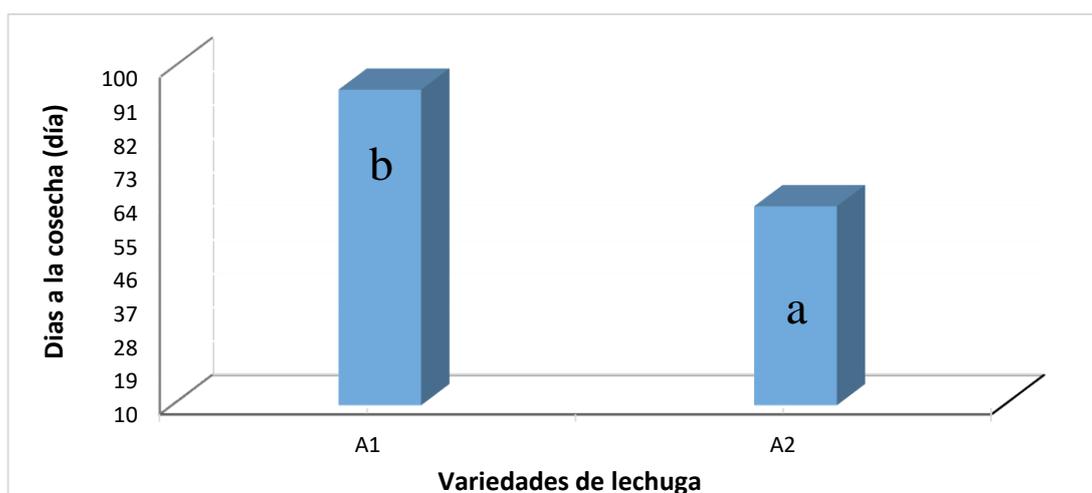
**Figura 12.** Días a la cosecha para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para las variedades de lechuga (Tabla 24; Figura 13) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó en la variedad Coolguard (A1) con una media de 94.22 días, en cambio el rango “b” se encontró en la variedad Gentilina (A2) con una media de 63.11 días.

**Tabla 24.** Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para las variedades de lechuga

Variedad	CÓDIGO	MEDIA (día)	RANGO
Coolguard	A1	94,22	b
Gentilina	A2	63,11	a

Elaborado por: Guamán, A. 2017



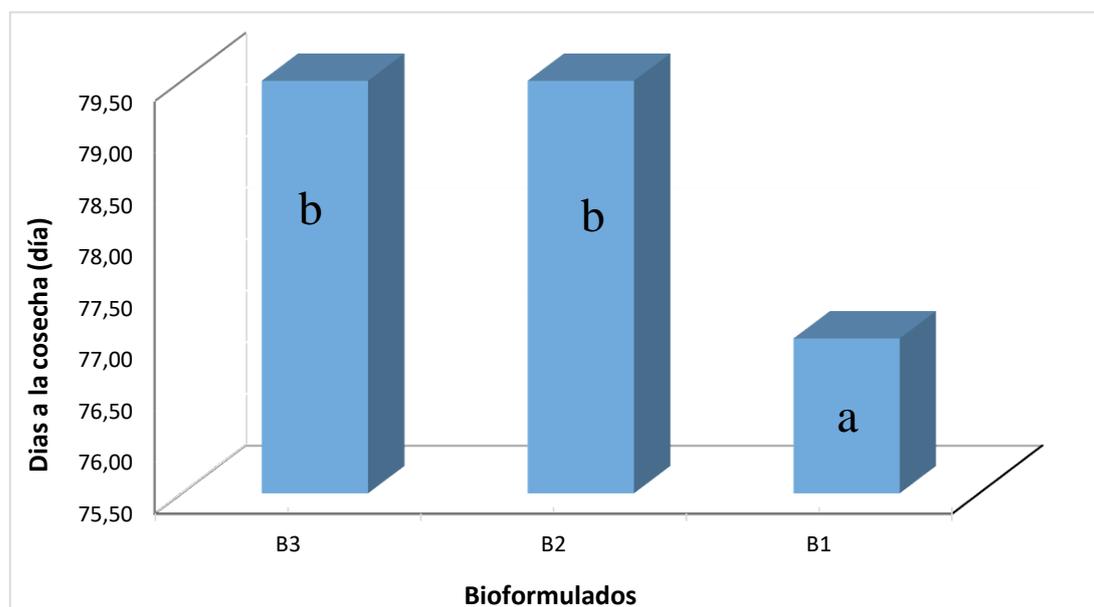
**Figura 13.** Días a la cosecha para las variedades

En la prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los bioformulados (Tabla 25; Figura 14) presentó dos rangos; En el rango “a” se presentó en la levadura (B3) y *Trichoderma* sp. (B2) con una media de 79.50 días a la cosecha para los dos bioformulados, en cambio el rango “b” se encontró en los microorganismos eficientes (B1) con una media 77 días a la cosecha.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey al 5% de días a la cosecha para los bioformulados

Bioformulados	CÓDIGO	MEDIA (días)	RANGO
Levadura	B3	79,50	b
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	79,50	b
Microorganismos eficientes	B1	77,00	a

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 14.** Días a la cosecha para los bioformulados

## DISCUSIÓN

El tratamiento que presento menor número de días a la cosecha fue T4 la cual se refiere a la variedad Gentilina que fue aplicada microorganismos eficientes, en cambio los tratamientos que presentaron mayor número de días a la cosecha fueron T2 (A1B2), T3 (A1B3) y T7 (A1).

Según Silva (2009), considera que los microorganismos eficientes en la planta incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, promueven la

floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas. Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar. Puede ser esta una consideración para que en esta investigación los microorganismos eficientes hayan disminuido el número de días a la cosecha para las dos variedades de lechuga, ya que al ser comparado con las levaduras y *Trichoderma* sp., estos dos bioformulados presentaron mayor número de días a la cosecha.

Según Semillas Arroyave (2016), considera que la variedad Coolguard presenta una duración del ciclo de trasplante a cosecha de 80 a 85 días, la diferencia con los resultados que se presentaron en el número de días para esta investigación puede deberse a los cambios climáticos del lugar que influyen directa o indirectamente para el crecimiento del cultivo de lechuga.

Según Toledo (2016), considera que la variedad Gentilina presenta una duración del ciclo de trasplante a cosecha de 60 a 70 días, estos datos concuerdan con los resultados que se presentaron en esta investigación debido a que la variedad Gentilina presentó una media de 63.11 días.

#### **F. PESO EN KILOGRAMOS DE LA PLANTA**

En el análisis de varianza para el peso en kilogramos del repollo (Tabla 26), presentaron diferencia altamente significativa las variedades (factor A), los tratamientos, los bioformulados (factor B) y la interacción entre el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). En cambio el testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación fue de 15.74%.

**Tabla 26.** Análisis de varianza para el peso en kilogramos de la planta

ADEVA							
FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	0,80					
BLOQUES	2	0,04	0,02	3,68	3,74	6,51	ns
TRATAMIENTOS	7	0,69	0,10	20,57	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	0,05	0,05	10,26	4,60	8,86	**
CO1 (A1 vs A2)	1	0,05	0,05	10,26	4,60	8,86	**
FACTOR B	2	0,40	0,20	41,34	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	0,03	0,03	6,67	4,60	8,86	*
AXB	2	0,05	0,03	5,51	3,74	6,51	*
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	0,11	0,11	21,96	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	0,03	0,03	6,66	4,60	8,86	*
ERROR	14	0,07	0,00				
CV %			15,74				
Media			0,44				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

\*: Significativo

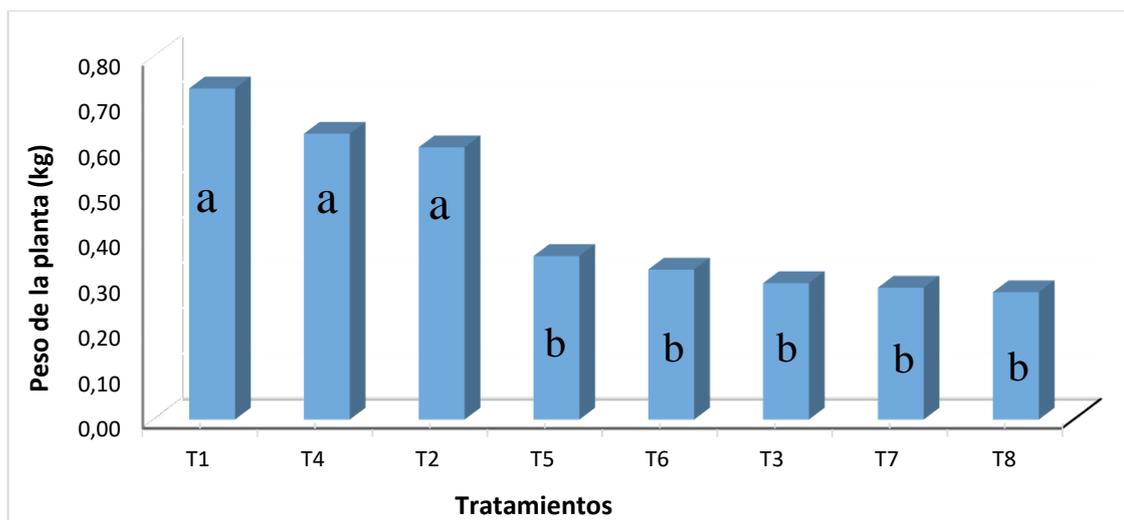
\*\* : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los tratamientos (Tabla 27; Figura 15) presentó dos rangos; El rango “a” se ubicó en T1 (A1B1), T4 (A2B1) y T2 (T1B2) con una media de 0.73, 0.63, 0.60 kg respectivamente, en cambio el rango “b” se presentó en T5 (A2B2), T6 (A2B3), T3 (A1B3), T7 (T1A1) y T8 (T1A2) y con una media de 0.36, 0.33, 0.30 y 0.29 y 0.28 kg respectivamente.

**Tabla 27.** Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (kg)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	0,73	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	0,63	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	0,60	a
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	0,36	b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	0,33	b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	0,30	b
T7 (Repollo)	A1	0,29	b
T8 (Crespa)	A2	0,28	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



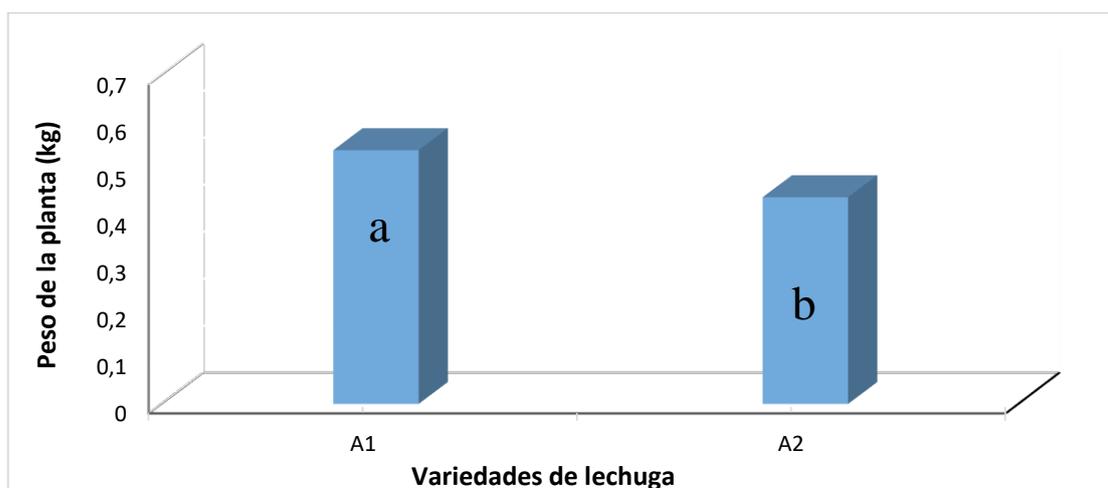
**Figura 15.** Peso en kilogramos de la planta para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para las variedades de lechuga (Tabla 28; Figura 16) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó en la variedad Coolguard (A1) con una media de 0.54 kg, en cambio el rango “b” se encontró en la variedad Gentilina (A2) con una media de 0.44 kg.

**Tabla 28.** Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para las variedades de lechuga

VARIEDAD	CÓDIGO	MEDIA (kg)	RANGO
Coolguard	A1	0,54	a
Gentilina	A2	0,44	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



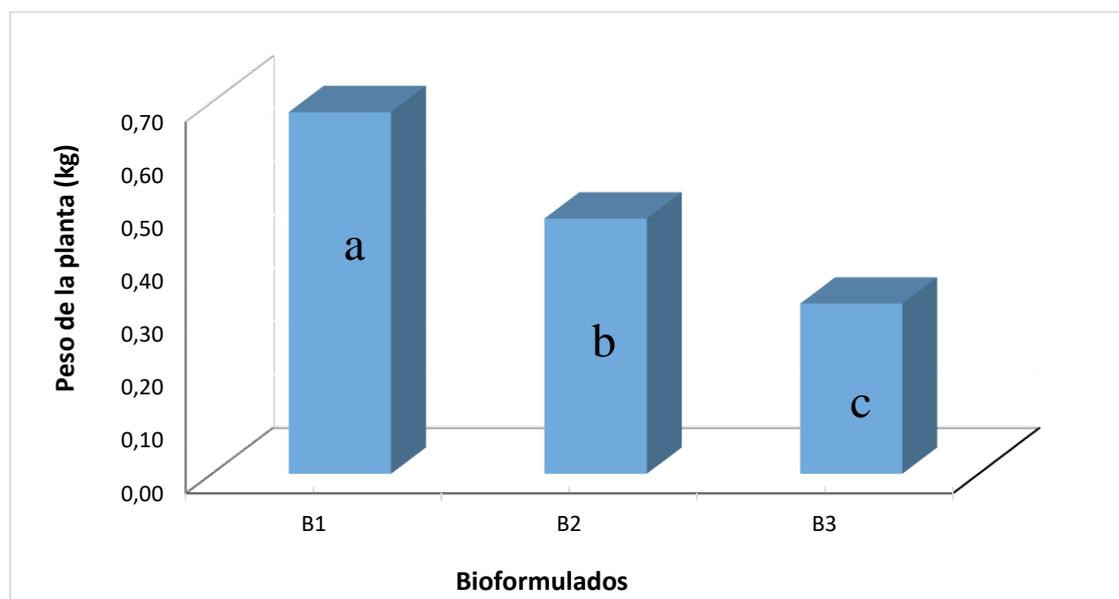
**Figura 16.** Peso en kilogramos de la planta para las variedades

En la prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los bioformulados (Tabla 29; Figura 17) presentó tres rangos; En el rango “a” se presentó en los microorganismos eficientes (B1) con una media de 0.68 kilogramos de la planta, en cambio el rango “c” se presentó en la levadura (B3) con una media de 0.32 kilogramos de la planta.

**Tabla 29.** Prueba de Tukey al 5% del peso en kilogramos de la planta para los bioformulados

BIOFORMULADOS	CÓDIGO	MEDIA (kg)	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	0,68	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	0,48	b
Levadura	B3	0,32	c

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 17.** Peso en kilogramos de la planta para los bioformulados

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que, los microorganismos eficientes (B1) produjeron mayor peso en kilogramos de la planta de lechuga en comparación con las levaduras y *Trichoderma* sp., presentando una media de 0.68 kg (Tabla 29). Estos resultados se podrían explicar a lo citado por Arismendi (2010),

considera que existe un mayor peso de la cabeza en el cultivo de la lechuga, con la aplicación de microorganismos eficientes y que el uso de microorganismos aplicados como alternativa en el desarrollo de los cultivos, podría ser una estrategia válida para alcanzar condiciones de suficiencia nutricional, mientras se implementan esquemas de fertilización que permitan aumentar la disponibilidad de estos nutrientes en los suelos.

Según FHIA (2004), en su investigación considera que el peso para la variedad Coolguard es de 0.478 kg, para los resultados obtenidos en esta investigación fueron de 0.54 kg por lo tanto es un valor que supera a la investigación realizada por FHIA. Según Toledo (2016), considera que el peso de la variedad Gentilina va de 0.3 a .04 kilogramos, para los resultados obtenidos en esta investigación fueron de 0.44 kg.

### G. RENDIMIENTO EN kg/ha

En el análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha (Tabla 30), presentaron diferencia altamente significativa los tratamientos, los bioformulados (factor B) y el testigo uno frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T1 VS TRAT. ALTER). En cambio las variedades (factor A) presento diferencia significativa. El testigo dos frente a los tratamientos que están aplicados los tres bioformulados (T2 VS TRAT. ALT) no presentaron diferencia significativa. Su coeficiente de variación fue de 19.82%

**Tabla 30.** Análisis de varianza para el rendimiento en kg/ha

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	Fisher			SIGNIFICANCIA
				CAL	0,05	0,01	
TOTAL	23	3978346300,59					
BLOQUES	2	441308850,32	220654425,16	5,11	3,74	6,51	*
TRATAMIENTOS	7	2932284017,56	418897716,79	9,70	2,76	4,28	**
FACTOR A	1	208747201,48	208747201,48	4,83	4,60	8,86	*
CO1 (A1 vs A2)	1	208747201,48	208747201,48	4,83	4,60	8,86	*
FACTOR B	2	1680491163,27	840245581,64	19,45	3,74	6,51	**
CO1 (B1 vs B2)	1	131058608,78	131058608,78	3,03	4,60	8,86	ns
AXB	2	277760876,79	138880438,40	3,22	3,74	6,51	ns
T 1 VS TRAT. ALTER.	1	472456156,03	472456156,03	10,94	4,60	8,86	**
T2 VS TRAT. ALTER.	1	66044080,96	66044080,96	1,53	4,60	8,86	ns
ERROR	14	604753432,71	43196673,77				
CV %			19,82				
Media			33160,29				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

ns: No significativo

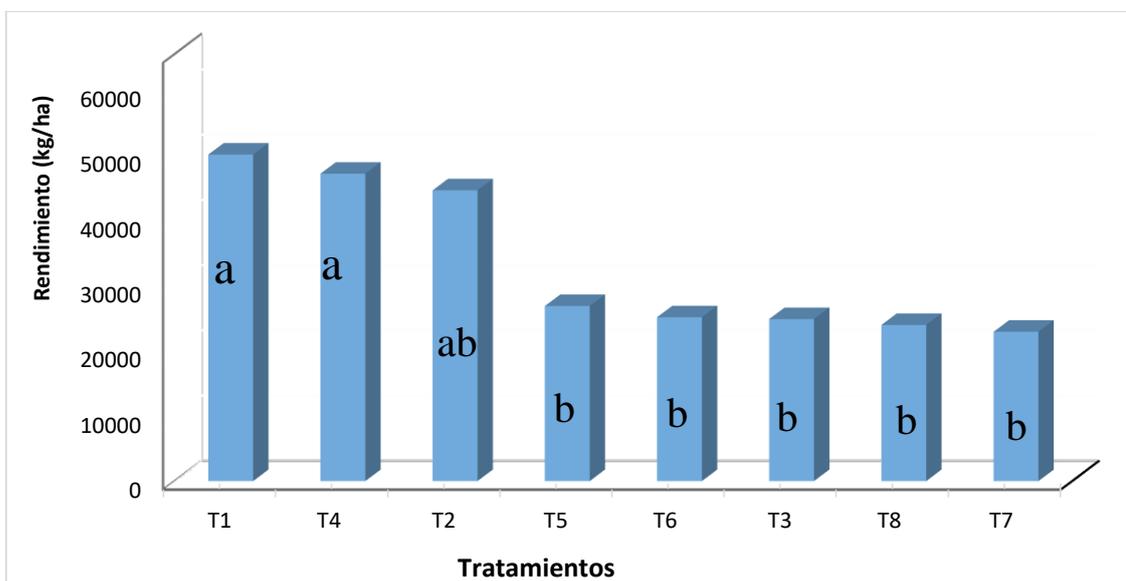
\*: Significativo

En la prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los tratamientos (Tabla 31; Figura 18) presentó tres rangos; El rango “a” se ubicó en T1 (A1B1) y T4 (A2B1) con una media de 50063,21 y 47123,26 kg/ha respectivamente, en cambio el rango “b” se presentó en T5 (A2B2), T6 (A2B3), T3 (A1B3), T8 (T1A2) y T7 (T1A1) con una media de 26816.58, 25094.60, 24821.61, 23918.63 y 22862.12 kg/ha respectivamente.

**Tabla 31.** Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (kg/ha)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	50063,21	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	47123,26	a
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	44582,30	a b
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	26816,58	b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	25094,60	b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	24821,61	b
T8 (Crespa)	A2	23918,63	b
T7 (Repollo)	A1	22862,12	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



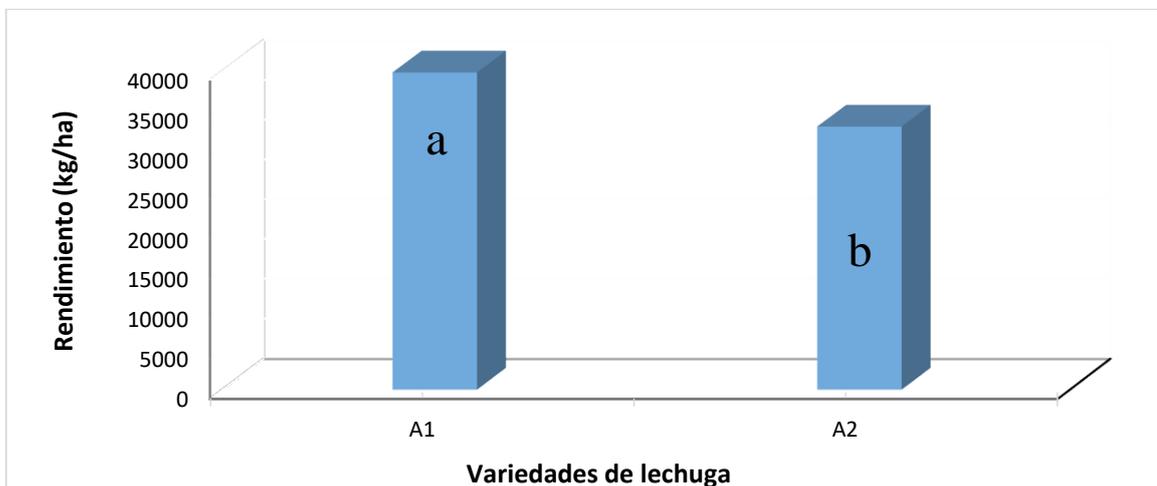
**Figura 18.** Rendimiento en kg/ha para los tratamientos

En la prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para las variedades de lechuga (Tabla 32; Figura 19) presentó dos rangos; En el rango “a” se ubicó en la variedad Coolguard (A1) con una media de 39822.3 kg/ha, en cambio el rango “b” se encontró en la variedad Gentilina (A2) con una media de 33011.48 kg/ha.

**Tabla 32.** Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para las variedades de lechuga

VARIEDAD	CÓDIGO	MEDIA (kg/ha)	RANGO
Coolguard	A1	39822,38	a
Gentilina	A2	33011,48	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017

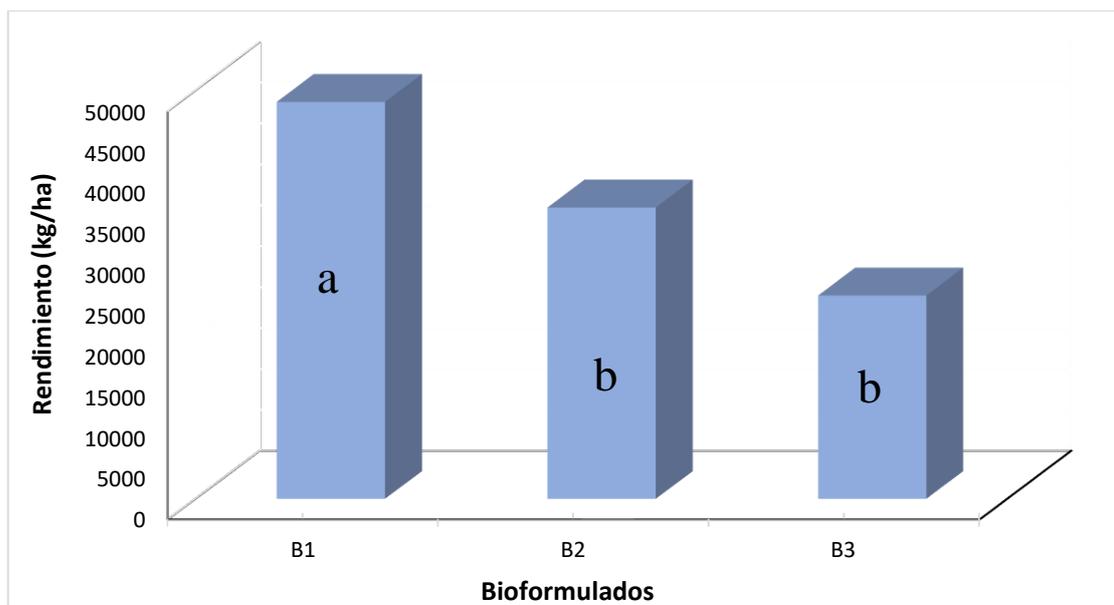
**Figura 19.** Rendimiento en kg/ha para las variedades

En la prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los bioformulados (Tabla 33; Figura 20) presentó dos rangos; En el rango “a” se presentó en los microorganismos eficientes (B1) con una media de 48593.24, en cambio el rango “b” se encontró en *Trichoderma* sp. (B2) y en la levadura (B3) con una media de 35699.44 y 24958.11.

**Tabla 33.** Prueba de Tukey al 5% del rendimiento en kg/ha para los bioformulados

BIOFORMULADOS	CÓDIGO	MEDIA (kg/ha)	RANGO
Microorganismos eficientes	B1	48593,24	a
<i>Trichoderma</i> sp.	B2	35699,44	b
Levadura	B3	24958,11	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 20.** Rendimiento en kg/ha según los bioformulados

## DISCUSIÓN

Los microorganismos eficientes contribuyeron a las dos variedades de lechuga para que presenten el mayor rendimiento, este resultado tiene relación con lo manifestado por Navia (2013), quien corrobora que la inoculación de microorganismos al ecosistema suelo/planta mejora el crecimiento, rendimiento, la calidad de los cultivos y las propiedades del suelo, por otro lado Transitó (2014), manifiesta que *Trichoderma sp.*, fue adquiriendo la capacidad de parasitar y/o excluir a otros hongos competidores, característica que poseen algunas especies y que les permiten ser exitosas en el dominio de un sustrato, puede ser un motivo por el cual en este ensayo *Trichoderma sp.*, presentó menor rendimiento a comparación con los microorganismos eficientes.

Según Gonzales, (2003) manifiesta que la variedad Coolguard presenta un rendimiento medio que puede oscilar entre las 20 y 40 Tm/ha (20 000 a 40 000 kg/ha) dependiendo de los tipos varietales y los marcos de plantación, en el presente ensayo la variedad Coolguard logró el mejor rendimiento el cual fue de 39822,38 kg/ha que es igual 39.82 Tm/ha encontrándose dentro del rangos señalado por Gonzales.

## H. DIVERSIDAD MICROBIANA

### 1. Bacterias

En el análisis de varianza para el número de bacterias (Tabla 34), presentó diferencia significativa los tratamientos.

**Tabla 34.** Análisis de varianza para el número de bacterias

ADEVA						
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	21068,67	2633,58	3,56	0,012	*
Error	18	13304	739,11			
Total	26	34372,67				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

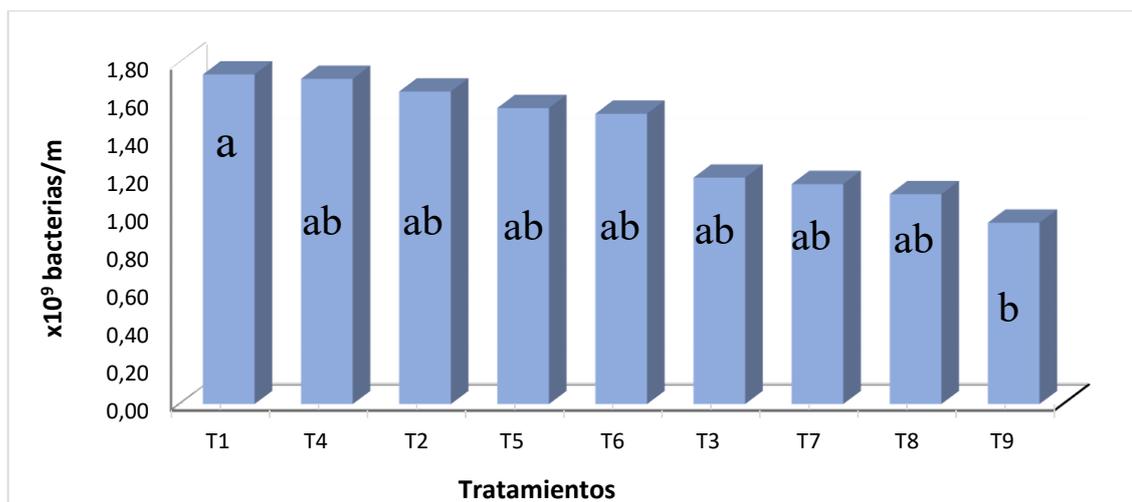
\*: Significativo

En la prueba de Tukey al 5% del número de bacterias para los tratamientos (Tabla 35; Figura 21) presentó tres rangos; El rango “a” se ubicó en T1 (A1B1) con una media de  $1.74 \times 10^9$  bacterias/ml. En cambio el rango “b” se presentó en T9 (A3) con una media de  $0.96 \times 10^9$  bacterias/ml.

**Tabla 35.** Prueba de Tukey al 5% del número de bacterias para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (bacterias/ml)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	$1,74 \times 10^9$	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	$1,72 \times 10^9$	a b
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	$1,65 \times 10^9$	a b
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	$1,56 \times 10^9$	a b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	$1,53 \times 10^9$	a b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	$1,20 \times 10^9$	a b
T7 (Repollo)	A1	$1,16 \times 10^9$	a b
T8 (Crespa)	A2	$1,11 \times 10^9$	a b
T9 (PRE-SIEMBRA)	A3	$0,96 \times 10^9$	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 21.** Número de bacterias para los tratamientos

## 2. Actinomicetos

En el análisis de varianza para el número de actinomicetos (Tabla 36), presentó diferencia significativa los tratamientos.

**Tabla 36.** Análisis de varianza para el número de actinomicetos

ADEVA						
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	797,85	99,73	2,88	0,0296	*
Error	18	622,67	34,59			
Total	26	1420,52				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

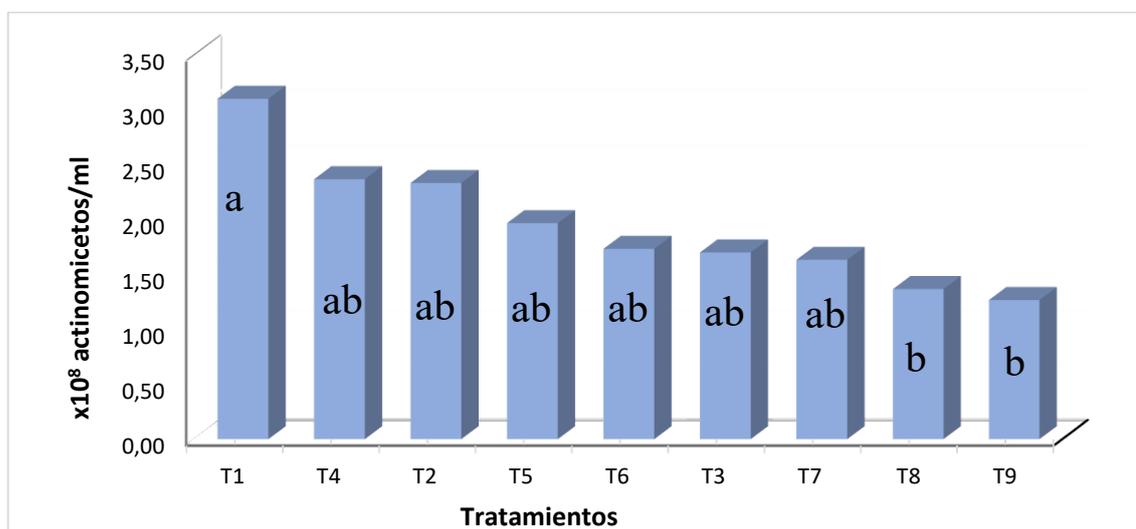
\*: Significativo

En la prueba de Tukey al 5% del número de actinomicetos para los tratamientos (Tabla 37; Figura 22) presentó tres rangos; El rango “a” se ubicó en T1 (A1B1), con una media de  $3.10 \times 10^8$  actinomicetos/ml, en cambio el rango “b” se presentó en T8 (T1A2) y T9 (A3) con una media de  $1.37$  y  $1.27 \times 10^8$  actinomicetos/ml respectivamente.

**Tabla 37.** Prueba de Tukey al 5% del número de actinomicetos para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (actinomicetos/ml)	RANGO
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	3,10 x10 <sup>8</sup>	a
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	2,37 x10 <sup>8</sup>	a b
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	2,33 x10 <sup>8</sup>	a b
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	1,97 x10 <sup>8</sup>	a b
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	1,73 x10 <sup>8</sup>	a b
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	1,70 x10 <sup>8</sup>	a b
T7 (Repollo)	A1	1,63 x10 <sup>8</sup>	a b
T8 (Crespa)	A2	1,37 x10 <sup>8</sup>	b
T9 (PRE-SIEMBRA)	A3	1,27 x10 <sup>8</sup>	b

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Figura 22.** Número de actinomicetos según los tratamientos

### 3. Hongos

En el análisis de varianza para el número de hongos (Tabla 38), presentó diferencia altamente significativa los tratamientos.

**Tabla 38.** Análisis de varianza para el número de hongos

ADEVA						
Fuente de variación	GL	SC	CM	F	p-valor	SIGNIFICANCIA
TRATAMIENTO	8	85,63	10,7	14,45	<0,0001	**
Error	18	13,33	0,74			
Total	26	98,96				

Elaborado por: Guamán, A. 2017

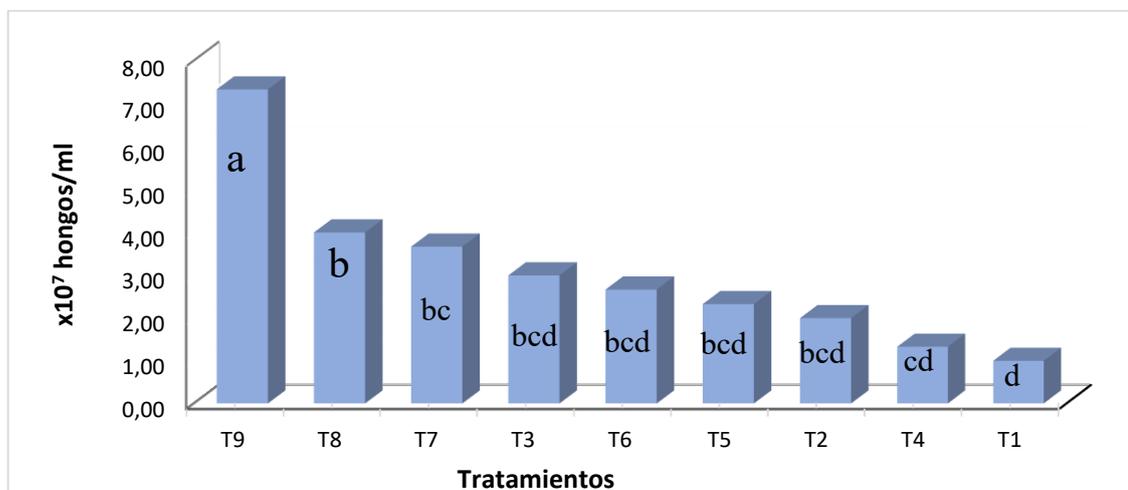
\*\* : Altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% del número de hongos para los tratamientos (Tabla 39; Figura 23) presentó seis rangos; El rango “a” se ubicó en T9 (A3) que se refiere a la muestra de suelo tomada en pre-siembra con una media de  $7.33 \times 10^7$  hongos/ml, en cambio el rango “d” se presentó en T1 (A1B1) con una media de  $1 \times 10^7$  hongos/ml.

**Tabla 39.** Prueba de Tukey al 5% del número de hongos para los tratamientos

TRATAMIENTO	CÓDIGO	MEDIA (hongos/ml)	RANGO
T9 (PRE-SIEMBRA)	A3	$7,33 \times 10^7$	a
T8 (Crespa)	A2	$4,00 \times 10^7$	b
T7 (Repollo)	A1	$3,67 \times 10^7$	b c
T3 (Repollo y levadura)	A1B3	$3,00 \times 10^7$	b c d
T6 (Crespa y levadura)	A2B3	$2,67 \times 10^7$	b c d
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp.)	A2B2	$2,33 \times 10^7$	b c d
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	A1B2	$2,00 \times 10^7$	b c d
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	A2B1	$1,33 \times 10^7$	c d
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	A1B1	$1,00 \times 10^7$	d

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Figura 23.** Número de hongos según los tratamientos

## DISCUSIÓN

De los tres tipos de bioformulados utilizados en este ensayo, el que mejor resultado nos dio fue el de los microorganismos eficientes, estos contribuyeron a las dos variedades de lechuga para que haya existido el mayor número de bacterias y menor número de hongos, este resultado tiene relación con lo manifestado por Suchini (2012), considera que los microorganismos eficiente, están constituidas por colonias de hongos, bacterias que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, en los cuales se genera una descomposición de materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de su flora, además considera que cuando son aplicados los microorganismos eficiente al suelo existe mayor cantidad de hongos y bacterias benéficas que actúan sobre los microorganismos que causan enfermedades a los cultivos.

El resultado que presento mayor número de actinomicetos, según los tratamiento fue T1 (Variedad Coolguard y microorganismos eficientes) cuya media fue de  $3.10 \times 10^8$  actinomicetos/ml, que al contrario del tratamiento T8 (Variedad Gentilinea) y T9 (PRE-SIEMBRA), cuya media fue de 1.37 y  $1.27 \times 10^8$  actinomicetos/ml respectivamente.

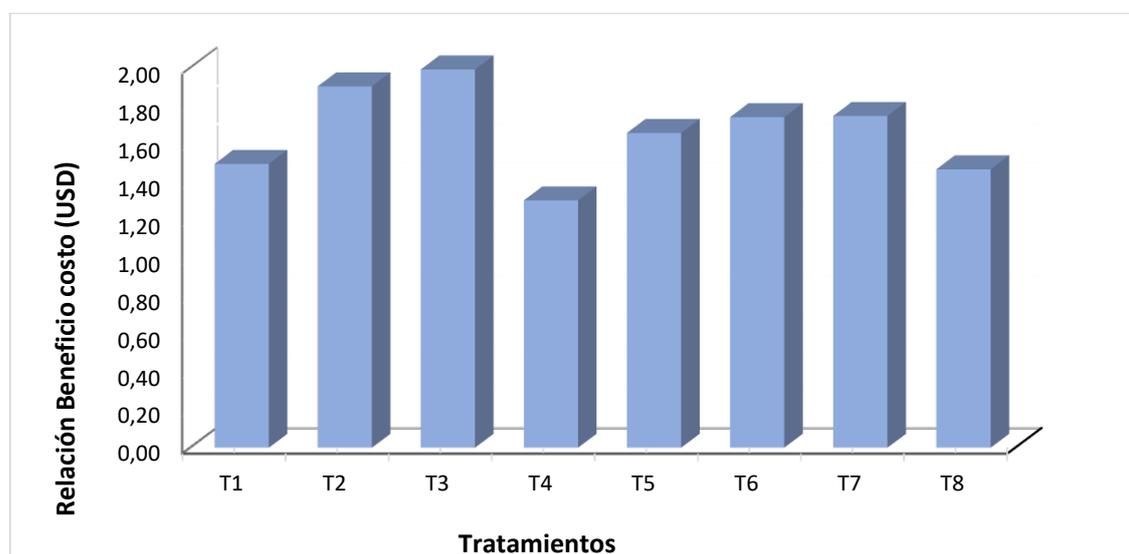
Este resultado tiene relación con lo manifestado por Suchini (2012), considera que los microorganismos eficientes al estar constituidos por actinomicetos, hongos, bacterias, contribuyeron para que se reestablezca la relación microorganismo planta, mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, lo que posibilitó incrementar el rendimiento del cultivo. Además APNAN (2003), considera que dentro de los microorganismos eficientes se presentan los actinomicetos los cuales funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas, benefician el crecimiento y actividad de las micorrizas

## I. ANÁLISIS ECONÓMICO

**Tabla 40.** Rentabilidad de los tratamientos

TRATAMIENTO	BENEFICIO/ COSTO	RENTABILIDAD
T1 (Repollo y microorganismos eficientes)	1,49	49,50
T2 (Repollo y <i>Trichoderma</i> sp.)	1,90	90,17
T3 (Repollo y levadura)	1,99	99,29
T4 (Crespa y microorganismos eficientes)	1,30	30,38
T5 (Crespa y <i>Trichoderma</i> sp)	1,66	65,74
T6 (Crespa y levadura)	1,74	73,65
T7 Repollo	1,75	74,63
T8 Crespa	1,47	46,67

Elaborado por: Guamán, A. 2017



**Figura 24.** Relación beneficio costo de los tratamientos

## DISCUSIÓN

El tratamiento que dio la mayor relación B/C fue T3 (Coolguar y levadura) con 1.99, es decir que se recupera el \$1,00 invertido y se obtiene una ganancia de 0.99 centavos que corresponde al 99.29 % de rentabilidad.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Al término de la investigación se registró el aumento de bacterias y actinomicetos en la cosecha que en la pre-siembra, obteniéndose mejores resultados con los microorganismos eficientes, el cual se obtuvo  $1.74 \times 10^9$  bacterias/ml y  $3.10 \times 10^8$  actinomicetos/ml, en el caso de los hongos fue menor al término de la cosecha que en la pre-siembra, se obtuvo  $1.00 \times 10^7$  hongos/ml.
2. De los tres bioformulado aplicados para las dos variedades de lechuga en este ensayo el mejor resultado se logró con los microorganismos eficientes.
3. La variedad de lechuga que respondió mejor a la efectividad del bioformulado es la variedad Coolguard, la cual es superior a la variedad Gentilinea en altura, vigor, peso kilogramos de la planta, rendimiento en kg/ha y diversidad microbiana.
4. Se determinó que con el tratamiento T3 que corresponde a la variedad Coolguard cuyo formulado aplicado fue la levadura, se obtuvo el mayor Beneficio/Costo (B/C) de 1.99 y una rentabilidad de 99.29%

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Efectuar la aplicación de los microorganismos eficientes en las dos variedades de lechuga para obtener el mayor rendimiento.
2. Llevar a cabo nuevas investigaciones con los tres bioformulados aplicándolos en otros cultivos.
3. Realizar estudios sobre la lámina de riego para conocer los requerimientos hídricos de la variedad Coolguard.
4. Utilizar los bioformulados en el manejo integrado de cultivos para mejorar los sistemas productivos y contribuir la conservación del ambiente.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar el efecto de la aplicación de tres bioformulados en las 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Var. Coolguard y Gentilina a campo abierto en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; se utilizó un diseño de bloques completos al azar bi-factorial con 2 variedades, 3 bioformulados y 3 repeticiones. Se evaluó parámetros como: porcentaje de prendimiento, altura de la planta, vigor de la planta, longitud de la raíz, días a la cosecha, peso de la planta, rendimiento kg/ha, diversidad microbiana y se realizó el análisis económico según la relación beneficio costo. Los microorganismos eficientes ayudaron a que exista una mayor altura de la planta para las dos variedades de lechuga. Los tratamientos que fueron aplicados microorganismos eficientes y *Trichoderma* sp., presentaron excelente vigor de la planta. Las dos variedades de lechuga a las que se aplicaron microorganismos eficientes presentaron mayor longitud de la raíz. La variedad Gentilina presentó menor número de días a la cosecha, esta variedad se le aplicó microorganismos eficientes. Los microorganismos eficientes produjeron mayor peso de la planta en las dos variedades de lechuga. El rendimiento de la variedad Coolguard y Gentilina fue de, 50063.21 y 47123.26 kg/ha respectivamente. Se generó el aumento de bacterias y actinomicetos al término de la cosecha que en la pre-siembra, obteniendo mejores resultados con la variedad Coolguard que fue aplicada los microorganismos eficientes. Se recomienda desde el punto de vista agronómico y económico efectuar la aplicación de los microorganismos eficientes en las dos variedades de lechuga.

**Palabras claves:** BIOFORMULADOS - MICROORGANISMOS EFICIENTES - AGRICULTURA ORGÁNICA.

**Por: Andrés Guamán**

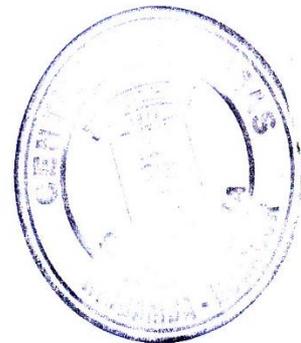


REVISADO  
10 Agosto 2017  
*[Handwritten signature]*

## **IX. SUMARY**

The present research proposes: to evaluate the effect of the application of three bio formulations on the two varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) Var. Coolguard and Gentilina in open field in the Riobamba canton, in the province of Chimborazo; A complete block design was used at random for bi-factorial with 2 varieties, 3 bio formulations and 3 replicates. Parameters were evaluated as: percentage of capture, plant height, plant vigor, root length, harvest days, plant weight, kg / ha yield, microbial diversity and economic analysis according to the relationship benefit cost. Effective microorganisms helped to increase plant height for both varieties of lettuce. The treatments that were applied efficient microorganisms and *Trichoderma* sp., showed excellent vigor in the plant. The two varieties of lettuce to which effective microorganisms were applied showed longer root length. The gentilina variety presented less number of days to the harvest, this variety applied efficient microorganisms. The efficient microorganisms produced greater weight of the plant in the two varieties of lettuce. The yield of the variety Coolguard and Gentilina was, 50063,21 and 47123,26kg/ ha respectively. The increase of bacteria and actinomycetes was generated at the end of the harvest that in the pre-sowing, obtaining better results with the variety Coolguard that the efficient microorganisms was applied. It is recommended from the agronomic and economic point of view to apply the efficient microorganisms in the two varieties of lettuce.

**Key words:** BIOFORMULATED - EFFICIENT MICROORGANISMS - ORGANIC AGRICULTURE.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Aimacaña, D. (2007). *Preparación de Bioformulados a base de Trichoderma sp. para el control biológico de Sigatoka Negra*. (Tesis de grado). Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador. pp. 67-68.
2. Arias, A. (2010). *Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente*. Consultado el 07-03-2017. Disponible en: <http://jci.uniautonoma.edu.co/2010/2010-7.pdf>.
3. Arismendi, E. (2010). *Microorganismos Eficientes, ¿fórmula mágica?*. Consultado el 27-06-2017. Disponible en: [http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/microorganismos\\_eficientes.html](http://www.rapaluruaguay.org/organicos/articulos/microorganismos_eficientes.html)
4. Azcón, J., & Talón, M. (2000). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Madrid – España: McGRAW-HILL/Interamericana. p. 7.
5. Basantes, E. (2009). *Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea Var. Legacy)*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp. 01-02.
6. Collocott, T. (2002). *Diccionario científico y tecnológico chambers*. Bogotá Colombia: Cultural Librería Americana. pp. 4 - 200.
7. Edmond, J. (1984). *Principios de horticultura*. México: Continental. p. 575.
8. Fersini, A. (1972). *Horticultura práctica*. México: Diana. p. 389.
9. Frione, L. (2005). *Microbiología básica, ambiental y agrícola*. Universidad de la República Oriental del Uruguay. Montevideo-Uruguay. pp. 333-336.
10. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. FHIA. (2004). *Evaluación de ocho variedades de lechuga de Cabeza (Lactuca sativa) en la zona de la Esperanza*. Honduras: Intibucá. pp. 1-2.

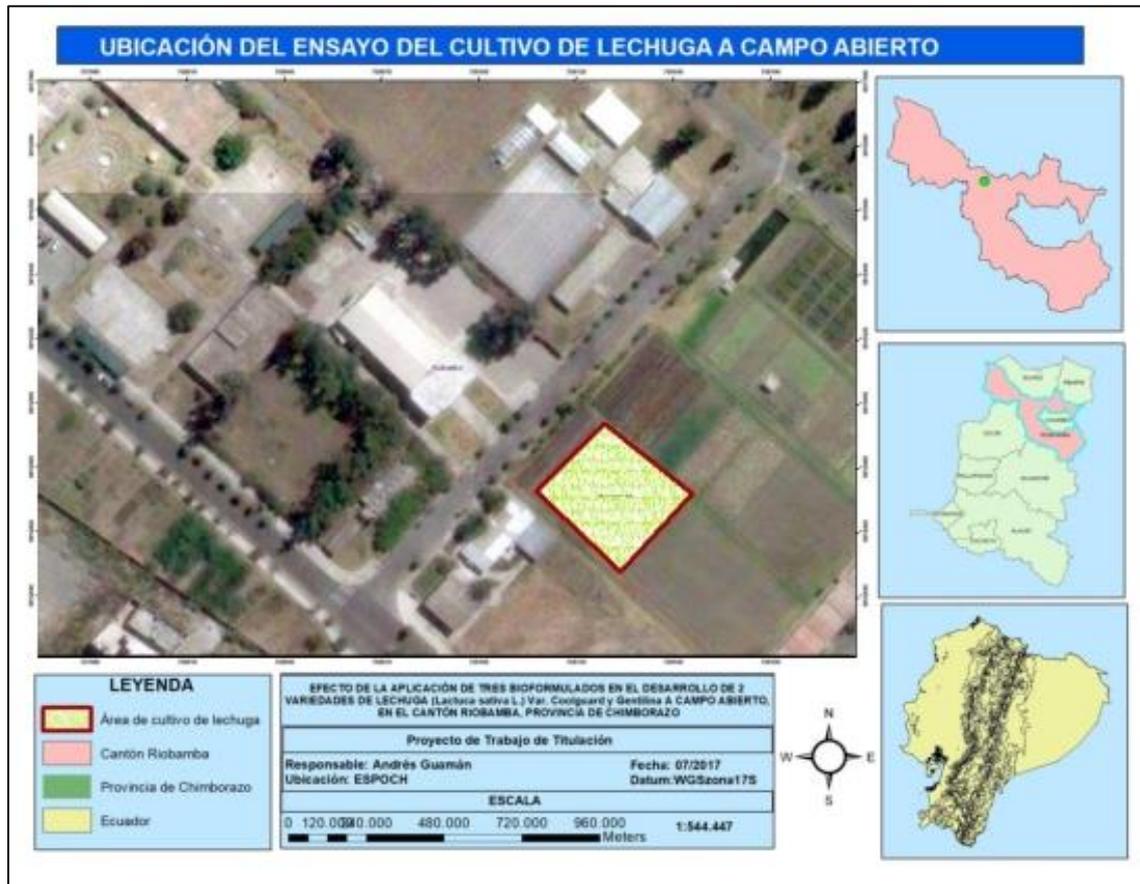
11. Gonzales, A. (2003). *La lechuga en la región de Murcia y otras comunidades autónomas*. Murcia - España. pp. 184-185.
12. Guamán, M. (2004). *Evaluación Bioagronómica de cinco cultivares de lechuga (Lactuca sativa) y cuatro densidades de siembra*. Ecuador: INTEC. pp. 25-26.
13. Higa, T. (2013). *Microorganismos Benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenibles*. Centro internacional de Investigación de Agricultura Natural. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. pp.13-14.
14. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. (2009). *Guía de Cultivos*. Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. Ecuador. p. 186.
15. Ismail, M. (2010). *Studies on Probiotic Effects of Lactic Acid Bacteria Against Vibrio vulnificus in freshwater Prawn Macrobrachium rosenbergii*. American Journal of Science. Consultado: 21-02-17. Disponible en: <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/130159/119728>.
16. Jaizme, M., & Vega, R. (2010). *Las micorrizas, microorganismos esenciales en agricultura ecológica*. España: EVA. pp. 26-27.
17. Lira, R. (1994). *Fisiología vegetal*. México: Trillas. p. 11.
18. Macas, J. (1993). *Estudio comparativo de trasplante entre el método manual y semi-mecanizado en el cultivo de lechuga*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. pp. 22-26.
19. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP. (2002). *Cultivo de lechuga*. Consultado el 21-02-2017. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>.
20. Mallar, A. (1978). *La lechuga*. Buenos Aires: Hemisferio Sur. pp. 1,5, 10, 18-19.
21. Maroto, J. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Madrid - España: Mundi-Prensa. pp. 189-204.
22. Martínez. L. (2009). *Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas de plantas*. España: Ecosistema. pp. 44-45.

23. Monzón, A. (2001). *Beauveria bassiana*. CATIE. Consultado el: 21-02-2017.  
Disponible en:  
<http://www.bio-nica.info/biblioteca/EPABeauveriaBassiana.pdf>.
24. Moyano, S. (1993). *Estudio bioagronómico de 26 híbridos de col (Brassica oleracea L. VA. Capitata) en Gatazo, Provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. p. 58.
25. Navia, C. (2013). *Evaluación de diferentes formulaciones de compostaje a partir de residuos de cosecha de tomate*. Colombia. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. pp.165 – 173.
26. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2014). *Estadísticas de producción de lechuga y achicoria*. Faostat. Consultado el 21-02-2017. Disponible en:  
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
27. Oriusbiotech. (2006). *Manejo con Trichoderma sp.* Consultado el: 21-03-2017.  
Disponible en:  
[http://www.oriusbiotech.com/documentos/Ttricho-d-ficha\\_tecnica.pdf](http://www.oriusbiotech.com/documentos/Ttricho-d-ficha_tecnica.pdf)
28. Prescott, A. (1999). *Microbiología*. España: Interamericana de España. pp. 58-60.
29. Promoción de exportaciones no tradicionales. PROEXANT. (2002). *Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos*. Consultado el: 07-03-2017.  
Disponible en: [http://www.proexant.org.cc/abonosorg.C3alnicos](http://www.proexant.org.cc/abonosorg/C3alnicos).
30. Red de Agricultura natural de para la Región Asia/Pacífico. APNAN. (2003). *Manual de aplicación de microorganismos eficientes*. Consultado el 07-03-2017. Disponible en:  
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/24227.html>
31. Rolleri, J. (2005). *Cultivo de lechuga*. Consultado el: 07-03-2017. Disponible en:  
<http://www.infoagro.com>.
32. Roskov, Y. (2015). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 27th October 2015*. Consultado el 07-03-2017. Disponible en <http://www.catalogueoflife.org/col>.
33. Semillas Arroyave. (2016). *Ficha Técnica lechuga variedad Coolguard*. Consultado el: 07-03-2017. Disponible en:

- <http://www.semillasarroyave.com/wpcontent/uploads/2016/03/Cat%C3%A1logo-Semillas-Arroyave-SAS-A%C3%B1o-2016-Web.pdf>.
34. Silva, M. (2009). *Microbiología general*. Consultado el 07-03-2017. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>.
  35. Stamer, T. (1987). *Yeasts associated with plants, insects and soil*. The Yeasts Volumen 1. pp 123-150.
  36. Suchini, R. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. p. 40.
  37. Transito, M. (2014). *Caracterización y clasificación de Trichodermas nativos aplicando diferentes medios de cultivo a nivel de laboratorio artesanal*. (Maestría. Magister en Agroecología y Ambiente). Universidad Técnica de Ambato. Ambato- Ecuador. pp. 16-18.
  38. Toledo, A. (2016). *Características de semillas*. Consultado 21-02-2017. Disponible en: <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/ALASKA%203-20160831-101114.pdf>.
  39. Unión Internacional Para la Protección de las Obtenciones Vegetales. UPOV. (2010). *Agricultura. Definición de variedad*. Consultada 21-02-2017. Disponible en: [http://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/es/c/44/upov\\_exn\\_var\\_draft\\_5.pdf](http://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/es/c/44/upov_exn_var_draft_5.pdf)
  40. Urbia, A. (2007). *Formulaciones de hongos entomopatógenos para control de las plagas en la agricultura*. INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). Santiago - Chile. Consultado el: 21-03-2017. Disponible en: [www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34779.pdf](http://www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34779.pdf).
  41. Vallejo, A. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. p. 347.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Ubicación del ensayo



Elaborado por: Guamán, A. 2017

### Anexo 2. Porcentaje de prendimiento

<b>% DE PRENDIMIENTO</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>Sumatoria</b>	<b>Promedio</b>
<b>A1B1</b>	100	100	98	298	99,33
<b>A1B2</b>	97	100	100	297	99,00
<b>A1B3</b>	98	100	100	298	99,33
<b>A2B1</b>	100	98	100	298	99,33
<b>A2B2</b>	96	99	100	295	98,33
<b>A2B3</b>	100	100	99	299	99,67
<b>A1</b>	100	98	98	296	98,67
<b>A2</b>	99	99	99	297	99,00

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 3.** Altura de la planta a los 30 días después de trasplante.

<b>ALTURA 30 DÍAS</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>Promedio</b>
<b>A1B1</b>	16,95	16,55	16,46	49,96	16,65
<b>A1B2</b>	16,03	15,58	15,28	46,89	15,63
<b>A1B3</b>	13,73	12,42	12,08	38,23	12,74
<b>A2B1</b>	15,52	15,28	16,61	47,41	15,80
<b>A2B2</b>	14,2	13,64	12,95	40,79	13,60
<b>A2B3</b>	13,09	13,38	13,16	39,63	13,21
<b>A1</b>	13,63	12,2	12,09	37,92	12,64
<b>A2</b>	13,66	10,1	13,68	37,44	12,48

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 4.** Altura de la planta a los 45 días después de trasplante

<b>ALTURA 45 DÍAS</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>Promedio</b>
<b>A1B1</b>	19,1	19,59	18,11	56,8	18,93
<b>A1B2</b>	15,21	16,55	19,47	51,23	17,08
<b>A1B3</b>	16,01	14,1	14,83	44,94	14,98
<b>A2B1</b>	18,46	18,24	20,01	56,71	18,90
<b>A2B2</b>	16,96	15,21	16,55	48,72	16,24
<b>A2B3</b>	15,04	16,52	15,55	47,11	15,70
<b>A1</b>	13,71	15,36	14,85	43,92	14,64
<b>A2</b>	13,63	14,02	15,07	42,72	14,24

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 5.** Altura de la planta a los 60 días después de trasplante

<b>ALTURA 60 DÍAS</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>Promedio</b>
<b>A1B1</b>	22,76	23,06	24,79	70,61	23,54
<b>A1B2</b>	21,72	23,73	21,82	67,27	22,42
<b>A1B3</b>	18,53	16,83	18,02	53,38	17,79
<b>A2B1</b>	21,5	24,42	24,49	70,41	23,47
<b>A2B2</b>	20,17	18,04	18,58	56,79	18,93
<b>A2B3</b>	18,83	18,71	18,45	55,99	18,66
<b>A1</b>	17,97	17,72	16,68	52,37	17,46
<b>A2</b>	17,29	17,75	17,08	52,12	17,37

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 6.** Vigor de la planta a 40 días después del trasplante

<b>VIGOR DE LA PLANTA</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	4,40	4,80	4,60	13,8	4,60
<b>A1B2</b>	4,30	4,50	4,70	13,5	4,50
<b>A1B3</b>	3,90	4,00	4,20	12,1	4,03
<b>A2B1</b>	4,40	4,70	4,50	13,6	4,53
<b>A2B2</b>	4,30	4,60	4,20	13,1	4,37
<b>A2B3</b>	4,00	4,20	4,50	12,7	4,23
<b>A1</b>	4,0	4,1	3,9	12	4,00
<b>A2</b>	3,9	3,8	4,1	11,8	3,93

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 7.** Longitud de la raíz

<b>LONGITUD DE LA RAÍZ (cm)</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>Promedio</b>
<b>A1B1</b>	19,15	18,56	20,17	57,88	19,29
<b>A1B2</b>	19,6	18,9	18,33	56,83	18,94
<b>A1B3</b>	15,8	18,41	15,52	49,73	16,58
<b>A2B1</b>	19,35	18,6	19,22	57,17	19,06
<b>A2B2</b>	19,04	17,75	18,11	54,9	18,30
<b>A2B3</b>	20,41	17,24	16,27	53,92	17,97
<b>A1</b>	15,64	16,89	16,44	48,97	16,32
<b>A2</b>	15,96	15,62	15,6	47,18	15,73

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 8.** Días a la cosecha

<b>DÍAS A LA COSECHA (Día)</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	93	92	93	278,00	92,67
<b>A1B2</b>	95	95	95	285,00	95,00
<b>A1B3</b>	95	95	95	285,00	95,00
<b>A2B1</b>	62	60	64	186,00	62,00
<b>A2B2</b>	64	64	64	192,00	64,00
<b>A2B3</b>	64	64	64	192,00	64,00
<b>A1</b>	95	95	95	285,00	95,00
<b>A2</b>	64	64	64	192,00	64,00

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 9.** Peso en kilogramos de la planta

<b>PESO DE LA PLANTA (kg)</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	0,55	0,77	0,88	2,20	0,73
<b>A1B2</b>	0,55	0,65	0,59	1,79	0,60
<b>A1B3</b>	0,33	0,24	0,34	0,91	0,30
<b>A2B1</b>	0,55	0,58	0,76	1,89	0,63
<b>A2B2</b>	0,30	0,36	0,42	1,08	0,36
<b>A2B3</b>	0,33	0,30	0,37	1,00	0,33
<b>A1</b>	0,30	0,29	0,28	0,87	0,29
<b>A2</b>	0,28	0,27	0,29	0,84	0,28

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 10.** Rendimiento (kg/ha)

<b>RENDIMIENTO (kg/ha)</b>					
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>SUMATORIA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	35657,44	54809,14	59723,06	150189,65	50063,22
<b>A1B2</b>	33830,47	50588,21	49328,23	133746,90	44582,30
<b>A1B3</b>	24821,61	20726,68	28916,55	74464,83	24821,61
<b>A2B1</b>	36161,43	40634,36	64573,99	141369,78	47123,26
<b>A2B2</b>	23372,63	26081,59	30995,51	80449,74	26816,58
<b>A2B3</b>	26270,59	22553,65	26459,59	75283,82	25094,61
<b>A1</b>	22609,54	22366,40	23610,41	68586,35	22862,12
<b>A2</b>	23435,63	22238,65	26081,59	71755,88	23918,63

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 11.** Número de bacterias

<b>BACTERIAS (x10<sup>9</sup> bacterias/ml)</b>				
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	200	153	171	1,74
<b>A1B2</b>	198	202	95	1,65
<b>A1B3</b>	110	115	134	1,20
<b>A2B1</b>	153	182	180	1,72
<b>A2B2</b>	153	150	166	1,56
<b>A2B3</b>	115	191	154	1,53
<b>A1</b>	135	105	109	1,16
<b>A2</b>	125	100	108	1,11
<b>PRE-SIEMBRA</b>	97	102	89	0,96

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 12.** Número de actinomicetos

<b>ACTINOMICETOS (x10<sup>8</sup> actinomicetos/ml)</b>				
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	20	29	44	3,10
<b>A1B2</b>	23	20	27	2,33
<b>A1B3</b>	17	19	15	1,70
<b>A2B1</b>	28	21	22	2,37
<b>A2B2</b>	15	22	22	1,97
<b>A2B3</b>	12	19	21	1,73
<b>A1</b>	8	23	18	1,63
<b>A2</b>	11	10	20	1,37
<b>PRE-SIEMBRA</b>	13	15	10	1,27

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 13.** Número de hongos

<b>HONGOS (x10<sup>7</sup> hongos/ml)</b>				
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>A1B1</b>	1	1	1	1,00
<b>A1B2</b>	2	2	2	2,00
<b>A1B3</b>	4	2	3	3,00
<b>A2B1</b>	1	1	2	1,33
<b>A2B2</b>	2	3	2	2,33
<b>A2B3</b>	3	2	3	2,67
<b>A1</b>	3	3	5	3,67
<b>A2</b>	3	4	5	4,00
<b>PRE-SIEMBRA</b>	7	9	6	7,33

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 14.** Costos de producción en hectárea del T1

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1120,00</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fiajafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1838,92</b>
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>				<b>945</b>
<b>Cosecha</b>				
<b>Repollo</b>				
Sacos	unidad	462,975	0,35	162,04
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1018,55</b>
<b>Bioformulado</b>				
Microorganismos eficientes	litro	740	3,96	2930,40
<b>SUBTOTAL</b>				<b>2930,40</b>
<b>Total</b>				<b>7882,86</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>788,29</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>8671,15</b>

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 15.** Costos de producción en hectárea del T2

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1120,00</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1838,92</b>
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>				<b>945</b>
<b>Cosecha</b>				
<b>Repollo</b>				
Sacos	unidad	462,975	0,35	162,04
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1018,55</b>
<b>Bioformulado</b>				
<i>Trichoderma sp.</i>	litro	92,595	10,00	925,95
<b>SUBTOTAL</b>				<b>925,95</b>
<b>Total</b>				<b>5878,41</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>587,84</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>6466,25</b>

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 16.** Costos de producción en hectárea del T3

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1120,00</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1838,92</b>
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>				<b>945,00</b>
<b>Cosecha</b>				
<b>Repollo</b>				
Sacos	unidad	462,975	0,35	162,04
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1018,55</b>
<b>Bioformulado</b>				
Levaduras	kg	55,557	10,00	555,57
<b>SUBTOTAL</b>				<b>555,57</b>
<b>Total</b>				<b>5508,03</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>550,80</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>6058,83</b>

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 17.** Costos de producción en hectárea del T4

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1120,00</b>			
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1838,92</b>			
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>30,00</b>			
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>	<b>945</b>			
<b>Cosecha</b>				
<b>cresta</b>				
funda plástica	paquete	185,19	1,00	185,19
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1041,69</b>			
<b>Bioformulado</b>				
Microorganismos eficientes	litro	740,76	3,96	2933,41
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2933,41</b>			
<b>Total</b>	<b>7909,02</b>			
<b>Imprevistos 10%</b>	<b>790,90</b>			
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>8699,92</b>			

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 18.** Costos de producción en hectárea del T5

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1120,00</b>			
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1838,92</b>			
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>30,00</b>			
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>	<b>945</b>			
<b>Cosecha</b>				
<b>cresta</b>				
funda plástica	paquete	185,19	1,00	185,19
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1041,69</b>			
<b>Bioformulado</b>				
<i>Trichoderma sp.</i>	litro	92,595	10,00	925,95
<b>SUBTOTAL</b>	<b>925,95</b>			
<b>Total</b>	<b>5901,56</b>			
<b>Imprevistos 10%</b>	<b>590,16</b>			
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>6491,72</b>			

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 19.** Costos de producción en hectárea del T6

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1120,00</b>			
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1838,92</b>			
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>	<b>30,00</b>			
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>	<b>945</b>			
<b>Cosecha</b>				
<b>crespa</b>				
funda plástica	paquete	185,19	1,00	185,19
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1041,69</b>			
<b>Bioformulado</b>				
Levaduras	kg	55,557	10,00	555,57
<b>SUBTOTAL</b>	<b>555,57</b>			
<b>Total</b>	<b>5531,18</b>			
<b>Imprevistos 10%</b>	<b>553,12</b>			
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>6084,30</b>			

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 20.** Costos de producción en hectárea del T7

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1120,00</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoacido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1838,92</b>
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>Fertilizantes</b>				
10-30-10	kg	82,41	0,52	42,85
Urea	kg	112,04	0,35	39,21
Muriato de potasio	kg	110,19	0,36	39,67
Mano de obra	Jornal	92,60	13,5	1250,03
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1371,77</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>				<b>945</b>
<b>Cosecha</b>				
<b>Repollo</b>				
Sacos	unidad	462,975	0,35	162,04
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1018,55</b>
<b>Total</b>				<b>6324,23</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>632,42</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>6956,65</b>

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 21.** Costos de producción en hectárea del T8

<b>RUBROS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. UNIT. (USD)</b>	<b>P. TOTAL (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Maquinaria (arada, rastrada)	Hora	4,00	10	40,00
Limpieza del terreno y nivelada	Jornal	40,00	13,5	540,00
Surcada	Jornal	40,00	13,5	540,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1120,00</b>
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	102780,45	0,0125	1284,76
Mano de obra	Jornal	40	13,5	540,00
Fijafares (coadyuvante y regulador de pH)	litro	0,2	14,8	2,96
Triamin (aminoácido)	litro	0,4	8	3,20
Ridomil (fungicida)	kg	1	8	8,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1838,92</b>
<b>Control fitosanitario</b>				
Kañon (clorpirifos+cyprmethrin)	litro	0,75	40	30
<b>SUBTOTAL</b>				<b>30,00</b>
<b>Fertilizantes</b>				
10-30-10	kg	82,41	0,52	42,85
Urea	kg	112,04	0,35	39,21
Muriato de potasio	kg	110,19	0,36	39,67
Mano de obra	Jornal	92,60	13,5	1250,03
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1371,77</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierbas	Jornal	30	13,5	405
Aporque	Jornal	40	13,5	540
<b>SUBTOTAL</b>				<b>945</b>
<b>Cosecha</b>				
<b>cresta</b>				
funda plástica	paquete	185,19	1,00	185,19
Transporte	Carro	46,2975	5	231,49
Mano de obra	Jornal	46,2975	13,5	625,01625
<b>SUBTOTAL</b>				<b>1041,69</b>
<b>Total</b>				<b>6347,38</b>
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>634,74</b>
<b>GRAN TOTAL</b>				<b>6982,11</b>

Elaborado por: Guamán, A. 2017

**Anexo 22.** Toma de muestra de suelo antes de la siembra para el análisis físico, químico y biológico



**Anexo 23.** Siembra y germinación de semillas de las dos variedades de lechuga en semillero



**Anexo 24.** Trasplante de las dos variedades de lechuga en el campo.



**Anexo 25.** Aplicación de bioformulados en las dos variedades de lechuga



**Anexo 26.** Toma de datos del porcentaje de prendimiento, altura y vigor de las dos variedades de lechuga.



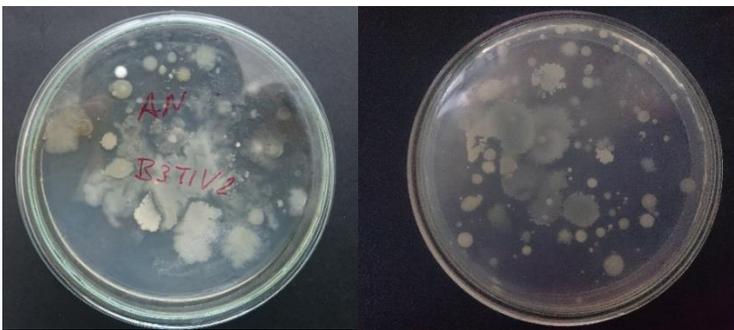
**Anexo 27.** Toma de datos del peso, diámetro del repollo y del tamaño de la raíz de las dos variedades de lechuga



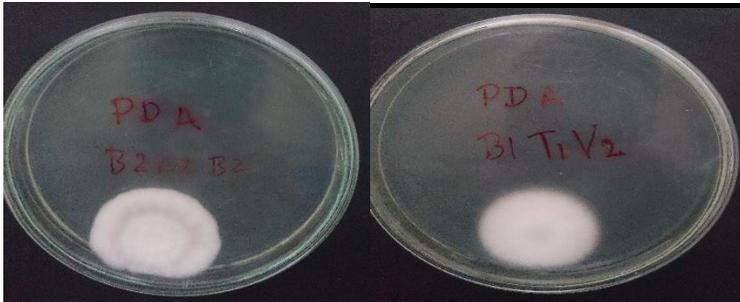
**Anexo 28.** Toma de muestra de suelo después de la cosecha para el análisis biológico.



**Anexo 29.** Análisis microbiano para bacterias



**Anexo 30.** Análisis microbiano para hongos



**Anexo 31.** Análisis microbiano para actinomicetos





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
 LABORATORIO DE SUELOS

Nombre del Propietario: Andres Guamán

Ubicación: Horticultura  
 Nombre de la granja

Lican Parroquia Cantón Riobamba Provincia Chimborazo

Fecha de ingreso: 09/01/2017  
 Fecha de salida: 16/01/2017

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Ident.	pH	mg/L			Meq/100g		
		% M.O	NH4	P	K		
SUELO	8.4 L.Alc.	0.6 B	15.6 B	31.8 A	0.95 A		



CODIGO	
L. Alc. Ligeramente Alcalino	A: alto
Ni: Neutro	M: medio
L. Ac. Ligeramente acido	B: bajo

*Ing. Franklin Arcos T.*  
 Ing. Franklin Arcos T.  
 JEFE LAB. DE SUELOS

*Elizabeth Pachacama*  
 Ing. Elizabeth Pachacama  
 TECNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Tifono 2998220 Extensión 418  
 \*Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza\*

**Anexo 33.** Esquema de distribución del ensayo.

- A1= Lechuga de repollo
- A2= Lechuga crespa
- B1=Microorganismo eficientes
- B2= *Trichoderma sp.*
- B3= Levadura

