

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

Efecto de la inoculación de microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad romana en condiciones de azotea-Tarma-2016

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor: Bachiller Juan Manuel PECHU SANTISTEBAN

Asesor: Mg. Manuel Jorge CASTILLO NOLE

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

Efecto de la inoculación de microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad romana en condiciones de azotea-Tarma-2016

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado.

Dr. Edith Luz Zevallos Arias

PRESIDENTE

Mg. Josué Hernán Inga Ortiz

MIEMBRO

Ing. Alfredo Exaltación Cóndor Pérez

MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres: Juan Manuel y Gesica Cloris por su constante y abnegado sacrificio para darme una profesión.

A, mi esposa Aimee Pamela e hija Amy Valentina; por su apoyo moral y orientación.

RECONOCIMIENTO

- A los docentes de las Escuelas de Formación Profesional de Agronomía Yanahuanca, La Merced y Cerro de Pasco, Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, mi reconocimiento por las enseñanzas impartidas durante mi vida estudiantil y mi formación profesional
- Al Mg. Manuel Jorge Castillo Nole, asesor de la presente tesis, por su orientación y experiencia al brindarme su apoyo en la ejecución del trabajo de investigación.
- A mis jurados de la tesis Dra. Edith Luz Zevallos Arias; Mg. Josué Hernán Inga Ortiz y al Ing. Alfredo Exaltación Córdor Perez, por las recomendaciones dada durante la ejecución de la investigación.

RESÚMEN

El trabajo de investigación “Efecto de la inoculación de Microorganismo Eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca Sativa* L.) variedad romana en condiciones de azotea-Tarma-2016”

Los objetivos fueron: a) Evaluar el efecto de la inoculación de Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu sobre el crecimiento (altura de planta, diámetro de la cabeza), b) Evaluar el efecto de la inoculación de Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el rendimiento (peso de la cabeza, número de hojas)

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el distrito de Tarma con UTM 8857502N, 352758 E, altitud 2800 msnm, provincia de Tarma, región Junín.

En la metodología del trabajo se realizó la preparación del sustrato, preparación de los agrobiológicos, establecimiento del cultivo de lechuga. Los tratamientos fueron: T1 (Microorganismos eficientes), T2 (Basu), T3 (Trichocastle), T4 (testigo). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta a los 20 y 90 días; diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 y 90 días; número de hojas, peso de la lechuga por cabeza y rendimiento. Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones. De los resultados obtenidos: La altura de planta a los 20 y 90 días fue de 13,33 cm y 15,78 cm para el T2 y T3 respectivamente; el diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días no se muestra diferencias entre tratamientos y 90 días fue de 21,67 cm para el T1; el número de hojas fue de 16,22 para el T3; el peso de la lechuga por cabeza fue de 214,44 g para el T3; el rendimiento obtenido fue de 16 083 kg/ha.

Palabras claves: Inoculación, Microorganismos eficientes, Basu y Trichocastle, Rendimiento.

ABSTRACT

The research work "Effect of the inoculation of Efficient Microorganism (EM), Trichocastle and Basu on the growth and yield of lettuce (*Lactuca Sativa L.*) Roman variety in roof conditions-Tarma-2016"

The objectives were: a) To evaluate the effect of inoculation of efficient Microorganism (EM), Trichocastle and Basu on growth (plant height, diameter of the head), b) Evaluate the effect of inoculation of efficient Microorganism (EM), Trichocastle and Basu in performance (head weight, number of leaves)

The present research work was carried out in the district of Tarma with UTM 8857502N, 352758 E, altitude 2800 msnm, province of Tarma, Junín region.

In the methodology of the work the preparation of the substrate was done, preparation of the agrobiological, establishment of the lettuce culture. The treatments were: T1 (efficient microorganisms), T2 (Basu), T3 (Trichocastle), T4 (control). The variables evaluated were: Plant height at 20 and 90 days; diameter of the head of the lettuce at 20 and 90 days; number of leaves, weight of lettuce per head and yield. The Complete Random Design (DCA) was used with 4 treatments and 15 repetitions. From the results obtained: Plant height at 20 and 90 days was 13.33 cm and 15.78 cm for T2 and T3 respectively; the diameter of the head of the lettuce at 20 days showed no differences between treatments and 90 days was 21.67 cm for T1; the number of leaves was 16.22 for T3; the weight of the lettuce per head was 214.44 g for T3; the yield obtained was 16 083 kg / ha.

Key words: Inoculation, efficient microorganisms, Basu and Trichocastle and yields

INTRODUCCIÓN

La dependencia del uso de los agroquímicos ha ocasionado un daño irreversible al medio ambiente, a los agricultores y a los consumidores. Los sistemas de fertilización llevan a la no sostenibilidad a través del tiempo, un claro ejemplo de esta situación se ha observado durante el proceso de producción del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* variedad romana. Esta hortaliza de hoja es considerada como la importante a nivel nacional por su consumo en restaurantes y hogares a nivel mundial y nacional.

En cuanto a la nutrición del cultivo, los macronutrientes han provocado una problemática mediante el uso indiscriminado cuando es aplicado al cultivo de lechuga dejando de estar disponible para la planta (Alkhader *et al.*, 2013)

Muchos microorganismos cumplen un rol muy importante en los ciclos biogeoquímicos, permitiendo la disponibilidad del fósforo para las plantas por mineralización de fósforo orgánico mediante fosfatasa en el suelo y la solubilización de fosfatos minerales a través de ácidos orgánicos (Toro *et al.*, 2013)

Debido a la importancia que tienen los Microorganismos eficientes (EM), *Trichoderma* y *Bacillus* que fue objeto de estudio en la investigación, al colonizar la rizosfera y promover el crecimiento vegetal, las raíces de la lechuga y la biomasa de la parte aérea se ve favorecida en aumento.

El trabajo está dividido en cuatro capítulos, teniendo en cuenta el esquema de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por lo que en su estructura consta de:

El Capítulo I Problema de investigación, comprende: la identificación y determinación del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, formulación de objetivos, justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

El Capítulo II: Marco teórico, comprende: antecedentes del estudio, bases teóricas-científicas, definición de términos básicos, formulación de hipótesis, identificación de variables y definición operacional de variables e indicadores.

El Capítulo III: Metodología y técnicas de investigación, comprende: tipo de investigación, métodos de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de procesamiento y análisis de datos, tratamiento estadístico y orientación ética.

El Capítulo IV: Resultados y discusión, comprende: descripción del trabajo de campo, presentación, análisis e interpretación de resultados, prueba de hipótesis y discusión de resultados, dando lugar todo ello a la formulación de conclusiones y las recomendaciones del proceso de investigación.

Al poner en consideración el presente trabajo de investigación a los miembros del jurado, lo realizo con la humildad de egresado en constante aprendizaje y dispuesto a recibir las sugerencias constructivas, que estoy seguro enriquecerá este y demás estudios, por cuyos aportes valiosos les expreso mi agradecimiento y reconocimiento.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	I
RECONOCIMIENTO	II
RESÚMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Identificación y determinación del problema	1
1.2 Delimitación de la investigación	4
1.3 Formulación del problema	5
1.3.1 Problema principal	5
1.3.2 Problemas específicos	5
1.4 Formulación de los objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Justificación de la investigación	5
1.6 Limitaciones de la investigación	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes del estudio	8
2.2 Bases teóricas- científicas	10
2.2.1 Microorganismos eficaces (EM)	10
2.2.2 Modo de acción de los microorganismos eficaces (EM)	14

2.2.3 Efecto de (EM) sobre el crecimiento y producción de las cosechas	15
2.2.4 Taxonomía de las especies de <i>Trichoderma</i>	16
2.2.5 Generalidades de <i>Trichoderma</i>	17
2.2.6 <i>Trichoderma harzianum</i>	19
2.2.7 <i>Trichoderma viride</i>	21
2.2.8 <i>Trichoderma asperellum</i>	22
2.2.9 Taxonomía de <i>Bacillus</i>	24
2.2.10 Investigaciones de <i>Bacillus subtilis</i>	25
2.2.11 Generalidades del cultivo de la lechuga.....	26
2.2.12 Manejo agronómico del cultivo de lechuga	28
2.2.13 Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga	33
2.2.14 Tipos de lechuga.	35
2.2.15 Variedades de lechuga.....	35
2.3 Definiciones de términos básicos	36
2.4 Formulación de hipótesis	37
2.4.1 Hipótesis general.....	37
2.4.2 Hipótesis específica	37
2.5 Identificación de variables	37
2.6 Definición operacional de variables e indicadores	38
CAPÍTULO III	39
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.1 Tipo de investigación.....	39
3.2 Métodos de investigación.	39
3.3 Diseño de la investigación	40
3.4 Población y muestra	41

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	41
3.7 Tratamiento estadístico.....	42
3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	43
3.9 Orientación ética.....	43
CAPÍTULO IV.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 Descripción del trabajo de campo.....	45
4.1.1 Productos agrobiológicos (Microorganismo eficiente, Basu y Trichocastle) .	45
4.1.2 Procedimiento experimental.....	45
4.1.3 Datos a registrar	46
4.1.4 Materiales.....	47
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	48
4.2.1 Crecimiento de la lechuga.....	48
4.2.2 Rendimiento	56
4.3 Prueba de hipótesis.....	60
4.4 Discusión de los resultados	61
4.4.1 Crecimiento de la lechuga.....	61
4.4.2 Rendimiento	63
CONCLUSIONES.....	13
RECOMENDACIONES	14
BIBLIOGRAFÍA	15

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables	50
Tabla 2 Análisis de varianza.....	54
Tabla 3 Inoculación de los agrobiológicos	55
Tabla 4 Análisis de varianza de altura de planta a los 20 días	61
Tabla 5 Prueba de Duncan de altura de planta a los 20 días	61
Tabla 6 Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días	63
Tabla 7 Prueba de Duncan de altura de planta a los 90 días	63
Tabla 8 Análisis de varianza del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días	65
Tabla 9 Prueba de Duncan del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días	65
Tabla 10 Análisis de varianza del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días	67
Tabla 11 Prueba de Duncan del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días	67
Tabla 12 Análisis de varianza de número de hojas de la lechuga a la cosecha	69
Tabla 13 Prueba de Duncan número de hojas de la lechuga a la cosecha	69
Tabla 14 Análisis de varianza del peso de la lechuga por cabeza	71
Tabla 15 Prueba de Duncan del peso de la lechuga por cabeza	71
Tabla 16 Rendimiento de la lechuga kilogramos por hectárea.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Altura de planta a los 20 días después del trasplante.....	62
Figura 2: Altura de planta a los 90 días después del trasplante.....	64
Figura 3: Diámetro de la cabeza a los 20 días después del trasplante	66
Figura 4: Diámetro de la cabeza a los 90 días después del trasplante	68
Figura 5: Número de hojas de la cabeza de la lechuga a la cosecha	70
Figura 6: Peso de la lechuga por cabeza.....	72

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

La Lechuga (*Lactuca sativa* L.) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta constantemente y con ella su producción que va desde 33,5 hasta 53,1 mil toneladas métricas, correspondiente al año 2006 hasta el 2012 (INEI, 2013). Sin embargo, en el Perú la superficie cosechada es de 6,4 miles de hectáreas, cuyo rendimiento y producción se ha incrementado de manera especial en la ciudad de Tarma de 6152 ha (Ministerio de agricultura, 2015), por otro lado, existen factores desfavorables que influyen en el manejo del cultivo como es la falta de tecnología, deterioro ambiental, la presencia de plagas y enfermedades, falta de agua para su desarrollo y mano de obra calificada.

El crecimiento poblacional a nivel mundial ha ganado las áreas verdes de nuestro planeta y esto sucede en nuestro país, que es considerado entre los países con más altos índices de deforestación a causa de la urbanización.

El incremento de la población permite la reducción de la biodiversidad, pérdida de hábitats, consumo excesivo de recursos naturales y sobre todo provoca alto índices

de contaminación del ambiente al requerir mayores servicios. Es por eso, que urge la necesidad de buscar alternativas viables, rentables y sostenible para reverdecer las áreas que se han perdido a causa de la urbanización, considerándose a las azoteas y muros verdes como alternativa real para contrarrestar este efecto (Álvarez, 2009).

La ciudad de Tarma actualmente no dispone de un plan integral de manejo de áreas verdes y de manera especial áreas verdes en actuales edificaciones, con la finalidad de concientizar a la población a desarrollar una cultura ecológica y pueda mejorar su calidad de vida, tal es así que según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del 2008, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la presencia de espacios verdes urbanos como requisito por los beneficios que ayudan en el bienestar físico y emocional, recomendando al menos 8 m² por habitante de espacio verde público para ser saludables. El promedio en la ciudad de Tarma es de 1.16 m²/habitante (MINAM, 2017)

El impacto ambiental que ejerce el uso excesivo de los plaguicidas y de fertilizantes químicos provoca la contaminación de suelos y agua subterránea, a partir de este efecto se hace necesario buscar estrategias de incorporar nutrientes a los cultivos que integre una combinación de abonos orgánicos con la finalidad de conseguir disminución del uso de los fertilizante y plaguicidas por medios biológicos. La estrategia de control biológico que es aplicado a partir del conocimiento de la funcionabilidad en el ecosistema donde las comunidades de plantas y animales interactúan equilibradamente, es una alternativa ecológicamente más respetuosa con la naturaleza, donde la multiplicación de organismos vivos llamados agentes o medios biológicos (insectos, hongos, bacterias y otros) que actúan en la regulación del tamaño de las poblaciones de insecto-plagas en el medio natural. (Martínez, 2007).

Los plaguicidas a diferencia de los biológicos desarrollan dependencia en su uso consiguiendo soluciones inmediatas o temporales, el control biológico puede ser más lento y perdurable e incluso permanente, porque permite la restitución del equilibrio natural de los ecosistemas, así mismo las ventajas que ofrece es el no causar daños o complicaciones a la salud de los agricultores y/o productores, los consumidores humanos o animales y ecosistema. De esta forma los problemas económicos y ambientales del mundo actual han desarrollado la idea del reciclaje eficiente y transformación de los desechos orgánicos en la agricultura, aprovechando el uso de productos biofertilizantes, con la finalidad de buscar que reducir el uso de los fertilizantes minerales como parte de la nutrición de las plantas, en los últimos años y a la luz de las exigencias contemporáneas caracterizadas por la demanda mundial de una producción agrícola más sana y limpia, surge la necesidad por el uso de los biofertilizantes. (INCA, 2002)

Los biofertilizantes están compuestos por microorganismos que viven normalmente en el suelo en poblaciones bajas, es necesario la inoculación artificial para aumentar las poblaciones y que las plantas puedan beneficiarse mediante su actividad biológica, los microorganismos necesitan sustancias nutritivas para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales o promotoras del crecimiento. Estos bioproductos tienen la capacidad para suplementar o movilizar nutrientes con un mínimo uso de recursos no renovables, pueden aplicarse en pequeñas cantidades para solucionar problemas locales y no contaminan el medio ambiente. (Paneque, 2001).

Los productos agrobiológicos (Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu) presentan un potencial considerable como agente de estimulante del crecimiento vegetal, control, biofertilizante. Se considera a las bacterias y hongos

como una de las alternativas viables para el cultivo de lechuga en el manejo orgánico y la promoción del crecimiento vegetativo. Tiene bastante importancia para la vida humana y la funcionalidad de un ecosistema, descomponedor de la materia orgánica, esencial en la recirculación de nutrientes en el medio ambiente. Algunos miembros de este género tienen asociaciones simbióticas con plantas, leguminosas, gramíneas, compuestas, solanáceas y otras, mientras otras son utilizados como biocontroladores contra organismos patógenos como *Fusarium* y *Rizoctonia*, además la producción de enzimas industriales como los pigmentos de antra quinona y otros (Druzhinina & Kubicek, 2005) y metabolitos secundarios (MS) como antibióticos y promotores del crecimiento de plantas (PGP: Plant Growth Promoting), beneficiosa para la agricultura (Harman *et al.*, 2004, Vinale *et al.*, 2006, Vinale *et al.*, 2008, Vinale *et al.*, 2009, Druzhinina *et al.*, 2011). Con el propósito de solucionar parte de la problemática agrícola, social, medio ambiental y seguridad alimentaria en la ciudad de Tarma, se propuso el presente trabajo de investigación utilizando productos agrobiológicos como Microorganismo eficiente, Trichocastle y Basu para promover el crecimiento y por ende obtener mejores rendimientos en el cultivo de lechuga en condiciones de azotea sin dejar residuos tóxicos en las cabezas.

1.2 Delimitación de la investigación

El trabajo de investigación se centra en el área agrícola, ejecutado en el distrito y provincia de Tarma, con UTM 8857502N, 352758E y altitud de 2 800 msnm, en la azotea de la casa de la Familia Pechu Santisteban. El período de ejecución fue en los meses de octubre del 2017 a marzo del año 2018. La población estuvo compuesta por 60 plantas de lechuga variedad romana durante el experimento.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cuáles son los efectos de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga en condiciones de azotea-Tarma -2016?

1.3.2 Problemas específicos

¿Cuál será el efecto de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento del cultivo de la lechuga?

¿Cuál será el efecto de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el rendimiento del cultivo de la lechuga?

1.4 Formulación de los objetivos

La investigación planteo los siguientes objetivos:

1.4.1 Objetivo general

Determinar los efectos de la inoculación de Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad romana en condiciones de azotea Tarma.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la inoculación de Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu sobre el crecimiento (altura de planta, diámetro de la cabeza).

Evaluar el efecto de la inoculación de Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el rendimiento (peso de la cabeza, número de hojas)

1.5 Justificación de la investigación

La siembra de lechuga y otras hortalizas en la azotea permite aprovechar espacios de las viviendas, oportunidades, desafíos mejorando la seguridad alimentaria y

protección medio ambiental. Se convierte en una eficiente herramienta educativa para cualquier edad, nos permite ampliar nuestros conocimientos sobre las plantas, los ecosistemas y desarrollar actitudes como la paciencia y la constancia, requisitos fundamentales para obtener un manejo del cultivo y cosecha de calidad que irá directamente de la azotea al plato. Las azoteas verdes son una alternativa para desarrollar agricultura urbana y periurbana, a pesar que los costos son más elevados en edificios debe tenerse en cuenta el peso de soporte, impermeabilización y el uso de la tierra adecuado para las plantas, pues son muchos los beneficios que estas áreas ofrecen mejorando la calidad de vida de las poblaciones urbanas (Gudiña, 2009).

Mediante la siembra de hortalizas en azoteas, se enfrentará a la pobreza en las ciudades urbanas y periurbanas a través de la agricultura urbana y de manera especial en Tarma, teniendo como ejes principales de acción: mejorar los ingresos de los pobladores, desarrollar sus capacidades, generar tecnologías adaptadas al medio urbano, mejorar la nutrición infantil, acceder a nuevos mercados e integrar la agricultura urbana en la agenda política de los gobiernos locales y regionales.

Al igual que la mayoría de las hortalizas, especialmente el cultivo de lechuga es afectado por varias plagas y enfermedades que conllevan a la utilización de gran cantidad de productos químicos para su control. Cabe mencionar que el uso continuo de estos productos ha provocado que la población de insectos y microorganismo patógenos sea cada vez más resistente. Además, existe un gran riesgo de contaminación al usar estos productos en condiciones intensivas y ambientes cerrados, tanto para los trabajadores, así como por la presencia de residuos en aguas subterráneas y en las hortalizas que llegan al consumidor. Sin embargo, entre las opciones de manejo se ha considerado a los productos agrobiológicos para promover

el crecimiento vegetal y rendimiento, a la vez controlar algunas plagas y enfermedades del cultivo de lechuga sin dejar residuos tóxicos en las cabezas.

Se propuso el presente trabajo de investigación utilizando productos como Microorganismos eficientes, Trichocastle y Basu para promover el crecimiento y por ende obtener mejores rendimientos en el cultivo de lechuga, buscando de solucionar parte de la problemática medio ambiental y seguridad alimentaria del poblador de la ciudad de Tarma.

1.6 Limitaciones de la investigación

De acuerdo a los objetivos y a la investigación, se encontró algunas limitaciones como:

- **Limitaciones de tipo informativo.**

Falta de información de los agrobiológicos en su aplicación en el cultivo de lechuga en el Perú y a nivel internacional.

- **Limitaciones de condiciones medio ambientales.**

Las condiciones de temperatura en los meses de enero estuvieron afectando al cultivo, lo que se tuvo que colocar una malla para evitar dicha incidencia solar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Romero (2003), comparo los *Niveles de estiércol de lombriz en dos cultivares de lechuga (Lactuca sativa L.) en invernadero*. Donde concluye que: Las diferentes dosis de estiércol de lombriz, empleadas en el trabajo no mostraron diferencia estadística, por lo que no influyen significativamente en el rendimiento de la lechuga. Y que la variedad Great Lakes, resulto con un peso promedio de 0.549 Kg / m² (5490 Kg / Has) superior en 68 % frente a la Grand Rapids.

Zaldívar et. al., (2009), demuestra el *Efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos y urea sobre el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa l.)* En la Molina, donde evaluó el efecto del biol, compost, guano de islas, Ajinofer y Humiterra comparados con urea, sobre la productividad del cultivo de lechuga cv. Great Lakes, donde concluye que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de compost (6 020 doc/ha), seguido de Humiterra (5 989 doc/ha). En el peso promedio de cabezas comerciales, tanto el compost como el Ajinofer y Guano de islas obtuvieron los mejores resultados (740 gr)

Martínez y Garces (2010), muestran que durante el ciclo productivo de la lechuga variedad romana, los demás elementos del plan de fertilización se aplicaron en igual cantidad para todos los tratamientos, sin embargo las plantas sin aplicación de potasio tuvieron el menor número de hojas (30 hojas) en relación con los demás tratamientos, presentando diferencias significativas desde el día 30, cuando hubo una diferencia promedio de 15 hojas, comparado con la dosis máxima, y hasta el día 61, con una diferencia final de 10 hojas con respecto a 180 y 360 mg de K

Ríos et al., (2002), dan a conocer el ensayo de *variedades de lechuga campaña 2001-2002* en el que los valores máximos de peso comercial unitario se situaron en torno a los 386,40 g y el mínimo alrededor de 248 g; en cuanto a la altura de planta los valores fueron de 20,2 cm hasta 25,9 cm; el diámetro fue de 10,8 cm hasta 15,2 cm y los rendimientos oscilaron entre 12 000 kg/ha a 25 000 kg/ha

Mendoza et. al (2014) manifiestan el ensayo *de producción de ocho variedades tradicionales de lechuga tipo Romana peninsulares en cultivo ecológico en Tenerife (Canarias)* donde los resultados obtenidos en referencia al peso de la lechuga fueron entre 360 g a 680 g y el diámetro comprendido entre 8,5 a 18 cm

Rojas (2013), nos comenta que el *rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca sativa) variedad Great Lakes 659, en la provincia de Lamas*, el tratamiento T4 (1 kg/ha) de fosfonato de Ca obtuvo los promedios más altos de rendimiento, peso de la planta y número de hojas por planta con 42 856,25 kg/ha, 171,4 g y 16,4 hojas por planta respectivamente. Siendo que el Tratamiento TO (testigo) obtuvo los promedios más bajos con 17 081,25 kg/ha; 68,3 g de peso de la planta y 7,4 hojas por planta respectivamente en el cultivo de lechuga.

Pomboza et. al (2006), al *evaluar la influencia del biol enriquecido con microorganismos eficientes en el cultivo ecológico de Lactuca sativa variedad*

Iceberg utilizando el diseño de bloque completo al azar con arreglo factorial de $3 \times 2 + 1$ con tres repeticiones encontró que la altura de planta a los 35 y 70 días aplicados con 6 % de biol y frecuencia de 8 y 15 días proporcionaron alturas con valores de 10,09 y 15,87 cm respectivamente.

Gonzales (2013), menciona que el trabajo de investigación fue instalado en el terreno de la Facultad Ciencias Agrarias - UNH, Distrito y Provincia de Acobamba y Departamento de Huancavelica, donde se evaluó el *efecto de la aplicación de cuatro fuentes de abono orgánico en el cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.) Var. White Boston* para el número de hojas por planta el promedio fue de 16.58; el resultado del diámetro de cabeza por planta fue de 17.24; en la variable peso de cabeza el promedio fue de 0.167 gr/planta. El mayor rendimiento de lechuga se obtuvo con la aplicación del T4 (guano de isla descompuesto) con el promedio de 13 205 kg/ha

2.2 Bases teóricas- científicas

2.2.1 Microorganismos eficaces (EM)

- a) **Tecnología de los microorganismos eficaces (EM).** EM ORGANIZATION INC. (EMRO – Europa) (2008), indica que el EM desarrollada, hace 28 años, en Japón, por el Dr. Profesor Teruo Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus es el padre de la tecnología de Microorganismos Eficaces (EM). El Profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas. Para su investigación, recogió 2 000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos, logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos a los seres humanos.

En el curso de su investigación, el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Encontró allí más adelante, crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, Higa empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal, EM es una tecnología prebiótica y natural desarrollada, está compuesto por organismos benéficos y altamente eficientes, no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. (UNIVERSIDAD EARTH, 2009)

Originalmente, fue desarrollada como alternativa para los fertilizantes químicos y pesticidas, sin embargo, el uso de la Tecnología EM, en las dos últimas décadas, se ha expandido de la agricultura al tratamiento de aguas y efluentes, control de malos olores, granjas y salud animal, salud humana e innumerables tratamientos industriales; actualmente el EM es usado alrededor del mundo. Más de 30 Centros de Investigación, distribuidos por varios países, diariamente, crean y analizan nuevas alternativas para incrementar y expandir aún más el rango de uso de esta Tecnología. (EMRO - Europa, 2008)

Higa (2003), EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contienen organismos beneficiosos de 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias de ácido láctico y levadura. Estos microorganismos - efectivos, cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos y antioxidantes. Cambian la micro y

macroflora de la tierra, mejora el equilibrio natural y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimogénica.

Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de materia orgánica y esto, a su vez, puede mejorar la calidad del suelo y la salud, lo cual aumenta el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos, sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica. (EARTH, 2009)

b) Principales microorganismos contenidos en el EM. Según Higa (2003), expresa que, los hongos, las bacterias, los Actinomicetos y la levadura se encuentran en todos los ecosistemas, utilizados ampliamente en el sector alimenticio y esta especie desempeña papel vital en agricultura para mantener y también para realzar la productividad, mientras más completo sea el complejo de microorganismos benéficos mejor papel desempeñará en la biotransformación de la materia orgánica. Se detalla los siguientes microorganismos:

b.1 Bacteria fotosintética (Fototrópica) (*Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*). Según Sanz (2007), expresa que las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes, sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía; las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan

la cantidad de otros microorganismos eficaces, pueden fijar el Nitrógeno atmosférico y el bióxido de Carbono en moléculas orgánicas tales como aminoácidos y carbohidratos, Llevan a cabo una fotosíntesis incompleta, lo cual hace que la planta genere nutrimentos, carbohidratos, aminoácidos, sin necesidad de la luz solar, eso permite que la planta potencialice sus procesos completos las 24 horas del día.

b.2 Bacterias Acido Lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*). Según Higa (2003), menciona que, las bacterias ácido-lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Esta es la razón por la que ciertas comidas o bebidas, tales como el yogurt se fabrican utilizando estas bacterias lácticas. El ácido láctico es un potente esterilizador, como tal, combate los microorganismos perjudiciales y acelera la descomposición de las materias orgánicas, facilitan la fermentación de materiales tales como la celulosa y evitando así causar perjuicios similares a los que se originan cuando estos materiales entran en descomposición. Ayuda a solubilizar la cal y el fosfato de roca.

b.3 Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus

secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido-lácticas y los Actinomicetos (Higa, 2003).

b.4 Actinomicetos. Según EARTH (2009), indica que, la estructura de los Actinomicetos, intermedia entre la de las bacterias y hongos, producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica, que suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas, pueden coexistir con la bacteria fotosintética, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del incremento de la actividad microbiana. Funcionan como antagonistas de muchas bacterias y hongos patógenos de las plantas debido a que producen antibióticos (efectos biostáticos y biocida). Benefician el crecimiento y actividad del azotobacter y de las micorrizas.

b.5 Hongos de Fermentación. Los hongos de fermentación como el *Aspergillus* y el *Penicilina* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, esteroides y sustancias antimicrobianas. Esto es lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y gusanos. (Higa, 1997)

2.2.2 Modo de acción de los microorganismos eficaces (EM)

Reyes (2008) menciona que, los diferentes tipos de microorganismos en el EM toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los Microorganismos Eficaces para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias

bioactivas. (EARTH, 2009) cuando los Microorganismos eficaces incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos.

2.2.3 Efecto de (EM) sobre el crecimiento y producción de las cosechas.

Fernández (2008), menciona que, EM mejora el crecimiento y la producción de cultivos incrementando la población de microorganismos beneficiosos en el suelo y aportando nutrientes a la planta, Inhibiendo otras bacterias y organismos nocivos, disminuye el grado de contaminación de agroquímicos; así también brinda mayor floración. Los resultados experimentales mostraban que un tratamiento primerizo con EM-1 era bueno para las plantas, ya que mejoraba el crecimiento radicular y los contenidos totales de nitrógeno en el suelo y clorofila en las hojas. Consecuentemente incrementaban el crecimiento del cultivo. Hoy en día, la tecnología EM se constituye como una herramienta importante para la obtención de una producción agrícola segura y sostenible. El EM, es un cultivo mixto de varias bacterias, Actinomicetos, levaduras y hongos y se ha demostrado que es muy efectivo en la agricultura.

Higa (1993), indica que existen muchos informes e investigaciones científicas procedentes de diferentes partes del mundo que informa sobre éxitos rotundos en el cultivo de verduras con ayuda de EM. El profesor Higa también escribe en sus libros detalladamente sobre semejantes éxito, cuyos

ejemplos proviene, en su gran mayoría, de Japón, donde el EM está más extendido.

Mau (2002), menciona que EM tiene la habilidad de romper productos químicos sintéticos. En general, los productos químicos empleados en la agricultura, que saturan suelos, plantas, agua y aire, forman una parte esencial de la contaminación medioambiental en general.

2.2.4 Taxonomía de las especies de *Trichoderma*

Villegas (2000), da a conocer la taxonomía de los antagonistas:

a) *Trichoderma harzianum*

Reino: Fungi

División: Eumycota

Sub-división: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Hyphales

Familia: Monilaceae

Género: *Trichoderma*

Especies: *T. harzianum*

b) *Trichoderma viride*

Reino: Fungi

División: Eumycota

Sub-división: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Hyphales

Familia: Monilaceae

Género: *Trichoderma*

Especies: *T. viride*

c) *Trichoderma asperellum*

Reino: Fungi

División: Eumycota

Sub-división: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Hyphales

Familia: Monilaceae

Género: *Trichoderma*

Especies: *T. asperellum*

2.2.5 Generalidades de *Trichoderma*

Harman et. al (1999), manifiestan que han comprobado que el *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo más rápido que aquellas plantas que no haya sido tratadas con dicho microorganismo. Se han realizado algunos estudios preliminares con *Trichoderma* para la estimulación del crecimiento sobre plantas de fríjol, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas entre el 70 y 80 %, y una ganancia en peso de un 60 % aproximadamente, ello supone un incremento en los rendimientos de este cultivo.

CENTRO DE DESARROLLO DE AGRONEGOCIOS (CDA). (2002), manifiesta que *Trichoderma* coloniza el suelo alrededor de las raíces

(rhizósfera) ayudando a la planta en su nutrición por que vuelven los nutrientes más disponibles para la planta. Investigación reciente han demostrado que la aplicación de *Trichoderma* en el cultivo de maíz y cuyas raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo, requiere menos fertilizante del nitrogenado que el maíz no tratado; lo que implica el ahorro de un 35 a 40 % de fertilizante. (Harman *et. al* ,1999).

Villegas (2000), demuestra resultado en campo un incremento en la actividad de *Trichoderma harzianum* como micoparásito, cuando se inoculan en la semilla disminuyendo la población de hongos del suelo. También se comprobó que la aplicación sobre el suelo en pre-siembra, siembra y post-emergencia temprana, logra disminuir la incidencia de las enfermedades en el cultivo en más del 60 % y además demora la aparición de los síntomas de los patógenos en la planta.

CDA (2002), sugiere que los *Trichoderma* es un hongo antagonista de patógenos vegetales y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente, coloniza y crece en las raíces a medida que éstas se desarrollan, provee una protección más duradera ya que crece con las raíces durante el ciclo de vida de la planta.

Pichael (2011), ha encontrado una proteína de *Trichoderma* que interviene en la producción de 'pelos' en las raíces laterales de tomate y de pepino *Trichoderma* tiene un "efecto auxina", que es la hormona vegetal que permite el desarrollo de raíces laterales en las plantas. Cuando el hongo coloniza una planta, le interesa que haya más raíces para tener una mayor más superficie sobre la que actúa. *Trichoderma* estimula a la planta por medio de

las auxinas, de manera que la raíz es más grande y más densa y el hongo a su vez dispone de mayor superficie para crecer. La gran novedad de las últimas investigaciones está en el hallazgo de que *Trichoderma*, produce "pelos" que aumentan la capacidad de captación de nutrientes en las raíces. Cada raíz lateral tiene pelos que aumentan la superficie de absorción de nutrientes y esto se traduce en un mayor crecimiento.

Windham *et al.*, (1986), señalan que *Trichoderma spp* podría incrementar los rendimientos por producción de algún factor de crecimiento.

Finalmente, al estudiar las sustancias relacionadas con el crecimiento vegetal durante el desarrollo de *Trichoderma spp* en medio de cultivo LB, se detectó que el hongo es capaz de metabolizar el TRP para formar AIA, AA y AG (Sánchez, 2009).

2.2.6 *Trichoderma harzianum*

Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas (IABOTEC). (2006), manifiesta que *Trichoderma harzianum* tiene excelentes propiedades como estimulador del crecimiento radicular y como protector de la raíz, pues es un hongo que actúa principalmente como colonizador de raíces. Crecimiento de masa radicular, lo que induce a una nutrición cualitativa y cuantitativa excelente de la planta, así como una notable mejora en las defensas naturales de la planta.

Entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se encuentran el hongo antagonista del cual se ha comprobado su efecto como estimulador de crecimiento en múltiples cultivos y los hongos formadores de micorrizas arbusculares. (Parets, 2002)

Guigón y González (2004), encontraron que las cepas de *T. harzianum* promovieron el crecimiento de plantas de chile (*Capsicum annum*) en invernadero, siendo la de mejores respuestas las cepas TC74 obtenida del suelo de chile jalapeño el cual promovió un 30 % la altura, 20 % más hojas, 30 % área foliar más abundante, tallos en un 15 % más robustos y 60 % y 38 % más biomasa en raíz y brotes respectivamente, y la cepa TSO1 aislada de durazno estimulo el crecimiento de un 15 a 35 % más follaje y un 40 % más de materia seca.

Donoso *et al.*, (2008), reportan que *T. harzianum* estimula el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* y una mezcla de éste con perlita y composta, da crecimientos significativos en altura, biomasa y desarrollo del sistema radical.

Harman *et. al.*, (2004), mencionan que cuando *T. harzianum* es aplicado como tratamiento en semillas y/o suelo, se obtienen una colonización en el sistema radicular, dando un aumento en la profundidad de enraizamiento del maíz. Este aumento del desarrollo radicular permite a la planta obtener mayor absorción y disponibilidad de nutrientes o bien que metabolice nutrientes del sustrato facilitando a la planta la absorción de estos. (Donoso *et al.*, 2008)

Windham *et al.*, (1986), encontraron que la especie de *T. harzianum* y *T. koningii* aumentaron el peso seco de raíz y brote 213-215 % en tomate y 259-318 % en tabaco, 8 semanas después de la plantación. Se tiene reportado que *T. harzianum* influyen en el crecimiento vegetativo de papas y tomates y que intervienen en la germinación de los cafetos. (Gonzáles *et al.*, 1999; Cupull *et al.*, 2003)

El efecto estimulador del crecimiento, expresado en el presente ensayo por un mayor porcentaje de germinación, altura de planta, peso seco, área foliar y

velocidad de fotosíntesis de las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens* aumentaron significativamente con relación al testigo sin antagonista. Su interpretación corresponde al desarrollo de la planta y los valores más altos fueron para los tratamientos con *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens*. (Cruz y Cisterna, 1998)

La utilización de dos formulados líquidos con conidios y sin conidios de *Trichoderma harzianum* A-34 produjeron un efecto bioestimulante expresado en la cantidad de hojas por planta, el incremento de la altura de la planta, ancho de la hoja, largo de la hoja, cantidad de folíolos, número de flores y sobre el rendimiento del cultivo del tomate. (Pérez *et al.*, 2012)

2.2.7 *Trichoderma viride*

Cupull (2003), manifiestan que el ensayo se realizó en el vivero de la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, provincia de Villa Clara, en el período comprendido entre noviembre de 1999 y junio del 2000, a una altura de 340 msnm, con el objetivo de determinar el efecto de *Trichoderma viride* sobre la germinación, el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn y el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. variedad Caturra Rojo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. Obteniéndose a los 50 días una germinación entre el 34,2 y 39,2 % en los tratamientos con *Trichoderma*; la incidencia de *Rhizoctonia solani* osciló entre 1,7 y 7,0 % en los tratamientos 2, 3 y 4, el testigo presentó hasta un 53,6 % de afectación y los tratamientos 3 y 4 mostraron diferencia significativa en todos los índices morfológicos evaluados en relación con los dos testigos. Con la aplicación de *Trichoderma viride* se acelera la germinación, no se necesita aplicar Zineb y se obtienen posturas más vigorosas.

Neyra *et al.*, (2013), dan a conocer el efecto positivo en la estimulación del crecimiento de las plántulas de *Capsicum annum* por los microorganismos empleados *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride*, por lo cual podría recomendarse como potencial PGPR (Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal) y PGP (Promotor de crecimiento vegetal) en este cultivo, como alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos.

NEEMPRODUCTS (2008), manifiesta que *Trichoderma viride* es un organismo antagonista de hongos presentes en el suelo y es altamente efectiva para el control de las semillas y el suelo de enfermedades transmitidas por mayoría de los cultivos de importancia económica, especialmente legumbres y semillas oleaginosas.

NEEMPRODUCTS (2008), refiere que este hongo cuando se aplica junto con las semillas coloniza las mismas, se multiplica; y no solo mata a los patógenos presentes en la superficie de la semilla, si no también brinda protección al suelo de agentes patógenos. El tratamiento de semillas con *Trichoderma viride* ha registrado mayor germinación en una serie de estudios.

2.2.8 Trichoderma asperellum

El trabajo se realizó para generar alternativas de producción de lechuga, utilizando métodos que permitan reducir la contaminación ambiental y obtener productos de calidad libre de agroquímicos y buen crecimiento y desarrollo. El objetivo fue determinar el efecto de diferentes especies de *Trichoderma* spp., en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Se evaluaron tres cepas de *Trichoderma* disponibles en el Laboratorio de Investigaciones Genéticas de la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET), identificadas con los siguientes Códigos: *T. koningiopsis* (LIG006), *T. asperellum* (LIG043) y *T.*

harzianum (LIG044). En condiciones de laboratorio se inocularon las semillas, sumergiéndolas en una solución de esporas con la concentración 1×10^{12} e/ml, correspondiente a cada tratamiento y al testigo sólo agua; se evaluó el porcentaje de germinación, crecimiento de la radícula y sobrevivencia de las plantas al momento del trasplante. Luego de trasplantadas en bolsas, cada dos semanas se aplicó 50 ml/ bolsa de la solución 1×10^8 e/ml, correspondiente a cada tratamiento y se midió altura de las plantas y número de hojas; al final del estudio se determinó el peso seco total. Todos los tratamientos con *Trichoderma* spp, independientemente de la especie, estimularon la germinación con respecto al testigo, sobresaliendo *T. asperellum* con 87,1%. El crecimiento de la radícula fue afectado por la aplicación de *Trichoderma* spp durante los primeros tres días de germinadas, sin embargo, la sobrevivencia de las plantas al momento del trasplante fue superior cuando se aplicó el hongo. La altura promedio de las plantas y número de hojas, fue similar para todos los tratamientos incluyendo el testigo (Aparicio *et al.*, 2012)

Casanova *et al.*, (2005), manifiestan que el objetivo es evaluar la eficacia en el control de enfermedades producidas por hongos por parte del agente de control biológico *T. asperellum* cepa T34, aislado del medio natural. T34 ha resultado altamente eficiente en el control de diversas enfermedades, tanto edáficas como foliares, con efectos comparables o superiores a productos químicos de amplio uso. Además del control de enfermedades, T34 actúa como promotor del crecimiento, ya que al ser aplicado en semillas de pimiento incrementa su biomasa 2.5 veces y aplicado en semillas de tomate, la incrementa 2 veces, en condiciones de invernadero comercial.

El presente trabajo tuvo como objetivo comprobar la capacidad de *T. asperellum* para producir AIA, estableciendo un método analítico para su cuantificación mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) siendo el método de separación más empleado en el análisis de los reguladores del crecimiento. El método puesto a punto para cuantificar el contenido de AIA por HPLC resultó ser sensible, preciso y exacto en el intervalo de concentración estudiado y permitió observar que la cepa nativa *T. asperellum* es productora de AIA el análisis permitió cuantificar en etapas tempranas del muestreo desde pequeñas concentraciones denominadas como trazas hasta cantidades que van de 0.6 ppm a 0.9 ppm, en etapas más avanzadas del crecimiento microbiano; caso contrario con el triptófano ya que a medida que avanza el tiempo se degrada por ser utilizado para sintetizar AIA, estos resultados sugieren una asociación benéfica entre planta microorganismo, donde el AIA sintetizado es tomado por la planta y junto con el AIA endógeno de la planta puede estimular la división y alargamiento de la célula. (Romero *et al.*, 2011)

2.2.9 Taxonomía de Bacillus

Fritze (2004), da a conocer la taxonomía de la bacteria:

Reino: Bacteria

Phylum: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: Bacillus

Especies: *B. subtilis*

2.2.10 Investigaciones de *Bacillus subtilis*

En este trabajo, se muestran sus potencialidades en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de patógenos. Se han demostrado diferentes capacidades de *Bacillus* en asociación a plantas como la producción de fitohormonas como las auxinas, el control biológico mediado por la producción de antibióticos, sideróforos y enzimas líticas, la solubilización de fosfatos y la fijación del nitrógeno. Por otra parte, se expone el riesgo asociado a su uso en la agricultura como biofertilizantes y los diferentes marcadores de patogenicidad que pueden ser utilizados para la detección de determinantes genéticos asociados a la virulencia en el género *Bacillus*. Se exponen los estudios realizados que demuestran el efecto de especies de este género en diferentes cultivos de interés económico. (Tejera *et al.*, 2011)

Existe un amplio número de géneros bacterianos que están considerados bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) tales como: *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Enterobacter*, *Azotobacter*, entre otros. (Karakurt y Aslantas, 2010)

El género *Bacillus* tiene más de 50 especies descritas, sin embargo, con base en la variedad de criterios taxonómicos, el grupo permanece como uno de los más heterogéneos. Esto ha incluido a la sugerencia que eventualmente este puede ser dividido en al menos tres géneros. (Lara, 2000)

En diversos estudios se ha encontrado que las BPCV que fijan N o solubilizan P aumentan el crecimiento y la producción de albaricoque, cacahuate y manzana a largo plazo. Experimentos preliminares con manzanas mostraron que un inóculo pequeño de la bacteria aumento el crecimiento vegetativo y además tenía efectos sobre la hoja con un mayor contenido

nutricional. Estas bacterias son importantes debido a los efectos que ejercen sobre el suelo, lo que favorece a una mayor disponibilidad de nutrientes y un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas (Karakurt y Aslantas, 2010). En el cultivo de cereza la inoculación de una cepa de *Bacillus* presenta potencial para aumentar la calidad de la fruta. (Akca y Ercisli, 2010)

2.2.11 Generalidades del cultivo de la lechuga

a) Origen e historia. La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es un cultivo que, desde su domesticación a partir de especies silvestres, se ha convertido en una planta típica en las ensaladas y como adorno en platos especiales en todo el mundo. Los primeros informes escritos que mencionan esta planta son los realizados por Herodoto, el cual menciona que la lechuga aparecía en las mesas reales persas en los años 550 AC. Y posteriormente fue descrita por muchos otros autores tales como: Hipócrates, Aristóteles y Galileo, entre los cuales algunos le atribuyen propiedades medicinales a esta popular planta. (Davis *et al.* 2002)

El origen de la lechuga como tal no está muy claro hoy día; sin embargo, como cultivo domesticado y cultivado por el hombre, se tiene como probable origen la costa sur y sureste del Mar Mediterráneo, desde Egipto hasta Asia menor, esta teoría se basa en la existencia en esta zona de una planta de lechuga primitiva, casi silvestre. Otra evidencia de esta teoría se basa en la existencia de pinturas en las tumbas egipcias, que datan de los 4 500 A.C. en las cuales se aprecian un tipo de planta de lechuga que se asemeja grandemente a la que actualmente se cultiva que Egipto. (Davis *et al.* 2002; Biamonte *et al.* 1984)

b) Fenología del cultivo. Según la Universidad de Valladolid (2013), el cultivo de lechuga se divide en cuatro fases:

Fase de plántula: se da la aparición de la radícula y la emergencia de los cotiledones, seguidamente un crecimiento radicular en profundidad y luego la aparición de 3 a 4 hojas verdaderas, esta fase comprende una duración entre 3 a 4 semanas.

Fase de roseta: se da la aparición de nuevas hojas y una disminución en la relación largo-ancho de folíolos, se produce un acortamiento de los pecíolos y finalmente la formación de una roseta con 12 a 14 hojas, la duración de esta fase varía de 3 a 4 semanas.

Fase de formación de la cabeza: las hojas se vuelven más anchas que largas y toman cierta curvatura por el eje de la nervadura central, con lo que las nuevas hojas quedan envueltas por las formadas anteriormente, la duración de esta fase va de las 2 a las 3 semanas de duración.

Fase de floración: la cabeza pierde calidad, las hojas se toman un sabor amargo, se alargan y el tallo comienza a elongarse y posteriormente se da la emisión de las inflorescencias.

c) Descripción botánica. La lechuga es una planta perteneciente a la familia de las compositae, que posee una raíz pivotante, con numerosas raíces laterales, las cuales se desarrollan principalmente en la parte superficial del suelo, sobre los primeros 30 centímetros de profundidad. (Tarigo *et al.* 2004)

Posee un tallo muy corto y las hojas forman una roseta que varía tanto de tamaño como de forma, textura y color, dependiendo de la variedad que se cultive. Una vez que pasa la madurez comercial, bajo condiciones ideales

de clima se forma un tallo floral que puede llegar a medir de 1 a 1,2 metros, dependiendo de las variedades. La inflorescencia se compone en capítulos de 15 a 25 flores cada uno y con una coloración amarillenta. (Galván *et al.* 2008)

2.2.12 Manejo agronómico del cultivo de lechuga

- a) Preparación del suelo.** El suelo debe prepararse convenientemente con una remoción de capas superficiales y la incorporación de enmiendas orgánicas para el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos, esto con la finalidad de lograr un desarrollo radicular superficial de buena calidad, seguidamente se realiza el surcado y por último se forman las camas o camellones. Otra buena práctica en la preparación del suelo, puede ser la utilización de acolchado con coberturas orgánicas o, para un buen control de malezas, además de favorecer una adecuada humedad y facilitar la cosecha con raíces limpias. Los acolchados plásticos también puede ser una buena opción de cobertura, pero este caso es especialmente para lugares con climas fríos, ya que se eleva la temperatura del suelo y se logra promover ciclos más cortos con plantas muy uniformes. (Informativo Agrícola, 2003)
- b) Almacigos.** Según Noguera (2004), este tipo de tecnología es más frecuentemente utilizada en plantaciones pequeñas, ya que es una práctica con una alta demanda de mano de obra, por lo tanto, es muy caro en plantaciones muy extensas. Para la preparación de los almacigos se recomienda el uso de bandejas de poliestireno de 294 alveolos, en los cuales se siembra una semilla en cada uno a 5 mm de profundidad. Una vez que transcurren entre 30-40 días las plántulas de lechuga estarán listas para ser plantadas, en este momento deben tener entre 5-6 hojas verdaderas y una

altura de 8 cm desde el cuello del tallo, hasta las puntas de las hojas.
(Infoagro, 2013)

- c) **Trasplante.** Para la realización del trasplante las plantas deben tener una altura de entre 8 a 10 cm, se debe de humedecer la tierra o el sustrato de las bandejas, para lograr desprender las plántulas con laya u horqueta de tierra, con el fin de separarlas sin dañar el sistema radicular de las mismas. (Torres, 2003)

El tipo de sistema de siembra más difundido es el de caballetes o surcos que se plantan a ambos lados; sin embargo, en producciones pequeñas como huertos caseros, también se utiliza el sistema de plantación en platabandas o tablón. La distancia de siembra, para los caballetes se traza a 60 o 65 cm de distancia entre ellos y las plantas, se disponen a ambos costados, sobre la marca que deja el riego, esto a unos 15 o 25 cm sobre las líneas.
(Imbaquingo, 2013)

En el caso de las platabandas o tablonos (sistemas donde se utilizan varias filas de plantas por cada tablón), son de 1,5 o 2 m de ancho, en las cuales se marcan las líneas a 25 o 30 cm de distancia, quedando las plantas a 15 o 25 cm entre sí. (CRATE, 2011)

- d) **Riego.** La lechuga a pesar de ser un cultivo que no soporta la sequía, no obstante, si existe exceso de humedad en el suelo se puede dar la aparición de podredumbres en el cuello de las platas. Dentro de los sistemas de riego existentes, para este tipo de cultivo, uno de los mejores es el riego por goteo y las cintas de exudación, automatizados con programadores para una mayor eficiencia. La intensidad de riego varía según las condiciones climáticas y la etapa fenológica del cultivo. De forma general los riegos

deben ser diarios en la primera semana y posteriormente se deben realizar al menos tres veces por semana, la cantidad de agua a utilizar como se mencionó anteriormente varía de acuerdo con las condiciones climáticas y al tipo de suelo (Infoagro, 2013). La cantidad debe ser tal que la plantación nunca pase sed, pero no pueden ser excesivos para que no se produzca encharcamientos, pues la lechuga no es tolerante a esta condición. (Noguera, 2004)

e) Fertilización. Este es un cultivo que presenta alta variación en cuanto a los requerimientos nutricionales dependiendo del tipo de lechuga que se esté utilizando, del volumen y tamaño de crecimiento y del tipo a cultivar. Esta planta es de ciclo corto, por lo que sugiere una fertilización de base fuerte antes del trasplante y fertilizaciones complementarias con el fertirriego, en drench o de forma foliar. En base a un análisis de suelo, el clima de la zona, la duración del ciclo y las características de la variedad a cultivar, se podría plantear un plan de fertilización, del cual el 70 - 80 % del requerimiento se incorpore al suelo en la preparación de este y la fertilización restante, se adicione en las tres primeras semanas del ciclo después del trasplante. (Vallejo y Estrada, 2004)

Otro factor importante a tener en cuenta es el acondicionamiento del suelo, ya que en ocasiones donde los suelos son ácidos, es necesaria la aplicación de enmiendas, para lograr una mejor absorción de nutrientes por parte del cultivo. En cuanto a los elementos menores como el boro, zinc y cobre, existen zonas en donde los suelos poseen un bajo contenido de estos y por lo tanto deben ser suministrados durante las primeras dos o tres semanas del ciclo después del trasplante. (Imbaquingo, 2013)

f) Problemas fitosanitarios. Según Infoagro (2003), la lechuga es un cultivo que no tolera la competencia con las malas hierbas, por lo que el control de las mismas debe de ser constante cada vez que aparezcan en el campo, este control debe de realizarse de manera integrada tratando de minimizar al mínimo el impacto ambiental, además se debe de tener en cuenta que en el periodo próximo a la recolección de las lechugas, las malas hierbas deben ser eliminadas, ya que pueden crear un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades que podrían invalidar el cultivo.

Lucero (2012), menciona que las tres primeras semanas después del trasplante, cumplen el periodo crítico de competencia y resaltan el acolchado con materia orgánica, o plástico como una buena opción para el control de malezas.

Para la realización de las deshierbas, es posible la implementación de herramientas como: azadón, palas, entre otros, pero solo en los primeros días después del trasplante, en caso de tener problemas de malezas en días posteriores, se debe de realizar manualmente para evitar dañar el follaje del cultivo. Por esta razón una adecuada distribución del cultivo en el campo puede cubrir adecuadamente la superficie, evitando la aparición de malas hierbas y reducir el daño por estas prácticas. (Vallejo y Estrada, 2004)

Según Langlais y Ryckewaert (2002), las principales plagas que se presentan en este cultivo son las moscas minadoras y las larvas de distintas clases, por lo que se deben de realizar tratamientos preventivos, contra la mosca minadora 2 días antes de la plantación y 5 a 7 días después del trasplante, para el caso de las larvas se debe de realizar justo antes de que el repollo cierre.

FAO (2002), indica que existen tres patógenos principales que son:

Bremia (*Bremia lactucae*): conocido como mildiu de la lechuga, este hongo ataca las hojas recubriéndolas de un micelio blanco que acaba por podrir las completamente.

Botrytis (anamorfo: *Botrytis cinerea*; teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana*): este hongo es causante de una podredumbre gris en las hojas.

Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum* o *Sclerotinia minor*): este procede del suelo, donde su micelio blanco ataca al tallo, provoca que la planta se marchite y muera rápidamente. Para el control de este es necesario hacer una buena desinfección del suelo.

En general para el control de estas tres enfermedades se deben medir los excesos de agua, ya que los fungicidas solo deben usarse como último recurso, para evitar la acumulación de residuos en las hojas, ya que este es un cultivo de ciclo muy acelerado. (FAO, 2002)

g) Cosecha. En el momento de la cosecha los principales índices de madurez utilizados son el tamaño del producto, la compactación de la cabeza o grado de arrellamiento y el tiempo transcurrido desde el trasplante, este último varía de acuerdo al cultivar utilizado, la zona de producción y a factores climáticos. El grado de compactación se determina presionando con la mano la cabeza de la lechuga y cuando se requiera de una fuerza moderada para comprimirla, es porque ya se encuentra lista para la cosecha. En la corta, se debe de tomar la lechuga con una mano y con un cuchillo filoso se corta a ras del suelo, se eliminan las hojas sucias, quemadas por el sol, enfermas y con cualquier otro daño. (Cerdas y Montero, 2004)

Como media se considera que para la cosecha de estas variedades deben haber transcurrido entre los 90 a 100 días y el máximo que podría durar son 2 meses antes de que se comience a dar la subida de la flor y se amarguen por la producción de látex. (Torres, 2002; citado por Cali, 2011)

2.2.13 Requerimientos edafoclimáticos de la lechuga

Los rangos de temperatura óptima de este cultivo varían, de acuerdo al estado fenológico en que se encuentra; durante la germinación, la temperatura ideal va de los 18-20 °C, en la fase de crecimiento los rangos varían de los 18-14 °C durante el día y de 5-8 °C durante la noche. En la fase del acogollado, la temperatura debe de ser aún menor, de 12 °C durante el día y de 3-5 °C durante la noche. (Axayacatl, 2012)

La lechuga es un cultivo que se adapta mejor a temperaturas bajas que altas, ya que la máxima temperatura que las variedades normalmente soportan son los 30 °C y la mínima es de 6 °C. (Casaca, 2005)

Según Suquilanda (1995), este es un cultivo que se logra desarrollar adecuadamente de los 2 500 a los 3 000 metros sobre el nivel del mar (msnm), sin embargo, lo ideal se encuentra entre los 2 200 y 2 600 m.s.n.m.

En cuanto a la humedad relativa, la óptima para este cultivo es de un 60 a 80 %, sin embargo, en algunos momentos puede que este rango sea menor al 60 % la lechuga al tener un sistema radicular muy reducido en comparación con la parte aérea provoca que las mismas sean sensibles a la falta de humedad. (Casaca, 2005)

Además, según Marschner (1995) citado por Delgado *et al* (2007), el exceso de humedad relativa afecta negativamente el desarrollo de este cultivo

debido a que se reduce la transpiración de las plantas y por lo tanto la absorción de nutrientes y reduce la tasa de crecimiento de este.

La lechuga requiere un suelo relativamente húmedo, por lo que las precipitaciones recomendadas para este cultivo varían desde los 1 200 a los 1 500 milímetros anuales, esto porque la falta de humedad reduce el crecimiento de la planta y desmejora la calidad de la producción. (Suquilanda, 1995)

Según Lucero (2012), durante su ciclo vegetativo el requerimiento del cultivo de la lechuga es de 250 a 350 mm, si existe un exceso de humedad en este es muy perjudicial, debido a que favorece la proliferación de enfermedades fungosas y bacterianas.

El factor luminosidad para la lechuga es de suma importancia, ya que es altamente demandante de esta y en caso de existir escases se producen hojas delgadas y provoca que de la cabeza se desplieguen las hojas. Además, la luminosidad también afecta la productividad, color, sabor y textura. (Barahona, 2000 y Lucero, 2012)

La lechuga es una planta que bajo condiciones de fotoperiodos largos (más de 12 horas) y altas temperaturas (más de 26 °C), emite su tallo floral, condición que es a un mayor para las variedades de hojas sueltas que para las de cabeza compacta. (Lucero, 2012)

Según Hydro Environment (2015), los niveles de iluminación óptimos para las plantas de lechuga son de 12 000 a 30 000 lux diarios.

Los requerimientos del cultivo en cuanto a suelo se basan en suelos aireados y con buena fertilidad, recomendable que sean nivelados y mecanizados o trabajados a una profundidad de 30 cm, esto con el fin de eliminar así fácilmente los excesos de humedad y evitar los encharcamientos, con el fin

de evitar condiciones propicias para la generación de enfermedades. (ProHuerta, 2013)

Según Casaca (2005), la lechuga no permite la sequía en ningún caso, este cultivo preferiblemente permite la humedad sin embargo las enfermedades pueden aparecer más fácilmente, además si el suelo es muy ácido es conveniente encalar, ya que el rango de pH óptimo se encuentra entre los 6,7 y 7,4.

2.2.14 Tipos de lechuga.

Según Cerdas y Montero (2004), las lechugas de acuerdo con su forma de crecimiento se pueden clasificar en tres tipos, que son las lechugas de cabeza, las de hoja suelta y los tipos cos. Las lechugas que forman cabeza o también llamadas “lechugas arrepolladas” son las que principalmente se encuentran en el mercado, las lechugas de hoja no forman una cabeza compacta y las lechugas cos son también llamadas orejonas, debido a que forman una cabeza ovalada que es intermedia entre la lechuga de cabeza y la de hoja suelta. (López, 2001; citado por Vega, 2013)

2.2.15 Variedades de lechuga.

Entre las variedades de lechuga se destacan:

a. Iceberg. De cogollos apretados y densos, semejantes a la col; carece casi por completo de sabor, pero goza de amplio uso por su crujiente textura y la facilidad para cortarla finamente. Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse en tanques hidropónicos. (Wikipedia, 2008)

b. Romana. De cogollo largo, con hojas aproximadamente lanceoladas, menos gruesas que las Iceberg, pero gruesas y crujientes. Se la conoce en España como oreja de mulo. (Wikipedia, 2008)

c. Francesa. De cogollo redondo, hojas finas y textura mantecosa; tiene un sabor delicado pero intenso. Se la conoce también como Boston (Wikipedia, 2008) d. Batavia. Similar a la francesa, de cogollo suelto, hojas rizadas y textura mantecosa. (Wikipedia, 2008)

e. De hojas sueltas. Grand Rapids WALDEMAN 'S STRAIN de porte grande, no forma cogollo con hojas sueltas, tipo de planta recostada arrugada, la forma de la hoja es crespada, de un color verde claro. La cosecha se produce a los 70 - 80 días. (Angulo, 2008)

2.3 Definiciones de términos básicos

Trichocastle

Es un producto agro biológico conformado por hongos habitante natural del suelo del género Trichoderma, caracterizado por un comportamiento saprofito o parasito, propiedades que benefician su actividad antagónica. Es considerado un colonizador secundario dado su frecuente aislamiento a partir de materia orgánica en descomposición, también es aislado comúnmente a partir de la superficie de raíces de varias plantas de madera y parasitando estructuras de diferentes hongos patógenos, debido a la competencia por nutrientes y micoparasitismo (Camargo, 2005).

Basu

Producto agro biológico del género Bacillus, bacteria promotora de crecimiento de plantas, habitan en la raíz que estimulan significativamente en el desarrollo de la planta (FAO, 2000)

Microorganismos Antagonistas

Los microorganismos antagonistas (bacterias, levaduras y hongos) tienen la capacidad de ejercer un efecto de control biológico sobre diferentes patógenos de interés y se han empleado para controlar diversas enfermedades en frutos y vegetales (De Costa y Erabadupitiya, 2005; Wisniewski y Wilson, 1992)

Promotores del Crecimiento

Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal, que se conoce como PGPR. Estos microorganismos son habitantes de la rizosfera y dentro de sus funciones participan favoreciendo el desarrollo radicular, la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo del suelo, la producción de ácidos orgánicos que estimulan la solubilidad de varios nutrientes indispensables para las plantas (Puente *et al.*, 2010)

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Si se inocula Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tiene efecto significativo en el crecimiento y rendimiento en condiciones de azotea.

2.4.2 Hipótesis específica

HE1: Si se inocula Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tiene efecto significativo en el crecimiento (la altura de planta, diámetro de la cabeza)

HE2: Si inoculan Microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tiene efecto significativo en el rendimiento (peso de la cabeza, número de hojas).

2.5 Identificación de variables.

a) **Variable independiente**

Microorganismos eficientes (EM)

Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. asperellum*).

Basu (*Bacillus subtilis*)

b) **Variable dependiente**

Crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga variedad romana

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

Operacionalización de las variables.

VARIABLES	SUB VARIABLES	INDICADORES
Variable Independiente Microorganismo eficiente Basu Trichocastle	Agrobiológicos	Microorganismo eficiente (T1) Basu (T2) Trichocastle (T3) Dosis de aplicación: T1 = 300 ml T2 = 300 ml T3 = 300 g T4= Testigo sin aplicación
Variable Dependiente El cultivo de Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) variedad romana	Manejo agronómico en azotea	Crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga variedad romana.

Fuente: Elaboración propia 2018

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

La investigación es tipo experimental, porque la variable independiente (Microorganismos eficientes, Basu y Trichocastle), se somete a determinadas condiciones para observar los efectos que realizará en la variable dependiente (crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga variedad romana)

3.2 Métodos de investigación.

Los métodos empleados durante el desarrollo de la investigación fueron:

Método científico: Considerado con sus procedimientos de: planteo del problema de investigación, construcción del aspecto teórico, deducción de secuencias particulares, prueba de hipótesis y conclusiones.

Método documental y bibliográfico: Consistió en tomar información de datos estadísticos con respecto a los indicadores a evaluar en el cultivo de lechuga, las mismas que nos sirvieron para revisar artículos científicos publicados por organismos especializados en el tema.

Método estadístico: Considerado con el fin de recopilar, organizar, codificar, tabular, presentar, analizar e interpretar los datos obtenidos en la muestra de estudio durante la investigación.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño experimental empleado fue, Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones. Se utilizaron tres líneas de 20 plantas cada uno; cada línea se dividió en cuatro partes para evaluar 3 tratamientos de los inoculadores que actuaron en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (Microorganismo eficiente, Trichocastle y Basu), 1 testigo (Grupo control). Cada tratamiento experimental quedó distribuido con 15 plantas. Cuyo modelo matemático lineal fue el siguiente:

a) Modelo matemático o lineal. Cada observación del experimento es expresada mediante una ecuación lineal en los parámetros, el conjunto conforma el modelo para el diseño completo al azar:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Es la expresión del cultivo de la lechuga

μ = Es la media de la población.

α_i = Efectos de los tratamientos (inoculación de agrobiológicos)

e_{ij} = Es el efecto del error.

Tabla 2

Análisis de varianza

Fuente de Varianza (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)
Tratamientos	(t-1)
Error experimental	t (r-1)
Total	tr-1

Fuente: Elaboración propia 2018

3.4 Población y muestra

a) Población. Estuvo constituido por toda la población de plantas de lechuga variedad romana que se emplearon en el experimento (60 plantas)

b) Muestra. Estuvo constituido por 9 plantas de lechuga variedad romana por cada unidad experimental, haciendo un total de 36 plantas.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entre las técnicas e instrumentos que se emplearon en la presente investigación fue:

a) Observación directa o sistemática. - El cultivo de lechuga al ser inoculado por los agrobiológicos, fue observado en tiempo para conocer su respuesta en cuanto al crecimiento y rendimiento. Se usaron la cámara fotográfica.

b) Ficha de registro de datos de los indicadores en estudio. - Se registraron los datos de las variables en estudio del proyecto tal como se presenta durante el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga. Se usaron el cuaderno de campo y tabla de registro.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Las técnicas y procesamiento de datos se efectuaron con el paquete Estadístico InfoStat, y prueba de comparación múltiple de Duncan.

3.7 Tratamiento estadístico.

Los tratamientos en estudios fue la inoculación de los agrobiológicos (Microorganismo eficiente, Trichocastle, Basu), para obtener respuesta en el crecimiento y rendimiento de la lechuga, se indica en la tabla 3

Tabla 3

Inoculación de los agrobiológicos en estudio.

Trat.	Agrobiológicos	Dosis		Número de plantas evaluadas en cada tratamiento
		Aplicaciones		
T1	Microrganismos Eficiente (EM)	300 ml	2	9
T2	Basu	300 ml	2	9
T3	Trichocastle	300 g	2	9
T4	Testigo (sin aplicación)	-----	-----	9

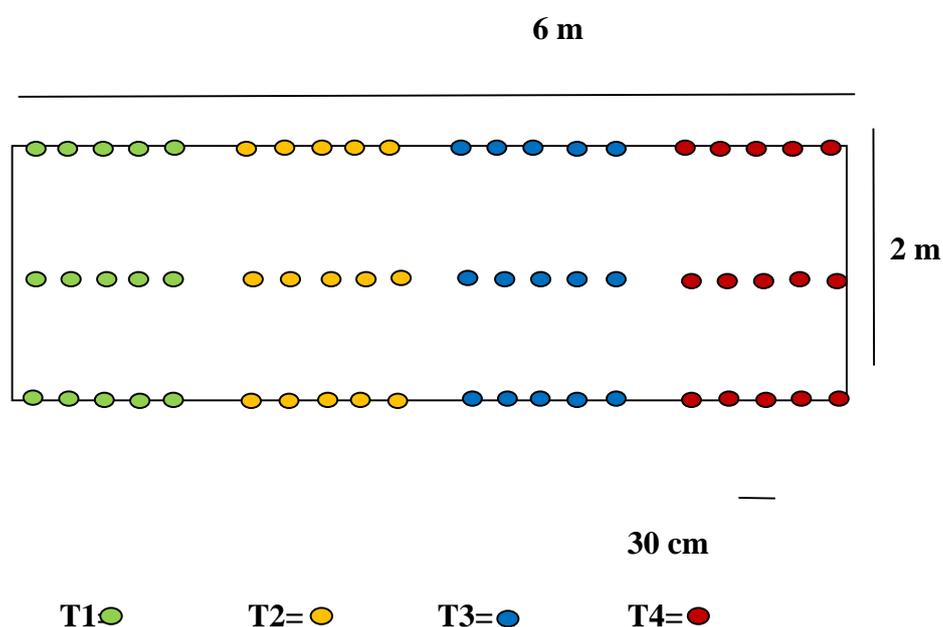
Fuente: Elaboración propia 2018

a) características del experimento

Área de la Parcela	: 3 m ² .
Largo de la Parcela	: 1,5 m
Ancho de la Parcela	: 2 m
Área Total Experimental	: 12 m ²
Largo de la parcela	: 6 m

Ancho de la parcela	: 2 m
Distanciamiento entre planta	: 30 cm
Distanciamiento entre surco	: 1 m
Número de plantas/línea	: 5
Número de línea /parcela	: 3

b) Croquis del experimento



Fuente: Elaboración propia 2018

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

El trabajo de investigación por su naturaleza de ser experimental y por desarrollarse en azotea, la tabla de registro, los datos de campo fueron validados por el asesor y los miembros de jurados de la tesis durante la supervisión de la misma.

3.9 Orientación ética

Se adjudicó los principios éticos, primero informando el propósito de la

investigación, solicite el permiso, observe y cumpla con normativas de la UNDAC, garantizando la confidencialidad, no revelando identidad ni identificar quienes proporcionaron información, asimismo solicite a los participantes proporcionen su consentimiento explícito de su colaboración, sin criterios de exclusión arbitraria con el fin de obtener informar sin presiones para posteriormente efectuar una crítica fundada y objetiva de los resultados y de ser el caso, proponer cambios sustanciales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Productos agrobiológicos (Microorganismo eficiente, Basu y Trichocastle)

Los productos agrobiológicos se adquirió mediante compra a la empresa Organic Product, la frecuencia de aplicación fue en dos momentos, la primera en las bandejas (Microorganismo eficiente 50 ml, Basu 50 ml y Trichocastle 50 g y la segunda a los 12 días después del trasplante (Microorganismo eficiente 250 ml, Basu 250 ml y Trichocastle 250 g)

4.1.2 Procedimiento experimental

- a) **Demarcación del área.** La demarcación del área en el techo se realizó según el distanciamiento propuesto para las líneas y bloques de cada parcela experimental.
- b) **Siembra en almácigo.** La siembra se realizó en cubetas de plástico de 0,30 x 0,40 m con el sustrato guano de carnero completamente descompuesto.
- c) **Trasplante.** En esta labor, se tuvo en cuenta la altura de planta (0,08 cm) y

que presentaron 3 hojas para realizar el trasplante.

- d) **Riego.** En el almacigo, el riego se realizó una vez al día (por la mañana) y una vez instaladas las plantas de lechugas los riegos fueron dos veces por día (en la mañana y en la noche).
- e) **Deshierbo.** Se realizó de acuerdo como se presentó la presencia de malas hierbas. En almacigo y después del trasplante una vez por semana.

4.1.3 Datos a registrar

Se registraron los datos de las variables en estudio del proyecto tal como se presentó durante el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga.

4.1.3.1 Crecimiento de la lechuga

- a) **Altura de planta.** Se evaluaron en dos momentos del desarrollo del cultivo la altura de la planta (20 y 90 días después del trasplante), tomando las 9 plantas por tratamiento y se utilizó una cinta métrica para medir desde la altura del cuello hasta la parte terminal de la planta y se expresó en centímetros (cm).
- b) **Diámetro de la cabeza de la planta.** Se registró en dos momentos del desarrollo del cultivo el ancho de la cabeza (20 y 90 días después del trasplante), tomando 9 plantas por tratamiento y se utilizó una cinta métrica para medir su diámetro de la planta y se expresó en centímetros (cm).

4.1.3.2 Rendimiento de la lechuga

- a) **Números de hojas a la cosecha.** Se desarrolló tomando las 9 plantas por tratamiento al momento de la cosecha y se contó todas las hojas de cada planta
- b) **Peso de planta por tratamiento.** Se pesaron 9 plantas de cada

tratamiento, para lo cual se usó una balanza, la que se expresó en gramos (g).

4.1.4 Materiales

a) Materiales de campo.

- Letreros
- Pala
- Recipientes de plásticos (Baldes)
- Guantes de plásticos
- Cinta métrica
- Mochila
- Sustrato orgánico (guano de ovino)
- Tablas de maderas
- Ladrillos

b) Materiales de escritorio.

- Libreta de campo
- Lápiz
- Plumones
- Bolígrafos

c) Material biológico.

- Semillas de Lechuga variedad Romana
- Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*)
- Microorganismo eficiente (EM) y Basu (*Bacillus subtilis*)

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Crecimiento de la lechuga

a) Altura de planta a los 20 días después del trasplante

En la tabla 4, en el análisis de varianza altura de planta a los 20 días después del trasplante, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c < F_t$, por lo tanto, se acepta la H_0 , de igualdad entre tratamientos por ser no significativo. Con coeficiente de variabilidad de 14,56 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 4

Análisis de varianza de altura de planta a los 20 días

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	13,42	4,47	1,36	2,90	4,46	ns
Error	32	105,56	3,3				
Total	35	118,97					

C.V. 14,56 %

Tabla 5

Prueba de Duncan de altura de planta a los 20 días

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
		0,05
T2	13,33	A
T3	12,67	A
T4	12,22	A
T1	11,67	A

En la tabla 5 basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia de 0,05 no presentan diferencias estadísticas significativas. Al nivel de significancia de 0,05 los tratamientos en estudio no muestran diferencias significativas; el tratamiento T2 alcanzo mayor altura de planta ocupando el primer lugar en referencia a los tratamientos T4 (testigo) y T1 que ocupo el último lugar. Siendo el mejor tratamiento el T2 con 13,33 cm de altura de planta con la aplicación del agrobiológico Basu con 300 ml/3 L de agua.

En la Figura 1, altura de planta a los 20 días después del trasplante, en promedio fue desde 11,7 cm hasta 13,3 cm siendo inferior el T1 (Microorganismos eficientes) con respecto al T2 (Basu) y demás tratamientos en estudio.

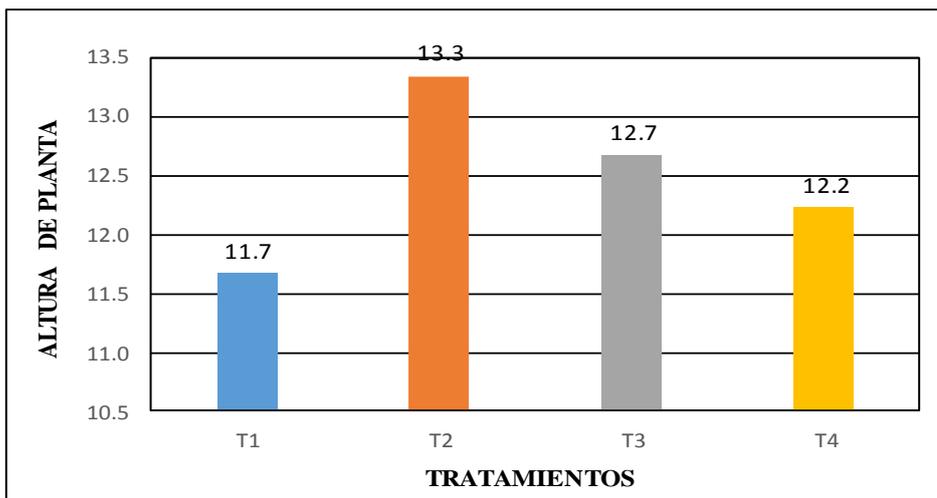


Fig. 1 Altura de planta a los 20 días después del trasplante

b) Altura de planta a los 90 días después del trasplante

En la tabla 6, en el análisis de varianza altura de planta a los 90 días después del trasplante, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c > F_t$, por lo tanto, presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente en ambos niveles de significancia. Con coeficiente de variabilidad de 7,1 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 6

Análisis de varianza de altura de planta a los 90 días

F.V.	gl	SC	CM	Fc	FT		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	26,97	8,99	8,46	2,40	4,46	**
Error	32	34	1,06				
Total	35	60,97					

C.V. 7,1 %

Tabla 7

Prueba de Duncan de altura de planta a los 90 días

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
		0,05
T3	15,78	A
T1	14,56	B
T2	14,44	B
T4	13,33	C

En la tabla 7 basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia de 0,05 presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Al nivel de significancia de 0,05 el tratamiento T3 muestra diferencia significativa con los tratamientos T1, T2 y T4 alcanzando mayor altura de planta y ocupando el primer lugar en referencia al tratamiento T4 (testigo) que ocupó el último lugar; los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencias significativas. Siendo el mejor tratamiento el T3 con 15,78 cm de altura de planta con la aplicación del agrobiológico Trichocastle con 300 g/3 L de agua.

En la Figura 2, altura de planta a los 90 días después del trasplante, en promedio fue desde 13,3 cm hasta 15,8 cm siendo inferior el T4 (testigo) con respecto al T3 (Trichocastle) y demás tratamientos en estudio.

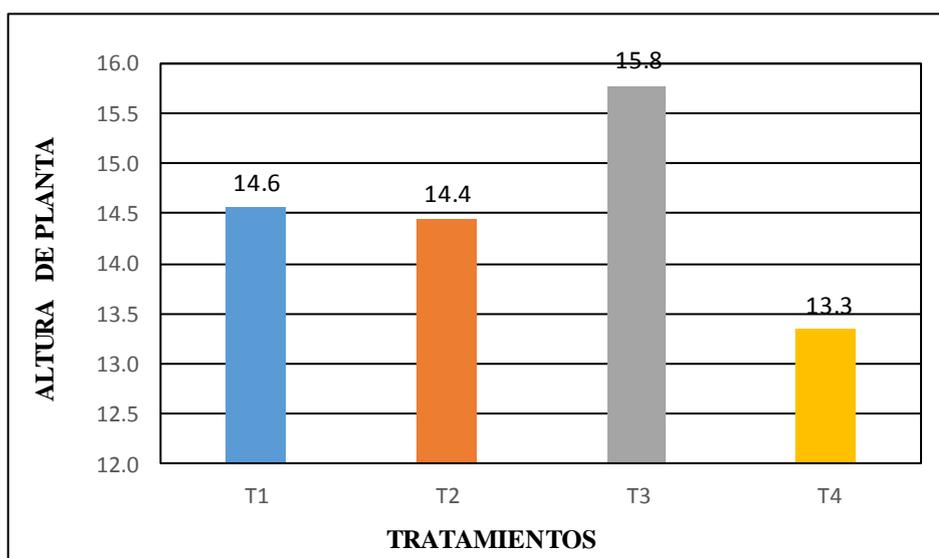


Fig. 2 Altura de planta a los 90 días después del trasplante

c) **Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días después del trasplante**

En la tabla 8, en el análisis de varianza de diámetro a los 20 días después del trasplante, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c < F_t$, por lo tanto, se acepta la H_0 , de igualdad entre tratamientos por ser no significativo. Con coeficiente de variabilidad de 13,25 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 8

Análisis de varianza del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	2	0,67	0,16	2,40	4,46	ns
Error	32	130,22	4,07				
Total	35	132,22					

C.V. 13,25 %

Tabla 9

Prueba de Duncan del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días

Tratamientos	Diámetro de la cabeza (cm)	Significación
		0,05
T4	15,56	A
T3	15,33	A
T2	15,00	A
T1	15,00	A

En la tabla 9, basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia de 0,05 no presentan diferencias estadísticas significativas.

Al nivel de significancia de 0,05 los tratamientos en estudio no muestran diferencias significativas; el tratamiento T4 (testigo) presenta el primer lugar en referencia a los tratamientos T2 y T1 que ocupó el último lugar. Siendo el tratamiento el T4 que presentó 15,56 cm de diámetro de la cabeza de la lechuga sin la aplicación de los agrobiológicos en estudio.

En la Figura 3, diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días después del trasplante, en promedio fue desde 15,00 cm hasta 15,6 cm siendo inferior el T1 (Microorganismos eficiente) y T2 (Basu) con respecto al T4 (Testigo) y demás tratamientos en estudio.

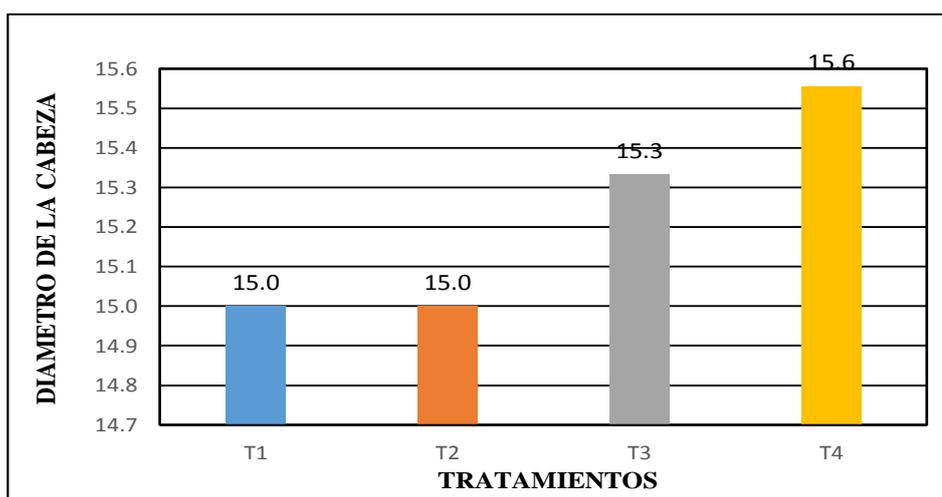


Fig. 3 Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días después del trasplante

d) Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días después del trasplante

En la tabla 10, en el análisis de varianza de diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días después del trasplante, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c > F_t$, por lo tanto, presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente en ambos niveles. Con coeficiente de variabilidad de 9.27 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 10

Análisis de varianza del diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	218,08	72,69	26,17	2,40	4,46	**
Error	32	88,89	2,78				
Total	35	306,97					

C.V. 9,27 %

Tabla 11

Prueba de Duncan de diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días

Tratamientos	Diámetro de la cabeza (cm)	Significación
		0,05
T1	21,67	A
T3	18,33	B
T2	17,00	B
T4	14,89	C

En la tabla 11, basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia al 0,05 presentan diferencias altamente significativas.

Al nivel de significancia de 0,05 el tratamiento T1 muestra diferencia significativa con los tratamientos T3, T2 y T4 alcanzando mayor diámetro de la cabeza de la lechuga ocupando el primer lugar en referencia al tratamiento T4 (testigo) que ocupó el último lugar. Los tratamientos T3 y T2 no muestran diferencias significativas. Siendo el mejor tratamiento el T1 con 21,67 cm de diámetro de la cabeza de la lechuga con la aplicación del agrobiológico Microorganismos Eficiente (EM) con 300 ml/3 L de agua.

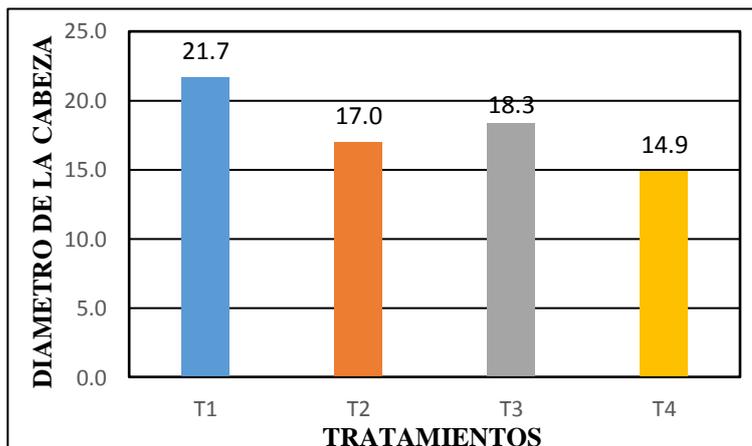


Fig. 4 Diámetro de la cabeza a los 90 días después del trasplante

En la Figura 4, diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días después del trasplante, en promedio fue desde 14,9 cm hasta 21,7 cm siendo inferior el T4 (Testigo) con respecto al T1 (Microorganismos eficiente) y demás tratamientos en estudio.

4.2.2 Rendimiento

a) Número de hojas de la lechuga a la cosecha

En la tabla 12, en el análisis de varianza de número de hojas a la cosecha, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c > F_t$, por lo tanto, presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente en ambos niveles. Con coeficiente de variabilidad de 5,3 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 12

Análisis de varianza de número de hojas de la lechuga a la cosecha

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	192,31	64,1	113,96	2,40	4,46	**
Error	32	210,3118	0,56				
Total	35						

C. V. 5,3 %

Tabla 13

Prueba de Duncan de número de hojas de la lechuga a la cosecha

Tratamientos	Número de hojas	Significación
		0,05
T3	16,22	A
T1	15,11	B
T2	15,00	B
T4	10,22	C

En la tabla 13, basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia del 0,05 presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Al nivel de significancia de 0,05 el tratamiento T3 muestra diferencia significativa con los tratamientos T1, T2 y T4 alcanzando mayor número de hojas de la lechuga ocupando el primer lugar en referencia al tratamiento T4 (testigo) que ocupó el último lugar. Los tratamientos T1 y T2 no muestran diferencias significativas. Siendo el mejor tratamiento el T3 con 16,22 número de hojas de lechuga a la cosecha con la aplicación del agrobiológico Trichocastle con 300 g/3 L de agua.

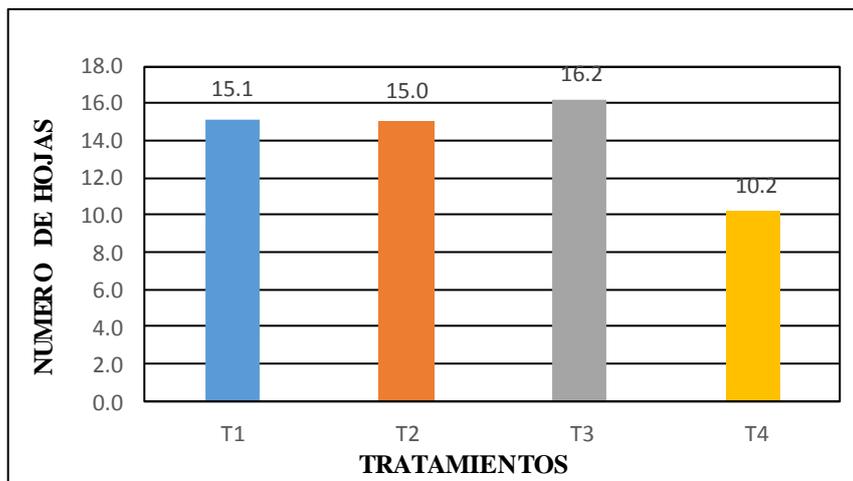


Fig. 5 Número de hojas de la lechuga a la cosecha

En la Figura 5, el número de hojas de la lechuga a la cosecha, en promedio fue desde 10,2 hasta 16,2 siendo inferior el T4 (Testigo) con respecto al T3 (Trichocastle) y demás tratamientos en estudio.

b) Peso de la lechuga por cabeza

En la tabla 14, en el análisis de varianza de peso de la lechuga por cabeza, se refiere a la significación del valor “F” para tratamiento. La significancia para tratamientos la $F_c > F_t$, por lo tanto, presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos, o que por lo menos uno de los tratamientos tiene promedio diferente estadísticamente significativo en ambos niveles de significancia. Con coeficiente de variabilidad de 15,2 % lo cual según Calzada nos indica confiabilidad en los resultados.

Tabla 14

Análisis de varianza del peso de la lechuga por cabeza

F.V.	gl	SC	CM	Fc	Ft		NS
					0,05	0,01	
Tratamientos	3	52119,44	17373,15	25,61	2,40	4,46	**
Error	32	21711,11	678,47				
Total	35	73830,56					

C. V. 15,2 %

Tabla 15

Prueba de Duncan del peso de la lechuga por cabeza

Tratamientos	Peso de la lechuga por cabeza (g)	Significación
		0,05
T3	214,44	A
T1	181,11	B
T2	180,00	B
T4	110,00	C

En el cuadro 15, basados en la salida dada por la Prueba de Duncan, se puede confirmar que los tratamientos al nivel de significancia del 0,05 presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Al nivel de significancia de 0,05 el tratamiento T3 alcanzo mayor peso de la lechuga por cabeza ocupando el primer lugar en referencia al tratamiento T4 (testigo) que ocupo el último lugar. Siendo el mejor tratamiento el T3 con 214,44 g por cabeza de la lechuga con la aplicación del agrobiológico Trichocastle con 300 g/3 L de agua.

En la Figura 6, peso de la lechuga por cabeza, en promedio fue desde 110 g hasta 214,4 g siendo inferior el T4 (Testigo) con respecto al T3 (Trichocastle) y demás tratamientos en estudio.

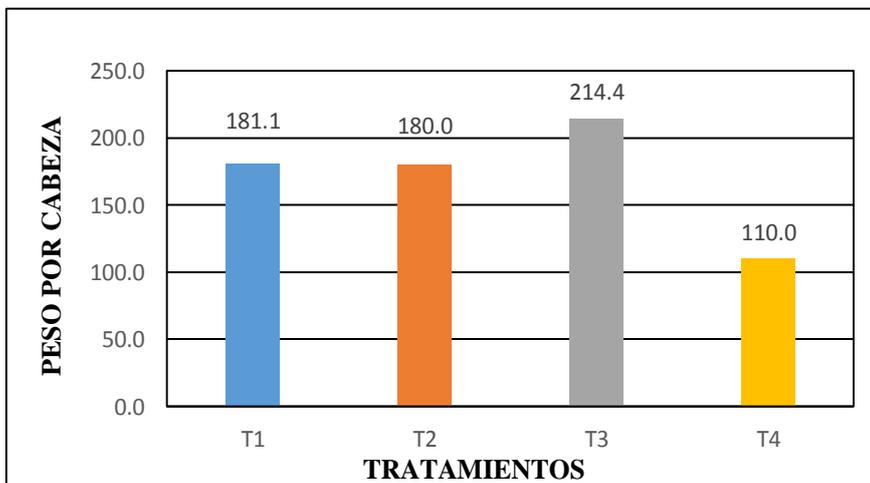


Fig. 6 Peso de la lechuga por cabeza

c) **Rendimiento por tratamientos.**

Tabla 16

Rendimiento de la lechuga kilogramo por hectárea

Tratamientos			
T1	T2	T3	T4
13 583,33	13 500	16 083	8 250

Se afirma que, el tratamiento T3 con la inoculación de Trichocastle con 420 g/3 L de agua alcanzó los mejores resultados produciendo 16 083 kilogramos de lechuga por hectárea ocupando el primer lugar, seguido del tratamiento T1 con Microorganismos eficientes (EM) con un rendimiento de 13 583,33 kilogramos por hectárea, quedando en el último lugar el tratamiento T4 testigo sin inoculación con solo 8 250 kilogramos de lechuga por hectárea. Los resultados nos indican que cuando se inoculan Trichocastle se consigue mayor rendimiento.

4.3 Prueba de hipótesis

HE1: Si se inocula Microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tiene efecto significativo en el crecimiento (la altura de planta, diámetro de la cabeza)

Contrastando la hipótesis podemos mencionar que el valor p encontrado para altura de planta y diámetro de la cabeza a los 90 días fue menor y que cuando $p < 0,05$ el resultado es significativo, es decir, rechazamos la hipótesis nula. Esto significa que existe menos de un 5 % de probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta en nuestra población.

HE2: Si inoculan Microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tiene efecto significativo en el rendimiento (peso de la cabeza, número de hojas).

Contrastando la hipótesis podemos mencionar que el valor p encontrado para peso de la cabeza y número de hojas fue menor y que cuando $p < 0,05$ el resultado es significativo, es decir, rechazamos la hipótesis nula. Esto significa que existe menos de un 5 % de probabilidad de que la hipótesis nula sea cierta en nuestra población.

4.4 Discusión de los resultados

4.4.1 Crecimiento de la lechuga

a) Altura de planta a los 20 días después del trasplante

Comparando con los resultados de la investigación con lo obtenido por **Pomboza et. al (2006)** al evaluar a los 35 días el uso del biol al 6 % y frecuencia de 8 días obtuvo altura de plantas con valores promedios de 10,09 cm; son resultados inferiores a lo encontrado en la investigación debido a que se inoculo agrobiológicos en las bandejas germinadoras, promoviendo la secreción de fitohormonas (auxinas) estimulando el crecimiento y desarrollo de las plantas. (**Tejera et. al 2011; Harman et. al 1999**)

b) Altura de planta a los 90 días después del trasplante

Comparando los resultados de la investigación con lo obtenido por **Ríos et al (2001)**, donde manifiestan que la altura de planta obtenido a la cosecha utilizando fertilización fue de 25,8 cm en promedio, por otro lado, **López (2014)** aplicando Fosfonato de Calcio Boro a las plantas de lechuga de la variedad Greak Lakes 659 obtuvo 25,40 cm de altura de planta a la cosecha,

son resultados superiores a lo encontrado en la investigación debido a que se utilizó agrobiológicos durante el desarrollo del cultivo de la lechuga.

c) Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días después del trasplante

Estos resultados nos permiten darnos cuenta que los agrobiológicos inoculados a la lechuga a los 20 días después del trasplante no muestran una diferencia en relación al diámetro de la cabeza ya que todos los promedios encontrados son valores similares.

d) Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días después del trasplante

Comparando los resultados de la investigación con lo obtenido por **Mendoza et al (2014)**, donde manifiestan que el diámetro de cabeza de ocho variedades de lechuga tipo Romana obtenido a la cosecha desarrollando ecológicamente fue de 8,5 a 18 cm en promedio, así mismo **Gonzales (2013)** utilizando cuatros abonos orgánicos aplicados a la variedad White Boston en Huancavelica el diámetro de la cabeza de la lechuga fue con el Guano de isla con promedio de 17,24; por otro lado, **Ríos et. al (2001)** aplicando fertilización química a las plantas de lechuga el diámetro que obtuvo fue de 10,8 a 15,2 cm a la cosecha. Los resultados obtenidos por los autores citados son inferiores a lo encontrado en la investigación debido a que se inoculo agrobiológicos durante el desarrollo del cultivo de la lechuga, permitiendo posesionarse en la rizosfera donde los microorganismos sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas que promueven el crecimiento, rendimiento y calidad de las plantas. (**Reyes, 2008; Higa, 2003**)

4.4.2 Rendimiento

a) Número de hojas de la lechuga a la cosecha

Comparando los resultados de la investigación del autor **Gonzales (2013)** utilizando cuatros abonos orgánicos aplicados a la variedad White Boston en Huancavelica el número de hojas por planta fue con el Guano de isla con promedio de 16,58 y lo obtenido por **Rojas (2013)**, donde manifiesta que aplicando fertilizantes Fosfonato de Calcio el número de hojas de la variedad Great Leakes 659 obtenido a la cosecha fue de 16,4 en promedio, por otro lado, **López (2014)** aplicando Fosfonato de Calcio Boro a las plantas de lechuga el número de hojas que obtuvo fue de 22,1 en promedio a la cosecha. Los resultados son mayores a lo encontrado en la investigación realizada en Tarma solamente cuando se aplicó el Fosfonato de calcio con la adición del boro; sin embargo, cuando se inoculan los agrobiológicos en la investigación permite reducir la contaminación ambiental y obtener productos libres de agroquímicos, se mejora la microbiología del suelo y se tiene un "efecto auxina", que permite el desarrollo de raíces laterales en las plantas y esto se traduce en un mayor crecimiento. (**Aparicio et al., 2012; Pichael, 2011**)

b) Peso de la lechuga por cabeza

Comparando los resultados de la investigación **Gonzales (2013)** utilizando cuatros abonos orgánicos aplicados a la variedad White Boston en Huancavelica el peso con el Guano de isla fue mayor con 0,167 g en promedio, **Rojas (2013)** aplicando el Fosfonato de Calcio a la variedad de lechuga Great Leakes 659 en Lamas se obtuvo el peso de 171,4 g en promedio, así mismo **López (2014)** aplicando Fosfonato de Calcio Boro a

la variedad de lechuga Great Leakes 659 en Lamas consiguió el peso de 133,5 g en promedio. Confirmamos que estos resultados citados por los autores son inferiores a lo conseguido en la investigación en Tarma en referencia al peso de la lechuga que fue de 214,44 g en promedio. Por otro lado, los autores **Zaldívar et. al (2009)** donde emplearon abonos orgánicos y urea en el rendimiento de lechuga con peso de 740 g y **Ríos et. al (2002)** donde emplearon fertilización química a plantas de lechuga obteniendo el peso de 248 a 386,40 g en promedio, estos resultados citados por los autores son superiores a lo conseguido en la investigación en Tarma con agrobiológicos.

c) Rendimiento por tratamientos

Comparando los resultados de la investigación con lo obtenido por **Romero (2003)** donde utilizando niveles de humus de lombriz obtuvo rendimiento de 5 490 kg/ha; así mismo **Gonzales (2013)** utilizando cuatros abonos orgánicos aplicados a la variedad White Boston en Huancavelica el rendimiento mayor fue con el Guano de isla con promedio de 13 205 kg/ha Confirmamos que los autores citado encontraron menor rendimiento en referencia a la investigación realizada en Tarma con agrobiológicos, habiendo influido las condiciones climáticas y la facilidad de Trichocastle en descomponer rápidamente la materia orgánica quedando disponible para que la planta lo pueda aprovechar. Así mismo el mecanismo de acción de Trichocastle que tiene un efecto bioestimulante que se expresa en toda la planta durante su desarrollo, coincidiendo con los autores. (**Harman, 1999; Pérez et. al., 2012**); cabe mencionar que autores que han aplicado fertilización química como **Rojas (2013)**, en la variedad Great Lakes 659

obtuvo rendimiento de 17 081,25 kg/ha; así mismo **Ríos et. al (2002)** en las variedades de lechuga consiguieron rendimientos de 12 000 a 25 000 kg/ha estos resultados de rendimientos en promedio fue mayor en comparación con el trabajo de investigación que solamente se inoculo agrobiológicos.

CONCLUSIONES

1. La inoculación de los agrobiológicos en la lechuga variedad romana, durante su crecimiento con respecto a la altura de planta a los 20 días después del trasplante los tratamientos en estudio no mostraron diferencia estadística significativa, mientras que a los 90 días el tratamiento T3 (Trichocastle) a la dosis de 300 g/3 L de agua obtuvo mayor altura de planta con respecto al testigo y demás tratamientos en estudio. El diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio y a los 90 días el tratamiento T1 (Microorganismos eficientes) a la dosis de 300 ml/3 L de agua fue superior a los demás tratamientos.
2. En cuanto al rendimiento de la lechuga con la inoculación de los agrobiológicos, el número de hojas, peso y rendimiento de la lechuga por cabeza el tratamiento T3 (Trichocastle) a la dosis de 300 g/3 L de agua fue superior con respecto al testigo y demás tratamientos en estudio.

RECOMENDACIONES

1. Usar el producto Trichocastle porque tiene efecto sobre el crecimiento y rendimiento de la lechuga a la dosis de 300 g/3 L de agua.
2. Realizar investigaciones con mayores comparativos para corroborar las tendencias de estos resultados y poder detectar factores de producción diferencial en un sistema de producción orgánica.
3. Techar el ambiente a fin de proteger el cultivo instalado evitando el calentamiento y evaporación del agua por acción de la energía solar.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez S. (2009). *Azoteas verdes, una opción rentable*. Consultado el 27 de enero del 2016. Disponible en:
http://www.circuloverde.com.mx/artman2/publish/materiales/Azoteas_Verdes_una_opcin_RENTABLE.shtml.
- Alkhader, A.; Rayyan, A; Rusan, M. 2013. *The effect of phosphorus fertilizers on the growth and quality of lettuce (Lactuca sativa L.) under greenhouse and field conditions. Journal of Food, Agriculture & Environment*. 11 (2): 777-783.
- Akca, Y. y Ercisli S. (2010). *Effect of plant growth Promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on fruit quality in sweet cherry (Prunus avium L.)*. Ziraat. Journal of Food, Agriculture and Environment 8(2); 769-771
- Angulo, M. C. M. (2008) *Producción de Lechuga*. [www.monografias.com/producción-lechuga/produccion-lechuga2.shtml](http://www.monografias.com/produccion-lechuga/produccion-lechuga2.shtml)
- Aparicio, L., Ibáñez, C., Matos, G., Peñaloza, C. (2012). *Efecto de Trichoderma spp. en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la lechuga (Lactuca sativa l.) T. harzianum, T. koningiopsis y T. asperellum*. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal.
- Axayacatl, O. (2012). *Horticultura efectiva: requerimientos climáticos de la lechuga* (en línea). Blog de Horticultura. Consultado el 24 de agosto del 2016. Disponible en:
<http://www.horticulturaefectiva.net/requerimientos-climaticos-de-la-lechuga.html>
- Barahona M. (2000). *Materia de horticultura*. Escuela politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. LASA. Ecuador.
- Biamonte, P.; Escoto, A.; Jiménez, R.; Sterling, F.; Subiros, F. (1984). *Olericultura*. Editorial, UNED (Universidad Estatal a Distancia). San José, Costa Rica. 512 p.
- Cali, V.C. (2011). *Efecto del estiércol de lombriz (Eisenia foetidia L.) en la producción*

- de cuatro cultivares de lechuga (lactuca sativa L.)*. Documento de tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de ingeniería en agronomía. Riobamba, Ecuador.
- Camargo, H. (2005). *Evaluación en campo de la incidencia de Rhizoctonia solani en arroz (Oriza sativa)*, luego de la inoculación en semilla de un formulado comercial a base del antagonista *Trichoderma harzianum*.
- Carzola, A. (2010). *Estudio bioagronómico de catorce cultivares de lechuga tipo mantecosa (lactuca sativa L.) en el cantón de Riobamba, provincia de Chimborazo*. Documento de tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Escuela de ingeniería en agronomía. Ecuador.
- Casaca, A. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de la lechuga* (en línea). Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, Promosta. Consultado el 24 de agosto del 2016. Disponible en:
<http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2792/lechuga.pdf>
- Casanova, E.; Sánchez, P.; Segarra, G.; Borrero, C.; Avilés, M.; Trillas, M. I. (2005). *Beneficios del uso en la agricultura de agentes de control biológico. Trichoderma asperellum cepa T34 Biocontrol Technologies, S.L., Parc Científic de Barcelona, C/Baldiri Reixac. 15-21.*
- CENTRO DE DESARROLLO DE AGRONEGOCIOS (CDA) (2002). *Uso de Trichoderma*. Boletín técnico de producción N° 30. Cuba.
- Cerdas, M. y Montero, M. (2004). *Guías técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco*. San José, Costa Rica. MAG. 72p.
- Cupull S. R, Andreu R. C. M, Pérez N. C., Delgado P. Y. & Cupull S. M. (2003). *Efecto de Trichoderma viride como estimulante de la germinación, en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de Rhizoctonia solani Kuhn*) Revista Centro

- Agrícola N°1 La Habana. 464 pp.
- Cruz A. Magdalena y Cisterna O. V. (1998). *Control integrado de Phytophthora capsici en pimiento y efecto de hongos antagonistas sobre el crecimiento de las plantas*. Agricultura técnica (Chile) 58 (2); 81 -92
- Choudhary D. K, Bhavdish N. J. (2009). *Interactions of Bacillus spp. and plants- UIT special reference to induced systemic resistance (ISR)*. Microbiological Research; 164:493-513.
- Davis, R.M.; Subbarao, K.V.; Raid, R.R. y Kurtz E.A. (2002). *Plagas y enfermedades de la lechuga*. Edición en español. Editorial: Mundi Prensa. Madrid, España. 102 p.
- De Costa, D. M., and Erabadupitiya, H. R.U. T. (2005). *An integrated method to control postharvest diseases of banana using a member of the Burkholderia cepacia complex*. Postharvest Biology and Technology; 36:31-39
- Donoso E.; Lobos G.; Rojas N. (2008). *Efecto de Trichoderma harzianum y compost sobre el crecimiento de plántulas de Pinus radiata en vivero*. Bosque 29 (1); 52-57.
- Druzhinina I, Kubicek C. P. (2005). *Species concepts and biodiversity in Trichoderma and Hypocrea: from aggregate species to species Clusters*. Zhejiang. Univ Sci B. (2): 100-12
- Druzhinina I. S, Seidl-Seiboth V, Herrera-Estrella A, Horwitz BA, Kenerley CM, Monte E. (2011). *Trichoderma: the genomics of opportunistic success*. Nat Rev Microbiol.: 9(10):749–759.
- EM Organization Inc. (EMRO Europe). (2008). *“Informaciones sobre EM” Europe Branch Office Sucursal en España www.emroeuropa.com*
- Food y Agriculture Organization (FAO). (2002). *El cultivo protegido en clima Mediterráneo*. Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación.

Roma. 344 p.

Fernández, M. (2008). *Aplicación del EM - 1 en diferentes cultivos*. Suing Agro y NUTRIKALC PLUS.

Fritze, D., (2004). *Taxonomy of the genus Bacillus and related genera: The aerobic endospore-forming bacteria*. *Phytopathology* 94,1245-1248

Galván, G.; García, M. y Rodríguez, J. (2008). *Lechuga, cultivo de hoja*. Facultad de Agronomía. Curso de Horticultura.

González S.; Rodríguez L.; Arjona C.; Puertas A.; Fonseca M. (1999). *Efecto de la aplicación de Trichoderma harzianum sobre la composición cuantitativa de bacterias, hongos y actinomicetos de la rizósfera de solanáceas y su influencia en el crecimiento vegetativo*. *Investigación Agropecuaria: Producción y protección vegetal*. Vol. 14; 1-2.

Gudiña V. (2009). *Jardines en azoteas podrían ayudar a combatir la contaminación*. Consultado el 12 de enero 2016. Disponible en: <http://elblogverde.com/jardines-en-azoteas-podrian-ayudar-a-combatir-la-contaminacion/> .

Guigón L. C.; González G. P. (2004). *Selección de cepas nativas de Trichoderma spp. Con actividad antagónica sobre Phytophthora capsici y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (Capsicum annum)* *Revista Mexicana de Fitopatología* 22; 117-124.

Harman, G. E; W. A. Björkman, T.; C. Norvell. (1999). *Solubilización de fosfatos y micronutrientes para el crecimiento de las plantas promovidos por diferentes especies de Trichoderma*.

Harman G. E.; Petzoldt R.; Comis A.; Chen J. (2004). *Interactions between Trichoderma harzianum strain T22 and maize inbred line Mo 17 and effects of these interactions on diseases caused by Pythium ultimum and Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology* 94; 147-153.

- Higa, T. (2003). *Principales Microorganismos*. Contenidos en el EM. Agroterra
Tecnologías Agrarias www.agroterra.com
- Higa, T. (1997). *Aplicación de Microorganismos beneficiosos y eficaces*.
- Higa, T. (1993). *Microorganismos beneficiosos y provechosos para una agricultura y medio ambiente sostenible*. Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón
- Hydro Environment. (2015). *La luz en tus plantas* (en línea). Consultado el 14 de agosto del 2016. Disponible en:
http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=221
- IABOTEC (2006). http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm revisado el 15 de setiembre del 2011.
- Imbaquingo, V. (2013). *Análisis productivo y económico del cultivo de lechuga (Lactuca sativa) mediante la aplicación de tres niveles de compost*, en la parroquia san pablo, provincia Imbabura. Tesis de grado ingeniería en administración y producción agropecuaria. Loja, Ecuador.
- INCA. (2002). *Biofertilizante EcoMic®. Una alternativa ecológica para sus cultivos*. Plegable. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba.
- INEI. (2013). *Estadísticas sectoriales*. Sector agropecuario. Lima Perú
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/sector-statistics/>
- Infoagro. (2003). *Hortalizas. El cultivo de la lechuga* (en línea). Consultado el 25 de agosto del 2016. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Infojardin. (2013). *Lechuga (Lactuca sativa)* (en línea). Consultado el 26 de agosto del 2016. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/Fichas/lechuga.htm>
- Karakurt, H. y ASlantas, R. (2010). *Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) strains on plant growth and leaf nutrient content of Apple*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 18(1); 101-110

- Langlais, C y Ryckewaert, P. (2002). *Guía de los cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda*. Editorial Quae. 91 p.
- Lara, J. (2000). *Marcaje de cepa de B. subtilis de la rizósfera de papa, por recombinación ilegítima con un plásmido y detección por pcr*. Tesis de Doctorado CINVESTAV-Irapuato, Irapuato, Gto., México.
- Lucero, J. A. (2012). *Estudio de tres niveles de compost en el cultivo de la lechuga variedad repollo (Lactuca sativa L), en suelos andisoles*. Documento de tesis presentado a la Universidad Nacional de Loja, para la obtención del título de Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Loja, Ecuador.
- Martínez, E.; Barrios, G.; Rovesti, L.; Santos, R. (2007). *Manejo Integrado de Plagas*. Tarragona España: Edición Grup Bou. p. 420.
- Mau, F. P. (2002). *Microorganismos Efectivos*. RBA Libros S.A. Barcelona. 237 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2015). *Producción agrícola y ganadera*. Anuario Estadístico. Lima Perú.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). (2017). *Superficie de área verde urbana por habitante*. SINIA. Lima. Perú.
- NEEMPRODUCTS. (2008). *Trichoderma viride*. Consultado 28 de enero 2016. Disponible en: http://www.neemproducts.com-trichoderma_arch/translate_c.htm.
- Neyra V. S.; Terrones R. L.; Toro C. L.; Zarate G. B.; Soriano B. B. (2013). *Efecto de la inoculación de Rhizobium etli y Trichoderma viride sobre el crecimiento aéreo y radicular de Capsicum annum var. Longum*. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo. Revista Científica de estudiantes 1(1); 11-21
- Noguera, V. (2004). *El huerto en el jardín*. Editorial: Mundi Prensa. 141p.
- Parets, S. E. (2002). *Evaluación agronómica de la inoculación de micorrizas arbusculares, Rhizobium phaseoli y Trichoderma harzianum en el cultivo de fríjol*

común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana.

Paneque, V. M. (2001). *La fertilización de los cultivos aspectos teórico – prácticos para su recomendación*. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. p. 5 – 6.

Pérez G. Y.; Ayala S. J.; Calero H. A. (2012). *Efecto de dos formulados líquidos de *Trichoderma harzianum* A-34 en el cultivo de tomate protegido*.

Pichel A. J. (2011). *Un hongo mejora el desarrollo de tomates y pepinos*. Centro hispanoluso de investigación agraria (Ciales) de la Universidad de Salamanca.

Pomboza T. P.; León G. O.; Villacís A. L.; Vega J.; Aldáz J. J. (2006). *Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg*. Facultad de Ciencias Agripocuarías Universidad Técnica de Ambato, Tungurahua, Ecuador. Journal of the Selva Andina Biosphere ISSN 2308-3867; 84-92 p.

ProHuerta (Agencia de Extensión Rural). (2013). *Cultivo de lechuga, requerimientos y recomendaciones* (en línea). INTA. Concepción del Uruguay. Consultado el 08 de agosto del 2016. Disponible en:

<http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=24009>

Puente, M.; García, J.; Rubio, E. y Peticari, A. (2010). *Microorganismos promotores del crecimiento vegetal empleados como inoculantes en trigo*. INTA EEA Rafaela, Publicación Miscelánea, 116; 39-44

Ríos M., Domingo J.; Raya R. V; Monge B. J. y Suárez E. T. (2002). *Ensayo de variedades de lechuga*. Campaña 2001. Servicio de Agricultura. Cabildo Insular de Tenerife. 19 Pág

Rojas H. L. (2013) *Rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad Great Lakes 659*, en la provincia de Lamas.

- Romero, J. (2003). *Niveles de estiércol de lombriz en dos cultivares de lechuga*. Tesis Ing. Agr. De la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno 68 p.
- Romero D. E., Moreno M. V. R., Hernández M. J. L., Quiroz V. J. (2011). *Trichoderma asperellum, como potencial promotor de crecimiento vegetal*. Encuentro Nacional de Investigación Científica y Tecnológica del Golfo de México. Fito 09; 49
- Sánchez Pérez María. (2009). *Aislamiento y caracterización molecular y agronómica de Trichoderma spp nativos del norte de Tamaulipas IPN*. Centro de Biotecnología Genómica. México.
- Sanz, J. L. (2007). *Bacterias fotosintéticas*. Microbiología Ambiental UAM – México.
- Suquilanda, M. (1995). *Nuestro pequeño huerto, con método orgánico intensivo - porque, como, cuando y donde*. Editorial Abaya Ayala. Coedición FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
- Tarigo, A.; Repetto, C. y Acosta, D. (2004). *Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (Lactuca sativa) a campo*. Tesis presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de La República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Tejera-Hernández, Berto; Rojas-Badía, Marcia M.; Heydrich-Pérez, Mayra (2011). *Potencialidades del género Bacillus en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos Fitopatógenos* Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 42, núm. 3, septiembre-diciembre. pp. 131-138 Centro Nacional de Investigaciones Científicas Ciudad de La Habana, Cuba
- Toro, M.; Blones, J; Hernández Valencia, I. 2013. *Dinámica del fósforo y actividad biológica en las micorrizósferas de dos ecosistemas adyacentes con vegetación y suelos contrastantes*. *Acta Biológica Venezolánica*. 21(2): 21-28.

- Torres, C. (2003). *Validación de tecnologías para la producción orgánica de lechuga (Lactuca sativa L.) en el valle de Tumbaco, Pichincha*. Tesis de grado Ing. Agr. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- UNIVERSIDAD EARTH (EARTH). 2009. La tecnología EM y sus aplicaciones Universidad de Costa Rica EARTH www.emro.com
- Universidad de Valladolid (UVA). (2013). *El cultivo de la lechuga* (en línea). Consultado el 26 de agosto del 2016. Disponible en:
https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf
- Vallejo, F. A. y Estrada, E. I. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira. Editorial Imágenes Gráficas S. A. Colombia. 347p.
- Villegas Arenas Marco. (2000). *Características Generales de Trichoderma y su potencial biológico en la agricultura sostenible*. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Fitotecnia.
- Vinale F, Marra R, Scala F, Ghisalbertic E. L, Lorito M, Sivasithamparamb K. (2006). *Major secondary metabolites produced by two commercial Trichoderma strains active against different phytopathogens*. Lett Appl Microbiol; 43:143-148.
- Vinale F, Sivasithamparamb K., Ghisalbertic E, Marra-Barbetti M. J, Li HR, Wooa S, Lorito M. (2008). *A novel role for Trichoderma secondary metabolites in the interactions with plants*. Physiol Mol Plant Pathology; 72:80-86.
- Vinale F, Ghisalbertic E, Sivasithamparamb K, Marra R, Ritieni A. (2009). *Factors affecting the production of Trichoderma harzianum secondary metabolites during the interaction with different plant pathogens*. Lett Appl Microbiol.; 48:705-711.
- Wikipedia (2018) https://es.wikipedia.org/wiki/Lactuca_sativa#Taxonomía
- Windham M. T.; Elod Y.; Baker R. (1986). *Mechanism for increased plant growth*

induced by Trichoderma spp. Phytopathology. 76; 518-521

Wisniewski, M. E., and Wilson, C. L. (1992). *Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Recent advances.* HortScience 27; 94-98.

ANEXOS

Anexo 01 Matriz de consistencia

F. PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>General ¿Cuáles son los efectos de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga en condiciones de azotea-Tarma - 2016?</p> <p>Específico ¿De qué manera los efectos de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu promueven el crecimiento del</p>	<p>General. Determinar los efectos de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) variedad romana en condiciones de azotea Tarma.</p> <p>Específicos. Determinar el efecto de las dosis de inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu sobre el crecimiento (altura de planta,</p>	<p>General Al aplicar Trichocastle y Basu, se obtendrá un efecto positivo en promover el crecimiento vegetal y rendimiento del cultivo de tomate.</p> <p>Específicos Si inoculan Microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tendrán efecto significativo en la altura</p>	<p>Independiente Microorganismos eficientes Trichocastle Basu</p> <p>Dependiente Crecimiento del cultivo de lechuga</p>	<p>Dosis de aplicación</p> <p>-Altura de la planta -Diámetro de la cabeza</p>	<p>Método Experimental</p> <p>Tipo de investigación Aplicada</p> <p>Diseño Experimental Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones. Se considera grupo control.</p> <p>Población La población está referida a 60 plantas de lechugas</p> <p>Muestra La clase de muestra está determinado por 9 plantas de lechugas</p> <p>Técnicas Análisis de documentos</p>

<p>cultivo de lechuga?</p> <p>¿De qué manera los efectos de la inoculación de los microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu contribuyen en el rendimiento del cultivo de lechuga?</p>	<p>Diámetro de la cabeza.</p> <p>Determinar el efecto de las dosis de inoculación de Trichocastle y Basu en el rendimiento (peso de la cabeza, número de hojas)</p>	<p>de planta, diámetro de la cabeza.</p> <p>Si inoculan Microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu a la lechuga variedad romana entonces se tendrán efecto significativo en el peso de la cabeza, número de hojas</p>	<p>Rendimiento del cultivo de lechuga</p>	<p>-Número de hojas -Peso de la planta</p>	<p>Mediante programas computacionales: SAS, Análisis paramétricos (ANVA, regresión lineal, prueba de Tukey)</p> <p>Instrumentos Observaciones directas, registro de datos.</p>
--	---	---	---	--	---

Anexo 02 Instrumentos de recolección de datos

Cartilla de Evaluación

Cultivo:

variables a evaluar:

Variedad:

Fecha:

Datos a registrar:

Tesista:

	Tratamientos			
Plantas	T1	T2	T3	T4
1				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Anexo 03 Datos registrados en la evaluación

Altura de planta de la lechuga a los 20 días después del trasplante

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	11	15	12	12
2	8	14	14	12
3	8	12	12	12
4	14	11	14	12
5	11	14	14	15
6	10	13	12	15
7	13	14	12	11
8	14	14	12	11
9	16	13	12	10
TOTAL	105	120	114	110

Altura de planta de la lechuga a los 90 días después del trasplante

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	14	13	14	14
2	13	14	18	14
3	14	15	17	13
4	14	15	15	13
5	16	15	17	13
6	15	16	15	12
7	16	14	15	13
8	15	13	16	14

9	14	15	15	14
TOTAL	131	130	142	120

Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días después del trasplante

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	16	19	15	16
2	13	18	18	16
3	14	13	16	16
4	18	13	16	18
5	15	14	15	18
6	12	13	14	16
7	12	16	15	14
8	17	16	15	13
9	18	13	14	13
TOTAL	135	135	138	140

Diámetro de la cabeza de la lechuga a los 90 días después del trasplante

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	22	14	16	16
2	21	19	20	15
3	20	19	22	15

4	22	20	19	14
5	23	16	17	14
6	21	14	16	14
7	20	16	17	15
8	23	17	18	16
9	23	18	20	15
TOTAL	195	153	165	134

Número de hojas a la cosecha

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	15	15	16	9
2	16	14	16	11
3	15	15	17	10
4	16	15	16	10
5	15	14	16	11
6	14	15	16	9
7	16	15	17	11
8	14	15	16	11
9	15	17	16	10
TOTAL	136	135	146	92

Peso de la lechuga por cabeza

N° de planta	T1	T2	T3	T4
1	150	150	220	100
2	150	180	210	100
3	160	250	200	140
4	200	100	230	100
5	210	200	200	130
6	220	170	210	110
7	180	180	220	100
8	160	200	220	110
9	200	190	220	100
TOTAL	1630	1620	1930	990

Anexo 04 Vistas de la evaluación



Fig. 1 Diámetro de la cabeza de la lechuga



Fig. 2 Peso de la lechuga



Fig. 3 Cosecha de la lechuga.