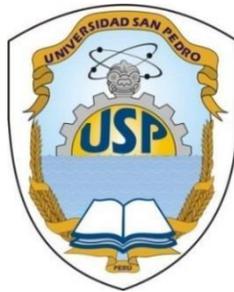


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA
AGRÓNOMA**



**Efecto de Microorganismos Benéficos como promotores de
crecimiento y rendimiento en el cultivo de Lechuga
(*Lactuca sativa* L.), en el Valle de Huaral 2016**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Autora: Suely Estefanny Trujillo Ipanaque

Asesor: Ing. Leónidas Gerardo Vergara Ramírez

CHIMBOTE – PERÚ

2020

Palabras claves

Tema	Efecto de microorganismos
Especialidad	Ingeniería Agrónoma

Key Words

Topic	Microorganism effects
Speciality	Agronomy Engineering

Línea de Investigación	Producción agrícola
Área	Ciencias agrícolas
Sub Área	Agricultura
Disciplina	Agronomía

Título

Efecto de Microorganismos Benéficos como promotores de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el Valle de Huaral 2016

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA – DONOSO, ubicado en la provincia de Huaral, departamento de Lima, durante los meses de Agosto a Octubre. Este trabajo tuvo como finalidad determinar el efecto de microorganismos benéficos como promotor de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Huaral.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos (cuatro tratamientos y un testigo absoluto) y cinco repeticiones por cada tratamiento, El área total experimental fue de 336 m² y el área por tratamiento fue de 8 m². Este trabajo de investigación fue de tipo aplicada por que se llegó a obtener conocimientos de los efectos de los microorganismos como promotores de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga; fue experimental, ya que se llegó a manipular 4 distintos tipos de microorganismos como: *Trichoderma Viride*, *Azotobacter*, *Gibberella sp*, *Trichoderma sp*.

En esta investigación el T₄: *Trichoderma sp*. registra el más alto contenido de materia seca, registrándose 9307,60 kg /has siendo estadísticamente superior al testigo, sin embargo, entre los tratamientos T₂, T₃, T₁ y T₄ no existe diferencia significativa.

Abstrac

This research was carried out at the facilities of the INIA - DONOSO National Institute for Agricultural Research, located in the province of Huaral, department of Lima, during the months of August to October. The purpose of this work was to determine the effect of beneficial microorganisms as growth and yield promoter in the lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop in the Huaral valley.

The experimental design was completely randomized blocks (DBCA), with five treatments (four treatments and one absolute control) and five repetitions for each treatment. The total experimental area was 336 m² and the area per treatment was 8 m². This research work was of the applied type because it was possible to obtain knowledge of the effects of microorganisms as growth promoters in the lettuce culture; It was experimental, since 4 different types of microorganisms were manipulated such as: *Trichoderma Viride*, *Azotobacter*, *Gibberella sp*, *Trichoderma sp*.

In this investigation, T₄: *Trichoderma sp*. registers the highest dry matter content, registering 9307,60 kg / ha being statistically higher than the control, however, between treatments T₂, T₃, T₁ and T₄ there is no significant difference.

Índice General

Palabras claves	i
Líneas de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Introducción	1-9
Metodología	10-16
Resultados	17-25
Análisis y discusión	26
Conclusiones y Recomendaciones	27- 28
Dedicatoria	29
Referencias Bibliográficas	30-32
Anexos y apéndice	33-56

Índice de Figuras

Figura 1: Área del campo experimental	11
Figura 2: Preparación del almácigo	12
Figura 3: Inoculación de los tratamientos	13
Figura 4: Evaluaciones	15
Figura 5: Pre- deshidratado	15
Figura 6: Secado en la estufa	15
Figura 7. Análisis de Eficacia de peso (g) fresco de hoja	17
Figura 8. Análisis de Eficacia peso fresco (g)de raíz	19
Figura 9. Análisis de Eficacia de tamaño de hoja(cm) de lechuga	21
Figura 10. Análisis de Eficacia de tamaño de raíces de lechuga (cm)	22
Figura 11. Análisis de Eficacia de materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga	24

Índice de Tablas

Tabla 1: Tratamientos	11
Tabla 2: Fertilización	14
Tabla 3: Datos del control fitosanitario	14
Tabla 4: Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	16
Tabla 5: Prueba de Duncan de peso fresco (g) de hoja de la planta de lechuga a los 42 DDT	16
Tabla 6: Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	18
Tabla 7 Prueba de Duncan de peso (g) fresco de raíces de la planta de lechuga a los 42 DDT	18
Tabla 8: Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	20
Tabla 9: Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT	20
Tabla 10: Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	21
Tabla 11: Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	22
Tabla 12: Análisis de variancia de la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.	23

Tabla 13: Prueba de Duncan de la materia seca (kg/ha) de la planta de lechuga al 23 final de la cosecha.

Índice de Anexos

Anexo 1: Diseño del campo experimental	32
Figura 1 Diseño del campo experimental.	
Anexo 2: Distribución de los tratamientos en campo	33
Tabla 1 Distribución de los tratamientos en campo	
Anexo 3: Análisis de suelo del área experimental	34
Figura 2 Análisis de suelo del área experimental	
Anexo 4: Tabla de análisis de resultado	
Tabla 2 Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.	35
Tabla 3 Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.	
Tabla 4 Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	
Tabla 5 Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	36
Tabla 6 Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 7 Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g)de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 8 Análisis de variancia de peso de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 28 DDT.	37
Tabla 9 Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de Lechuga a los 28 DDT.	
Tabla 10 Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.	
Tabla 11 Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de	38

lechuga a los 35 DDT

Tabla 12 Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tabla 13 Prueba de Duncan de peso fresco (g) de hoja de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tabla 14 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT. 39

Tabla 15 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Tabla 16 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Tabla 17 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT. 40

Tabla 18 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tabla 19 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tabla 20 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 28 DDT. 41

Tabla 21 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Tabla 22 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Tabla 23 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT. 42

Tabla 24 Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tabla 25 Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta

de lechuga a los 42 DDT	
Tabla 26 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.	43
Tabla 27 Prueba de Duncan del tamaño de hojas en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.	
Tabla 28 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	
Tabla 29 Prueba de Duncan del tamaño de hojas en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	44
Tabla 30 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 31 Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 32 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.	45
Tabla 33 Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.	
Tabla 34 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.	
Tabla 35 Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.	46
Tabla 36 Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	
Tabla 37 Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	
Tabla 38 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.	47
Tabla 39 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta	

de lechuga a los 7 DDT.	
Tabla 40 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	
Tabla 41 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.	48
Tabla 42 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 43 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.	
Tabla 44 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.	49
Tabla 45 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.	
Tabla 46 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.	
Tabla 47 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de Lechuga a los 35 DDT.	50
Tabla 48 Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	
Tabla 49 Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.	
Tabla 50 Análisis de variancia de la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.	51
Tabla 51 Prueba de Duncan de la materia seca (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.	
Anexo 5: Fotografías del campo	52
Figura 3 Lavado de las bandejas	
Figura 4 Selección de las semillas	

Figura 5 Inoculación de las semillas	
Figura 6 Instalación del material biológico	
Figura 7 Preparación del terreno	53
Figura 8 Trasplante y trazado del campo experimental	
Figura 9 Aplicaciones	
Figura 10 Instrumentos para la recolección de datos	54
Figura 11 Recolección de datos (peso en fresco)	
Figura 12 Recolección de datos	
Figura 13 Recolección de datos (peso de raíz)	
Figura 14 Pre-deshidratado del material vegetativo	55
Figura 15. Peso del material vegetativo en fresco	
Figura 16 Material vegetativo deshidratado	

I. INTRODUCCIÓN

Illa *et al* (2019), en su trabajo de investigación *Efecto de biocontrol y promoción del crecimiento en maní por Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis en condiciones controladas y campo*, se concluyó que los tratamientos con estos microorganismos biológicos aumentaron el porcentaje de emergencia (37%) y al final del ciclo se registró reducción del 14% de la incidencia de *T. Frezzi*, aumento de biomasa (27%), rendimiento (46%) y tamaño de grano (34%) respecto al testigo, sin afectar el grado de madurez alcanzado.

Arrieta *et al* (2019), en su trabajo de investigación *Comportamiento morfológico del Maíz inoculado con Azotobacter Chroococcum a dosis reducida de fertilizante nitrogenado*, se concluyó que el mejor resultado se obtuvo con la aplicación combinada de *A. chroococcum* y Vermicompost a dosis de 15 lha y 2 t ha respectivamente, expresados en un por ciento de germinación de la semilla de 98,4 %, una altura de la planta de 1,14 m; un peso fresco aéreo de 40,7 g; un peso fresco radical de 20,4 g; un peso seco aéreo de 10,1 g y un peso seco radical de 5,1 g.

Jácome *et al* (2019) en su trabajo de investigación titulada *Efecto de Trichoderma harzianum como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de Swietenia macrophylla en condiciones de vivero*, donde se concluyó que con dosis superiores de *Trichoderma* (3×10^8) se presentaron mayores crecimientos en altura, diámetro en el cuello de la raíz, número de hojas, volumen de raíz, biomasa aérea y radical, comprobándose el efecto bioestimulante en la morfología de las plantas, aspecto prometedor para incentivar a los productores el cultivo de esta especie a partir de la aplicación de *T. harzianum* en los viveros forestales.

Corona (2018) ejecutó su investigación que título *Inoculación de Trichoderma Spp., para la producción del cultivo de cebolla*, donde se concluyó que el *Trichoderma Spp.*, influyó positivamente en la cebolla de variedad Carta Blanca, tanto en producción como en su germinación. Los resultados mostraron que la evaluación de producción con la cepa 2 de *Trichoderma Spp* con la fertilización al

100% y al 75% presentó los valores más altos al respecto a peso fresco de bulbo, donde se muestra que resulta favorable el uso de *Trichoderma* ya que ayuda al mejor aprovechamiento de los nutrientes.

León *et al* (2015), realizó una investigación titulada *Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de Azotobacter Spp. aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (Zea mays L.)*, el cual determinó el potencial biológico in vitro de las especies de *Azotobacter Spp*, cuantificándose 2,25 - 60,75 ppm de ácido indolacético; 10,37 - 36,03 ppm de nitrógeno fijado como amonio y 1,72 - 6,06 ppm de fósforo solubilizado; se determinó la emergencia de las plántulas de maíz amarillo duro híbrido simple con 33% de *Azotobacter Spp*. nativas incrementando la emergencia; 20% sin afectarla y 47% disminuyéndola. Ningún cultivo de puro de *Azotobacter Spp*. afectó la sobre-vivencia de las plántulas de maíz a los 20 días de la inoculación, alcanzando 100% en todas las plántulas.

Rinu *et al* ., (2014) en su investigación *Trichoderma gamsii (NFCCI 2177): cepa fúngica endofítica, psicrotolerante, promotora del crecimiento vegetal y antagonista recientemente aislada*, el cual se concluyó que el hongo era positivo para la solubilización de fosfato, la actividad de quitinasa y la producción de amoníaco y ácido salicílico, por otro lado los bioensayos realizados bajo invernadero utilizando cuatro cultivos de prueba (dos cereales y dos leguminosas) mostraron su potencial en la promoción del crecimiento de las plantas, resumiendo así que el hongo tiene potencial para desarrollarse como una bioformulación para su aplicación en el ecosistema .

Chávez *et al* (2014) desarrolló una investigación titulada *Estimulación del crecimiento en plántulas de pinus radiata utilizando ectomicorrícicos y saprobios como biofertilizantes*, la cual indico que los inoculantes biológicos formulados con los hongos saprobios o con la mezcla de hongos saprobios y ectomicorrícicos estimularon el crecimiento de las plantas respecto a los controles (plantas sin inoculación fúngica). Además, se demostró que la presencia de granos de trigo en los inóculos favoreció el efecto estimulante producido por los hongos sobre el

crecimiento de *P. radiata*. El inoculante formulado con la mezcla *C. rigida* y *R. luteolus* produjo que las plantas de *P. radiata* obtuvieran mayores índices de calidad bajo condiciones de invernadero, siendo esta una alternativa viable para su utilización como potencial biofertilizante en la producción de especies vegetales forestales.

Obando *et al* (2013), realizó una investigación que título *Respuesta Fisiológica a la Fertilización por Azotobacter chroococcum y Fertilización Nitrogenada de Síntesis Sobre el Maíz (Zea mays L.) en Invernadero*, donde los resultados obtenidos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) de los tratamientos T₂, T₄ y T₆ con respecto a los demás tratamientos en todos los parámetros evaluados. De la misma manera, los recuentos de bacterias aeróbicas presuntivas de *Azotobacter sp.* evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$ los valores más altos se presentaron en el tratamiento T₂, lo cual demostraría la capacidad de las bacterias para estimular el crecimiento de las plantas y estas no sólo dependen de su abundancia, sino también de su capacidad para proliferar a través de la raíz y su eficiencia en los mecanismos de promoción.

Troncoso (2013), en su trabajo de investigación titulada *Caracterización de la biosíntesis de Giberelinas en hongos del género Fusarium pertenecientes al complejo taxonómico Gibberella Fujikuroi*, donde indica que existen otras especies productoras de Gas (ácido giberélico) en el complejo *Gibberella Fujikuroi*, donde se caracterizaron varias cepas de *Fusarium Sacchari* (aislado de la caña de azúcar), de *Fusarium konzum* (aislado de pastos de praderas) y de *Fusarium subglutinans* (aislado del maíz). *F. sacchari* es una especie cercanamente relacionada con *F. fujikuroi*, agrupada en el clado Asiático del complejo en tanto que *F. konzum* y *F. subglutinans* son especies filogenéticamente alejadas de *F. fujikuroi* agrupadas en el clado Americano, las cuales determinaron que la capacidad de biosintetizar GAs se encuentran en dos de las especies del complejo taxonómico *G. fujikuroi* además de la especie previamente descrita *F. fujikuroi*: *F. sacchari* (especie aislada de la caña de azúcar) y *F. konzum* (especie aislada de pastos). Ambas especies presentan cepas que sintetizan Gas.

Neyra *et al*, (2013), en el desarrollo de su investigación, *Efecto de la inoculación de rhizobium etli y trichoderma viride sobre el crecimiento aéreo y radicular de capsicum annum var. Longum.*, concluyó que la inoculación de 5ml de la suspensión de *Trichoderma Viride* a una concentración aproximada de 10^8 esporas/ml y de *Rhizobium etli* a 10^8 UFC/ml estimula el desarrollo de plántulas de *Capsicum annum* L. var. longum “páprika” en condiciones de laboratorio, se encontraron diferencias significativas en las variables agronómicas longitud de tallo, longitud de raíz, peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz, se observa una mayor efectividad de *T. Viride* respecto a la longitud de tallo y raíz, *R. etli* muestra su efectividad en el peso húmedo y ambos microorganismos muestran una diferencia significativa en el peso seco.

Camargo (2013) desarrollo una investigación titulada *Efectos del trichoderma sp. Sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (Pisum sativum L.)*, donde se utilizó el diseño. Completamente al Azar (DCA), con un numero de 13 tratamientos y 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por 1 bolsa de polipropileno con 2 kg de suelo y una planta por bolsa. Para este análisis estadístico se utilizó el programa SAS, comprobando en esta investigación que la aplicación de *Trichoderma sp.* comercial en el cultivo de arveja mejora considerablemente el crecimiento y el desarrollo, influyendo dramáticamente en las variables fisiológicas como germinación, área foliar, peso seco de la raíz, peso fresco de la raíz, peso seco de la parte aérea, peso fresco de la parte aérea y longitud de raíz, en conclusión, favoreciendo el rendimiento productivo del cultivo.

Zapata *et al* (2012) en su investigación que tuvo de nombre *Trichoderma Spp biocontrolador y promotor de crecimiento: Una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos.* Para ello, en laboratorio, se aislaron cepas del hongo desde la rizósfera de plantas de tabaco, se multiplicaron en arroz o trigo y se aplicaron como suspensión de esporas al cuello de las plantas. En cada ensayo se evaluaron variables de rendimiento. En los cuatro cultivos considerados, *Trichoderma sp.*, mostró muy buen comportamiento, lo que conlleva la posibilidad

de reducir o reemplazar compuestos químicos aplicados en la agricultura con este hongo, reduciendo la contaminación ambiental.

La investigación se justifica debido a que el cultivo de la lechuga es uno de los cultivos no tradicionales más importantes de la costa y sierra de nuestro país, con una influencia muy importante en la dieta alimentaria del peruano. El uso de la lechuga es una alternativa para el aprovechamiento de áreas agrícolas bajo las condiciones rurales de nuestro entorno, frente a este panorama la investigación permite identificar una alternativa tecnológica de bioprotección (microorganismos benéficos), con el fin de mantener el equilibrio de la producción del cultivo y el medio ambiente, y así se reduzcan el impacto al medio ambiente y se logre reducir el consumo de fertilizantes y pesticidas, obteniendo así productos con mejor calidad y sobre todo con menores residuos de productos químicos.

El problema formulado fue ¿Cuál fue el efecto del microorganismo benéfico como promotor de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el valle de Huaral 2016?

Dentro del desarrollo de la conceptualización y operacionalización de variables, podremos resaltar que según Arias (2015) la producción se refiere a la proporción de materia que surge en un determinado espacio. Por otro lado, el rendimiento es considerado como un producto que es necesario expresarlo en unidades de materia seca ya que el material vegetativo puede producir gran cantidad de materia verde, pero las misma que puede llegar a estar constituida por una elevada cantidad de agua.

Según Pedraza, *et al.* (2010), refieren que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de

los suelos, lo que incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos

Según Castro *et al.* (2012) menciona que el hongo *Trichoderma* fue identificado por Persoon en el año 1794, aislado de un material recolectado en Alemania. *Trichoderma* es un hongo aerobio facultativo, que se encuentra de manera natural en diferentes suelos agrícolas y en otras condiciones, especialmente en aquellas que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

Según Castro *et al.* (2012) resalta que las plantas colonizadas por *Trichoderma sp* frecuentemente aumentan el crecimiento, desarrollo, productividad, resistencia a estrés abiótico e incremento en la toma y uso de nutrientes. Se ha demostrado que la productividad de un cultivo en el campo puede incrementarse en más del 30% después de la aplicación de *T. hamatum* *T. koningii*. Diferentes especies del género *Trichoderma* producen factores de crecimiento, los cuales han sido detectados e identificados en el laboratorio, como son las auxinas, citoquininas y etileno. También se ha descrito la producción de fitohormonas, tales como indol, ácido acético y etileno. Por otra parte, *Trichoderma spp.* produce moléculas de citoquininas y giberelinas GA3, involucradas en eventos de estimulación de crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según Cutiño (2011) clasifica a estas bacterias del género *Azotobacter* de la siguiente manera: Phylum: Proteobacteria Clase: Gammaproteobacteria Orden: Pseudomonadales Familia: Pseudomonadaceae Género: *Azotobacter*.

Dentro de esta clasificación también informa que los suelos volcánicos erosionados que han perdido la materia orgánica de la superficie, pueden ser rehabilitados para el crecimiento de la planta usando fijadores de nitrógeno en la rizósfera. Cuando las legumbres son utilizadas, la inoculación con sus socios simbióticos (las especies *Rhizobium*) pueden mejorar el establecimiento de plantas. En los casos de no legumbres, los resultados de la inoculación con los fijadores de nitrógeno, como son *Azospirillum* y *Azotobacter*, son inciertos. Los resultados

exitosos han sido obtenidos cuando estas bacterias de la rizósfera están combinadas con plantas que tienen alta eficiencia en la fotosíntesis (C₄ planta), así el suministro de carbono para estas bacterias heterótrofas podría ser satisfactorio.

Según Barboza (2018) menciona que las giberelinas fueron descubiertas por el científico japonés Kurusawa, el cual investigaba las causas que dan origen a la enfermedad llamada “bakanae”, en el arroz, descubriendo que el organismo patógeno era el hongo *Gibberella fujikuroi*. Entre otros efectos, dicha enfermedad determina una exagerada elongación del tallo de las plantas atacadas, así mismo indica que en 1935 Yabuta, logró extraer una sustancia que determinaba alargamiento de los tallos, partiendo del cultivo 9 “in vitro” de *Gibberella fujikuroi*, siendo hasta 1950 cuando se inició la extracción en gran escala de dicha sustancia, hormona a la que se acordó llamar giberelinas. Así mismo indica, que son las giberelinas compuestos muy estables y de rápida difusión en las plantas. Su manera de actuar en los vegetales ha sido estudiada extensamente, sabiéndose que los efectos determinados dependen de muchos factores, tales como la especie de que se trate, el órgano sobre el que actúe, los niveles de otras hormonas y de inhibidores, edad de las plantas, época de aplicación, fertilidad de suelo, etc. Por otro lado, da a conocer que son múltiples y muy variados los efectos que las giberelinas tienen sobre el desarrollo vegetal. Determinan una gran elongación celular en los brotes de algunas plantas, especialmente cuando se aplican a ciertos mutantes enanos, provocando gran alargamiento de los tallos. Inducen estímulos a ciertas enzimas, tales como la amilasa, en proceso de germinación de algunas semillas. Interviniendo en el letargo de la vegetación en árboles de hoja caduca, si como en muchos tipos de semilla. Inducen a la floración de especies de días largos en épocas de días cortos. Provocan partenocarpia, es decir la obtención de frutos sin semilla. Las giberelinas provocan una expansión de las células mediante la inyección de enzimas que debilitan las paredes celulares. El tratamiento con giberelinas provoca la formación de enzimas proteolíticas de las que puede esperarse una liberación de triptófano precursor de la IAA. Con frecuencia estas pueden transportar a las auxinas a su lugar de acción en las plantas. Así mismo;

otro mecanismo mediante el cual las giberelinas pueden estimular la expansión celular es el hidrolisis del almidón, resultante de la producción de la alfa-amilasa generado por las giberelinas, pudiendo incrementar la concentración de azúcares y elevando así la presión osmótica a la savia celular, de modo que el agua entre a la célula, y tienda a expandirse. (Urbina, 2012) Manifiesta que las giberelinas son fitorreguladores que influyen mucho en el crecimiento del fruto.

Aunque históricamente las giberelinas fueron descubiertas principalmente en los hongos, actualmente se encuentra bien establecido que estas fitohormonas no son únicamente producidas por hongos y plantas superiores, ya que también son producidas por diversas especies de bacterias.

Según Simbaña (2015), afirma que la lechuga es originaria de la costa sur y sur este del mar Mediterráneo, fue introducida a América por los primeros exploradores y cultivada inicialmente en el área del Caribe. Se cree que las lechugas cultivadas actualmente se derivaron de *Lactuca serriola*, que mediante hibridaciones entre especies y resultado del proceso evolutivo dieron origen a la lechuga actual.

Dentro de la descripción morfológica y Taxonomía, Simbaña (2015) menciona que la lechuga es una planta herbácea anual, dicotiledónea y autógama, perteneciente a la familia Compositae (Asteraceae),

Según Noreña *et al*, (2016) menciona que la raíz principal es pivotante, corta, puede llegar a penetrar hasta 30 cm de profundidad, con pequeñas ramificaciones; crece muy rápido, con abundante látex, tiene numerosas raíces laterales de absorción, las cuales se desarrollan en la capa superficial del suelo con una profundidad de 5 a 30 cm.

Según Noreña *et al*, (2016) indica que el tallo es pequeño, muy corto, cilíndrico y no se ramifica cuando la planta está en el estado óptimo de cosecha; sin embargo, cuando finaliza la etapa comercial, el tallo se alarga hasta 1,2 m de longitud con

ramificación del extremo y presencia, en cada punta, de las ramillas terminales de una inflorescencia.

Dentro del contexto de la investigación se planteó la hipótesis siguiente: Al menos un microorganismo benéfico tendrá un efecto superior como promotor de crecimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el Valle de Huaral-2016

El Objetivo general planteado fue determinar la eficacia de los microorganismos benéficos como promotor de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el Valle de Huaral - 2016. Entre los objetivos específicos se consideró : Determinar el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Huaral – 2016 y evaluar el efecto de los microorganismos benéficos en la morfología del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Huaral-2016.

II. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación es de tipo aplicada, ya que se llegó a obtener conocimientos de los efectos de los microorganismos como promotores de crecimiento y rendimiento en el cultivo de lechuga, con el fin de determinar el microorganismo que causa un mayor rendimiento en el cultivo; también podemos decir que fue experimental, ya que se llegó a manipular 4 distintos tipos de microorganismos como : *Trichoderma Viride* , *Azotobacter* , *Gibberella sp* , *Trichoderma sp* , con el fin de poder determinar cuál de ellas generaba mayor rendimiento.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos (cuatro tratamientos y un testigo absoluto) y cinco repeticiones, se evaluaron 24 plantas / tratamiento cada planta fue tomada al azar y en forma consecutiva y sistemática.

El área total fue de 336,00 m² (24,00 m x 14,00 m); un ancho de calle de 1,00 m. La unidad experimental fue 4,00 m de largo x 2,00 m de ancho (8 m²) con 2 surcos por cada tratamiento. El distanciamiento entre surco fue de 1,00 m, entre planta 0,30 m; haciendo un total de 14 plantas/surco y 28 plantas/ unidad experimental. Se trabajó con una población de 700 plantas para los 5 tratamientos de microorganismos. Los datos de distribución de campo detallan en las figura 1 del anexo 1. El material genético utilizado para el presente estudio fue la variedad: Alpha DMR MI; se consideraron cinco diferentes tratamientos los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 1

Tratamientos

Tratamiento	Microorganismo	Dosis x 5,0 litros
T ₁	<i>Trichoderma Viride</i>	50 ml
T ₂	<i>Azotobacter</i>	50 g
T ₃	<i>Gibberella sp.</i>	50 ml
T ₄	<i>Trichoderma sp.</i>	50 ml
T₅	Testigo Absoluto	



Figura 1. Área del campo experimental

El área experimental del presente trabajo de investigación se realizó en la parcela N° 9 del Campo de Investigación de la Estación Experimental DONOSO, con un área de 336 m²; ubicado en el distrito de Huaral, Provincia de Huaral y departamento de Lima.

Las condiciones agroecológicas con respecto al suelo que tuvo una reacción ligeramente alcalina con pH de 7,08 sin peligro de sales con una C.E: 0,41 m^S/cm, con bajo contenido de materia orgánica 1,32 %, nitrógeno bajo de 0,06%, alto en fosforo disponible con 45 ppm, bajo en potasio con 66 ppm, y alto contenido de carbonato de calcio con 11,88 % (Figura 2 del Anexo 3).

En el campo experimental, se realizaron las labores culturales, como la preparación del terreno a fines de agosto, previo riego de machaco, roturándose el suelo con la ayuda de la maquinaria agrícola (tractor) prosiguiendo el nivelado y surcado, también se efectuaron de forma mecánica por las condiciones mismas del terreno.

La fuente de agua utilizada para el riego del campo experimental, tuvo como procedencia del río Chancay. Previo a la instalación del trabajo de investigación se efectuó un análisis de suelo; el cual fue enviado al laboratorio de la estación Experimental Donoso – Huaral y cuyos resultados se detallan en la figura 2 en anexo 3.

Se realizó la preparación del almácigo. Utilizando un sustrato orgánico compuesto de musgo *Sphanum* de procedencia canadiense.

La siembra del almácigo se realizó en bandejas de 512 celdas se cubrió la bandeja, presionando y humedeciendo a capacidad de campo. Posteriormente a esta labor, se procedió a la colocación de la semilla; siendo estas primeramente inoculadas colocadas en un vaso siendo sumergidas en 10 ml del material biológico (*Trichoderma Viride*, *Gibberella sp.*, *Trichoderma sp.*), se prosiguió con la inoculación del *Azotobacter*, teniendo como primera labor la incorporación de miel de abeja con la semilla después de finalizada esta labor se prosiguió con el empalme miento del material bilógico y con la ayuda de un aspersor se le dio el primer riego ligero



Figura 02. Preparación del almácigo



Figura 3. Inoculación de los tratamientos

Una vez preparado el terreno y ya teniendo los plantines se procedió al trasplante, colocando los plantines en los surcos correspondientes a un distanciamiento de 0,30 m entre plantas y 1,00 m entre surcos. A los quince días de la siembra en el almacigo se realizó la segunda inoculación de los microorganismos. El trasplante se realizó cuando los plantines tenían 28 días y un promedio de 11 cm de altura, para su mejor prendimiento en campo definitivo, en el mismo momento se realizó la tercera inoculación.

Ya instalado el campo experimental, los riegos fueron frecuentes durante los primeros días después del trasplante. Posteriormente los riegos realizados se dieron con la finalidad de mantener la humedad óptima del campo.

El abonamiento y fertilización, se aplicó abono orgánico Mallki al fondo del surco y fertilizantes de acuerdo a los requerimientos del análisis físico-químico del suelo con la fórmula 220-60-200 NPK, usamos como fuente de nitrógeno: Urea (46%), Fosfato di amónico (18 % N y 46% P_2O_5), Cloruro de potasio (60% K_2O) obteniendo la cantidad de nutrientes requerido para el experimento tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2*Fertilización*

Aplicación	Fertilizantes	
1° aplicación (trasplante)	50% de N	Urea 6,450 kg
	Todo P ₂ O ₅	Fosfato Di amónico 4,400 kg
2° aplicación (25 días)	Todo K ₂ O	Cloruro de K 11,199 kg
	50% de N	Urea 6,450 kg
Total	28,499 kg	

El control fitosanitario en este trabajo esta detallado en la siguiente tabla (Tabla 3).

Tabla 3*Datos del control fitosanitario*

Agroquímicos	Dosis	Número de aplicaciones
Abamectina	200 cc/cil	5
Cipermex	250 cc/cil	6
Lancer	250 cc/cil	3
Antracol	500 g/cil	5
Hieloxil	500 g/cil	3
Benzomyl	250 g/cil	2
Abamectina	200 cc/cil	5
Cipermex	250 cc/cil	6

Las evaluaciones fueron semanales partiendo de los 7 días hasta a cosecha haciendo un total de 6 evaluaciones considerando como variables:

1° Tamaño de hoja

2° Peso fresco de la hoja

3° Tamaño de raíz

4° Peso fresco de la raíz

5° % Materia seca



Figura 4. Evaluaciones

Para la obtención de materia seca se realizó: Pre- deshidratado a 12 horas al ambiente



Figura 5. Pre – deshidratado

Secado en la estufa 60°C durante 18 – 24 h



Figura 6. Secado en la estufa

III. RESULTADOS

Para determinar el peso fresco de hojas (g) de la planta de lechuga, las evaluaciones se efectuaron a los 7, 14, 22, 28, 32 y 42 después del transplante (DDT)

En la **Tabla 4**, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) de la evaluación 42 DDT) del peso fresco de hoja de la planta de lechuga.

Tabla 4

Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular ($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	28476,647 3	7119,16184	4,25	0,0157	*
Tratamiento	4	3510,3201 6	877,58004	0,52	0,7199	n.s.
Error	12	26816,386 8	1676,02418			
TOTAL	19	58803,354 40				

Coefficiente de Variabilidad = 10,055%

En la **Tabla 4** se expresa el comportamiento de Comparación de Medias de la evaluación del peso fresco de hojas (g) de la planta de lechuga (42 DDT).

Tabla 5

Prueba de Duncan de peso fresco (g) de hoja de la planta de lechuga a los 42 DDT

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	422,66	a
T ₄	50 ml	415,02	a
T ₃	50 ml	407,02	a
T ₂	50 g	403,40	a
T₅	.....	387,52	a

En el **Tabla 5** se observa que el tratamiento T₁ (*Trichoderma Viride*), T₄ (*Trichoderma sp.*), T₂ (*Azotobacter*) y T₃ (*Gibberella sp.*) comparado con el T₅ (Testigo absoluto) no presentó diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de hojas de lechuga a los 42 DDT.

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 10,055 %.

A continuación, presentaremos de modo más ilustrativo la figura que gráfica la eficacia de peso fresco de hojas (g) de la planta de lechuga ,durante todo el periodo vegetativo.

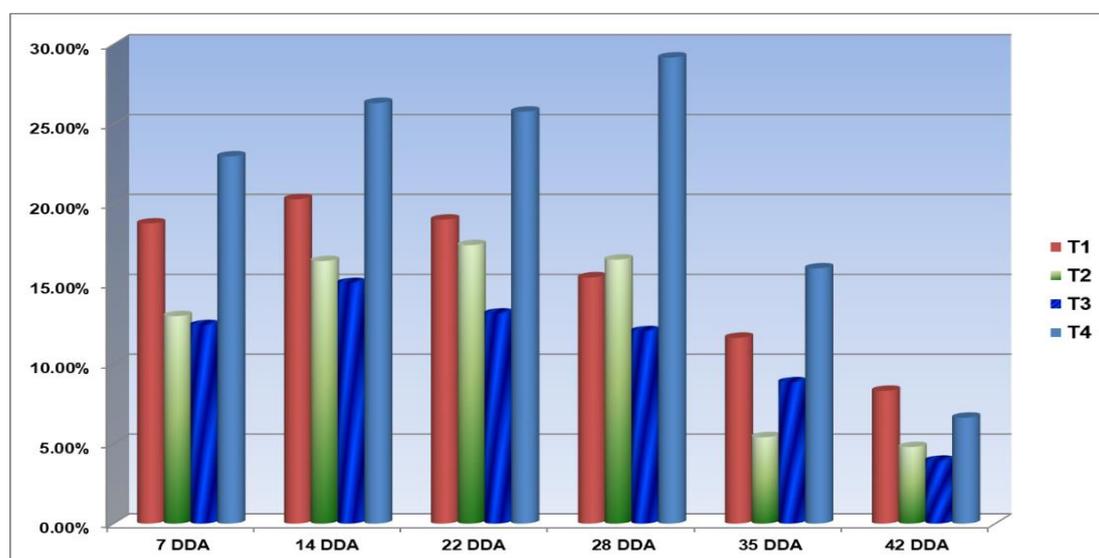


Figura 7. Análisis de Eficacia de peso (g) fresco de hoja

Datos de Peso fresco de raíces en (g) de la planta de Lechuga.

Para determinar el peso fresco de raíces (g) de la planta de lechuga las evaluaciones se efectuaron a los 7, 14, 22, 28, 32 y 42 DDT.

En la **Tabla 6**, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) de la evaluación (42 DDT) del peso fresco de raíces de la planta de lechuga.

Tabla 6

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	33862,32496	8465,58124	4,29	0,0152	*
Tratamiento	4	11637,19856	2909,29964	1,47	0,2567	*
Error	12	31601,97968	1975,12373			
TOTAL	19	77101,50320				

Coefficiente de Variabilidad = 10,543%

En la **Tabla 6** se expresa el comportamiento de Comparación de Medias de la evaluación del peso fresco de raíces (g) de la planta de lechuga (42 DDT).

Tabla 7

Prueba de Duncan de peso (g) fresco de raíces de la planta de lechuga a los 42 DDT

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	447,14	a
T ₄	50 ml	434,04	a
T ₃	50 ml	428,04	a
T ₂	50 g	414,64	a
T₅	.....	383,78	a

En el **Tabla 7** se observa que el tratamiento T₁ (*Trichoderma Viride*), T₄ (*Trichoderma sp.*), T₃ (*Gibberella sp.*), T₂ (*Azotobacter*) comparado con y el T₅ (Testigo absoluto) no presentó diferencias estadísticas significativas en el peso fresco de raíces de lechuga.

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 10,543 %.

A continuación, presentaremos de modo más ilustrativo la figura que gráfica la eficacia de peso fresco de raíz (g) de la planta de lechuga, durante todo el periodo vegetativo.

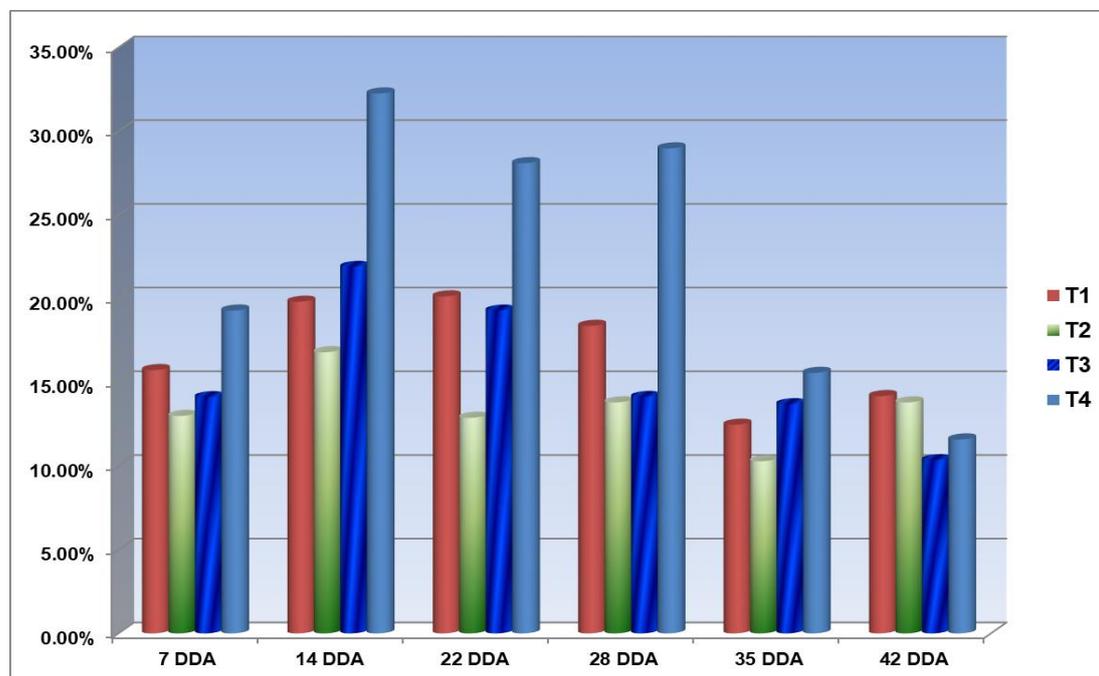


Figura 08. Análisis de Eficacia peso fresco (g) de raíz

Datos de Tamaño de hoja en (cm) de la planta de Lechuga.

Para determinar el tamaño de la hoja (cm) de la planta de lechuga, las evaluaciones se efectuaron a los 7, 14, 22, 28, 32 y 42 DDT.

En la **Tabla 8**, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) de la evaluación (42 DDT) del tamaño de hoja de la planta de lechuga.

Tabla 8

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	9,20857600	2,30214400	1,92	0,1565	*
Tratamiento	4	26,41929600	6,60482400	5,50	0,0056	*
Error	12	19,20598400	1,20037400			
TOTAL	19	54.83385600				

Coefficiente de Variabilidad = 5,049%

En la **Tabla 8** se expresa el comportamiento de Comparación de Medias de la evaluación del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga (42 DDT).

Tabla 9

Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan $(\alpha = 0,05)$
T ₁	50 ml	22,4960	a
T ₃	50 ml	22,2520	a
T ₂	50 g	22,2320	a
T ₄	50 ml	21,8200	a
T₅	.....	19,6880	b

En el **Tabla 9** se observa que el tratamiento T₁ (*Trichoderma Viride*), el T₃ (*Gibberella sp.*), T₂ (*Azotobacter*) y T₄ (*Trichoderma sp.*) comparado con y el T₅ (Testigo absoluto) presentó diferencias estadísticas significativas en el tamaño de hojas de lechuga.

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 5,049 %.

A continuación, presentaremos de modo más ilustrativo la figura que gráfica la eficacia de tamaño de hoja de lechuga (cm) de la planta de lechuga, durante todo el periodo vegetativo.

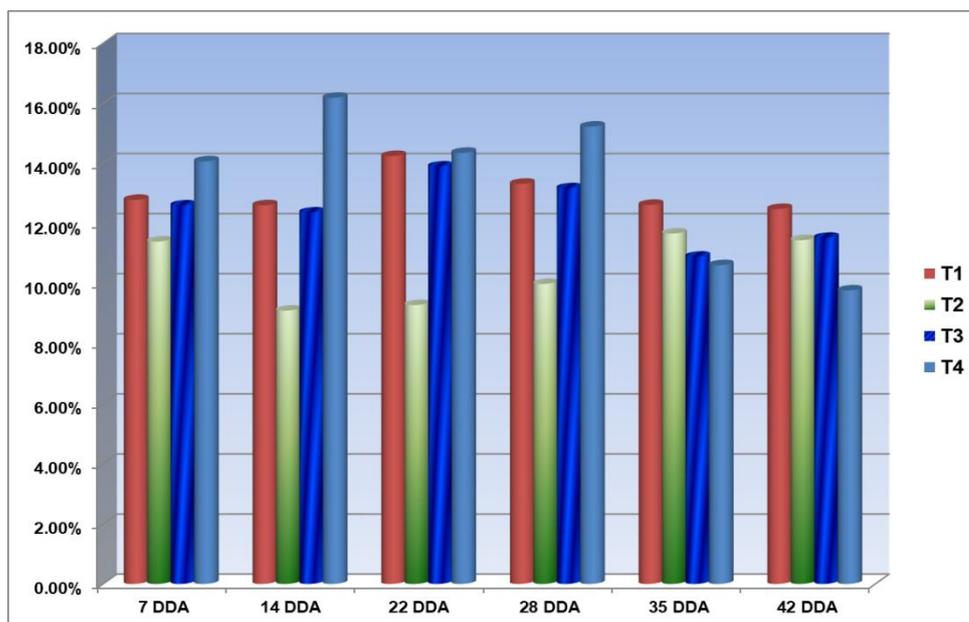


Figura 9. Análisis de Eficacia de tamaño de hoja(cm) de lechuga

Datos de tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga.

Para determinar el tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga, las evaluaciones se efectuaron a los 7, 14, 22, 28, 32 y 42 DDT.

En la **Tabla 10**, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) de la evaluación (42 DDT) del tamaño de raíces de la planta de lechuga.

Tabla 10

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	10,04870400	2,51217600	1,71	0,1969	*
Tratamiento	4	8,82950400	2,20737600	1,50	0,2483	*
Error	12	23,50185600	1,46886600			
TOTAL	19	42,38006400				

Coefficiente de Variabilidad = 6,812%

En la **Tabla 10** se expresa el comportamiento de Comparación de Medias de la evaluación del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga (42 DDT).

Tabla 11

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₃	50 ml	18,3760	a
T ₁	50 ml	18,2160	a
T ₄	50 ml	18,1840	a
T ₂	50 g	17,3200	a
T ₅	.....	16,8600	a

En el **Tabla 11** se observa que el tratamiento T₃ (*Gibberella sp.*), T₁ (*Trichoderma Viride*), T₄ (*Trichoderma sp.*) y T₂ (*Azotobacter*) comparado con y el T₅ (Testigo absoluto) no presentó diferencias estadísticas significativas en el tamaño de raíces de lechuga.

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 6,812 %.

A continuación, presentaremos de modo más ilustrativo la figura que gráfica la eficacia de tamaño de raíces (cm) de lechuga de la planta de lechuga, durante todo el periodo vegetativo.

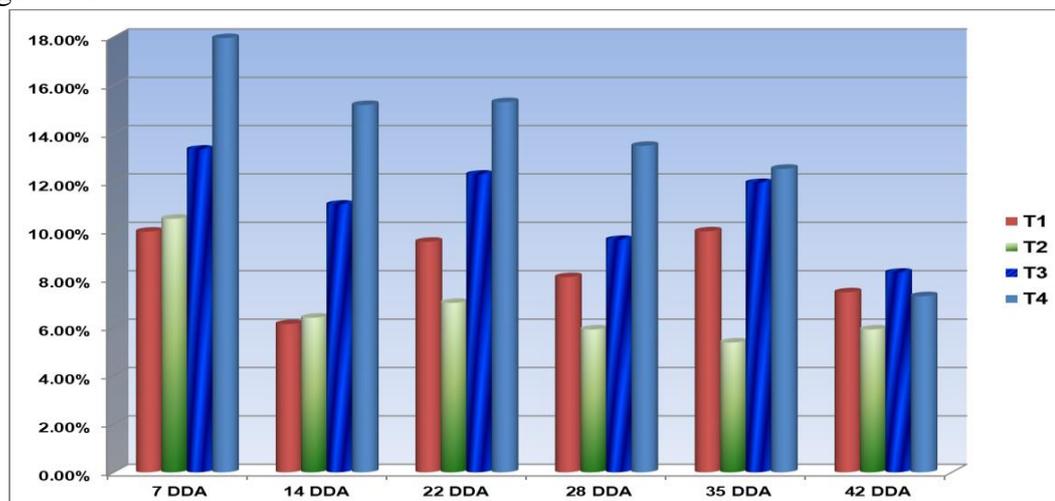


Figura 10. Análisis de Eficacia de tamaño de raíces de lechuga (cm)

Datos de materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga.

Para determinar la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga la evaluación se efectuó al final la cosecha.

En la **Tabla 12**, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) de la evaluación de la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga.

Tabla 12

Análisis de variancia de la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	6081385,79	1520346,45	0,77	0,5624	*
Tratamiento	4	18628105,27	4657026,32	2,35	0,0984	*
Error	12	31732742,06	1983296,38			
TOTAL	19	56442233,11				

Coefficiente de Variabilidad = 17,142%

En la **Tabla 12** se expresa el comportamiento de Comparación de Medias de la evaluación de la materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.

Tabla 13

Prueba de Duncan de la materia seca (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42ddt	Duncan ($\alpha = 0.05$)
T ₄	50 ml	4,5240	a
T ₁	50 ml	4,3840	a b
T ₂	50 g	3,9240	a b
T ₃	50 ml	3,9100	a b
T₅	.....	3,2900	b

En el **Tabla 13** se observa que el tratamiento T₄ (*Trichoderma sp.*), comparado con y el T₅ (Testigo absoluto) presentó diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de materia seca de planta de lechuga. Sin embargo, el T₂ (*Azotobacter*) y T₃

(*Gibberella sp.*), comparado con el T₅ (Testigo absoluto) no presentó diferencias estadísticas en el porcentaje de materia seca de la planta de lechuga.

Para el presente trabajo de investigación se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 16,205 %.

A continuación, presentaremos de modo más ilustrativo la figura que gráfica la eficacia de materia seca en (kg/ha), al momento de la cosecha.

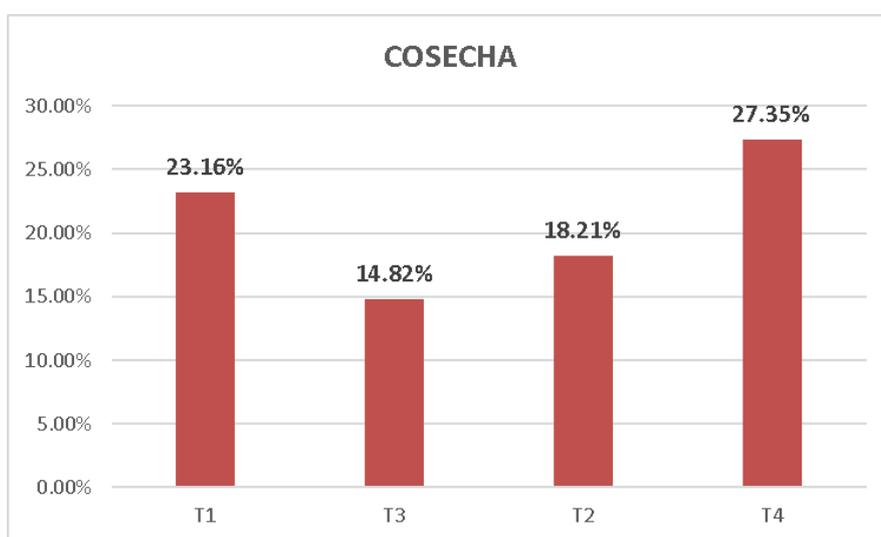


Figura 11. Análisis de Eficacia de materia seca en (kg/ha) de la planta de lechuga

IV. ANALISIS Y DISCUSION

El mayor rendimiento, se obtuvo del tratamiento T₄: *Trichoderma sp.* con un mayor contenido de materia seca de 9 307,60 kg /ha superior al tratamiento testigo T₅: 6762,30 kg/ha.

Resultados que concuerdan con el obtenido por (Corona C. ,2018) y donde se concluyó que el *Trichoderma sp.* influyó positivamente en la producción de la cebolla de variedad Carta Blanca.

Por ello, en la elección correcta de los microorganismos como promotores de rendimiento, constituye un factor importante para incrementar el rendimiento y por consiguiente tener cosechas rentables,

En cuanto a las características morfológicas en general de acuerdo a las variables establecidas, peso fresco de la hoja, tamaño de raíz y peso fresco de raíz en las evaluaciones no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo al momento de la cosecha , pero en el tamaño de hoja se muestra diferencia significativa entre los tratamientos son respecto al T₅ al momento de la cosecha .Estos resultados podrían concordar con la investigación de Rinu (2014) el cual indica que la promoción del crecimiento de las plantas se observa a menudo en respuesta a la colonización de *Trichoderma sp.* , lo que podría afianzarse con la investigación realizada por Camargo (2013) donde concluyo que la aplicación de *Trichoderma sp.* comercial en el cultivo de arveja mejora considerablemente el crecimiento y el desarrollo, influyendo dramáticamente en las variables fisiológicas como germinación, área foliar, peso seco de la raíz, peso fresco de la raíz, peso seco de la parte aérea, peso fresco de la parte aérea y longitud de raíz.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber finalizado y analizado los resultados obtenidos en este trabajo de investigación realizado en la parcela N° 9 del Campo de Investigación de la Estación Experimental DONOSO, durante fines de Agosto del 2017 a Octubre del 2017; llegamos a las siguientes conclusiones:

Pese a lo comentado al término de la cosecha se pudo analizar que el mejor tratamiento fue el T₄: *Trichoderma sp.* la cual registra el más alto contenido de materia seca, registrándose 9307,60 kg /has siendo estadísticamente superior al testigo, sin embargo, entre los tratamientos T₂, T₃, T₁ y T₄ no existe diferencia significativa.

En cuanto a las variables morfológicas se concluye que en el peso fresco de hojas (g) y peso fresco de raíces(g) hasta los 35 DDT (días después del transplante), obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, pero esta diferencia estadística entre los tratamientos y el testigo se pierden a los 42 días de evaluación.

En referencia al tamaño de raíz, se concluye que se obtuvo una diferencia estadística significativa hasta los 22 días entre los tratamientos con respecto al testigo, sin embargo, a los 42 días de evaluación no hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el testigo.

En referencia a la variable tamaño de hoja, podemos concluir que se mantuvo con diferencia estadísticamente significativa hasta el día 42 de la cosecha, siendo todos los tratamientos superiores al testigo.

Con lo que respecta a las recomendaciones en base al estudio realizado, se recomienda inocular *Trichoderma sp.* ya que con este se obtiene mayores rendimientos.

Se propone continuar con este tipo de investigación, ya que los resultados obtenidos son de importancia agronómica para incrementar rendimiento de una manera ecológica, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos.

Es recomendable realizar trabajos de investigación comparativos con otros microorganismos, con el fin de brindar más opciones y de mayor accesibilidad para el agricultor. Evaluar el mismo trabajo de investigación en diversas épocas de siembra para observar el comportamiento de las características botánicas del cultivo bajo las diferentes temperaturas.

VI. DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a mis padres Angel Daniel Trujillo Blas y Mary Rosa Ipanaque Cordova, para ellos que con su lucha continua y amor me formaron y apoyaron en mi camino profesional.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias A, (2015) *Estudio de la fenología, rendimiento forrajero, y valor nutritivo de dos variedades de avena (Mantaro 15 y Criolla) en los C.E. Casaracra y Alpaicayan* – UNDAC, 113 pp., Cerro de Pasco Perú. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Arrieta H., Regla Y., Torres J. , Dominguez D. (2019)*Comportamiento morfológico del Maíz inoculado con Azotobacter chroococcum a dosis reducida de fertilizante nitrogenado* Vol. 21, N°. 2, 2019, págs. 166-178 , University of Pinar del Río
- Barboza M. (2018) *Efecto De La Combinación De Diferentes Dosis De Citoquininas Y Giberelinas Sobre El Cuajado, Retención Y Crecimiento De Frutos En El Cultivo De Papaya (Carica Papaya L) En Cieneguillo Sur- Sullana*, 2016. Universidad Nacional De Piura 2018
- Camargo D. (2013). *Efectos del Trichoderma sp. Sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (Pisum Sativum L.)*.
- Castro Toro, A., & Rivillos Osorio, C. (2012). *Trichoderma spp . Modos de acción, eficacia y usos en el cultivo de café*. Colombia: Sandra Milena Marín López, I.A.
- Chávez, D., Pereira, G., & Machuca, Á. (2014). *Estimulación del crecimiento en plántulas de Pinus radiata utilizando ectomicorrícicos y saprobios como biofertilizantes*. Los Ángeles, Chile.
- Corona C. (2018) *Inoculación de Trichoderma spp. Para la producción del cultivo de cebolla*, Instituto Politécnico Nacional

- Cutiño M. (2011). *Efectividad de cepas de Azotobacter Chroococcum en el cultivo del garbanzo (Cicer arietinum, L.) cultivar JP-94, en suelos Fersialítico pardo rojizo mullido de la provincia Las Tunas. Universidad De Las Tunas Vladimir Ilich Lenin*
- Illa C., Pérez A., Torassa M. Y Pérez M. (2019) *Efecto de biocontrol y promoción del crecimiento en maní por Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis en condiciones controladas y campo*, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba
- Jácome C., García Y., Guerrero J., Arteaga Y., Lazo Y., Morales A.,(2019) *Efecto de Trichoderma harzianum como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de Swietenia macrophylla en condiciones de vivero*, Vol. 8, Nº. 1, 2019 págs. 40-51 ,Revista Amazónica Ciencia y Tecnología,
- León L., & Rojas L. (oct. 2015). *Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de Azotobacter Spp. Aislados de la rizósfera de malezas en cultivos de maíz (Zea mays L.)*. Scientia agropecuaria, 6 (4).
- Neyra, S., Terrones, L., Toro, L., Zarate, B., & Soriano, B. (2013). *Efecto de la inoculación de Rhizobium etli y Trichoderma Viride sobre el crecimiento aéreo y radicular de Capsicum annum var. Longum. Rebiolest.*, 1-11.
- Noreña, J.; Aguilar, A.; Molano, J.; Rincón, O. & Corpioca, M. 2016. *Modelo tecnológico para el cultivo de Lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el Oriente Antioqueño*. Disponible en: <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Manual%20del%20cultivo%20De%20la%20lechuga.pdf>. Fecha de última consulta: 11/08/2019.
- Obando, M., Rivera, D., & Bonilla, R. (2013). *Respuesta fisiológica a la fertilización por Azotobacter chroococcum y fertilización nitrogenada de síntesis sobre el maíz (Zea Mays L.) En invernadero*. Biotecnología, vol. 17(no. 1), 11-22.

- Pedraza, R.O. (2010). *Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos*. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria 11(2), 155-164. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624728.pdf>
- Rinu K., Sati P., Pandey A. (2014) *Trichoderma gamsii (NFCCI 2177): cepa fúngica endofítica, psicrotolerante, promotora del crecimiento vegetal y antagonista recientemente aislada*, Wiley Online Library
- Simbaña E. (2015) *Estudio del rendimiento de cuatro hortalizas producidas a partir de semillas de producción artesanal Vs. Semillas importadas*, en las localidades de Tumbaco- Pichincha y José Guango Bajo- Cotopaxi, 2013. Quito – Ecuador
- Troncoso Vilches, C. M. (2013). *Caracterización de la biosíntesis de giberelinas en hongos del género fusarium pertenecientes al complejo taxonómico Gibberella fujikuroi*". Santiago- Chile.
- Urbina. (2012). *Efecto de fitorreguladores y hormonas*. Obtenido de www.urbinvinos.blogspot.com
- Zapata R., Quiroga M., Murillo B., Agüero D., Lisi B. y Mena P.(2012) *Trichoderma spp biocontrolador y promotor de crecimiento: Una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos*, Vol. 16, 2012 Universidad Nacional de Salta - Bolivia

ANEXOS

Anexo I. Diseño del campo experimental

Bloque I	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Bloque II	T ₃	T ₁	T ₄	T ₅	T ₂
Bloque III	T ₅	T ₃	T ₁	T ₂	T ₄
Bloque IV	T ₄	T ₅	T ₂	T ₁	T ₃
Bloque V	T ₂	T ₄	T ₅	T ₃	T ₁

Figura 1. Diseño del campo experimental

Anexo 2. Distribución de los tratamientos en campo

Tabla 1

Distribución de los tratamientos en campo

Bloques	Tratamientos				
I	T ₁ <i>Trichoderma Viride</i>	T ₂ <i>Azotobacter</i>	T ₃ <i>Gibberella sp.</i>	T ₄ <i>Trichoderma sp.</i>	T ₅ Testigo Absoluto
II	T ₃ <i>Gibberella sp.</i>	T ₁ <i>Trichoderma Viride</i>	T ₄ <i>Trichoderma sp.</i>	T ₅ Testigo Absoluto	T ₂ <i>Azotobacter</i>
III	T ₅ Testigo Absoluto	T ₃ <i>Gibberella sp.</i>	T ₁ <i>Trichoderma Viride</i>	T ₂ <i>Azotobacter</i>	T ₄ <i>Trichoderma sp.</i>
IV	T ₄ <i>Trichoderma sp.</i>	T ₅ Testigo Absoluto	T ₂ <i>Azotobacter</i>	T ₁ <i>Trichoderma Viride</i>	T ₃ <i>Gibberella sp.</i>
V	T ₂ <i>Azotobacter</i>	T ₄ <i>Trichoderma sp.</i>	T ₅ Testigo Absoluto	T ₃ <i>Gibberella sp.</i>	T ₁ <i>Trichoderma Viride</i>

Anexo 3 Análisis de suelo del área experimental

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"



PERÚ

Ministerio de
Agricultura y
Riego

Instituto Nacional de
Innovación Agraria

Estación Experimental
Agraria Donoso Kiyotada
Miyagawa

LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS BASICO DE FERTILIDAD

NOMBRE : FECHA : 22/11/2016
DIRECCION : EE.A. DONOSO - HUARAL LOTE 09

N° LAB.	C.E. mS/cm 1:2.5	pH 1:2.5	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CaCO3 %	CATIONES INTERCAMBIABLES meq/100 gr Suelo				CIC-E
								Ca	Mg	Na	K	
644	0.41	7.08	1.32	0.06	45	66	11.88	5.10	0.43	0.04	0.17	5.74

REACCION DEL SUELO (pH) : Neutro
SALINIDAD (C.E.) : Sin peligro de sales
MATERIA ORGANICA (M.O.): Bajo
NITROGENO (N) : Bajo
FOSFORO DISPONIBLE (P) : Alto
POTASIO DISPONIBLE (K) : Bajo
CARBONATO DE CALCIO (CaCO3): Alto
SUGERENCIAS:

CULTIVO	LECHUGA		
	N	P2O5	K2O
kg/ha	220	60	200

OBSERVACIONES :
Proceder a fertilizar e incorporar 20 TM/Ha de guano de aves, estiércol de vacuno, compost, humus de lombris o guano de isla.



Ing. Rafael Juan Calderón Espinoza
Laboratorio de Suelos (r)

Figura 2. Análisis de suelo del área experimental

Anexo 4: Tabla de análisis de resultados

Tabla 2

Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha=0,05)}$	Signif.
Bloque	3	0,00879000	0,01140000	1,30	0,3129	*
Tratamiento	4	0,07216000	0,01804000	2,05	0,1351	*
Error	12	0,14064000	0,00879000			
TOTAL	19	0,25840000				

Coefficiente de Variabilidad = 15,024%

Tabla 3

Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 7 ddt	Duncan $(\alpha=0,05)$
T ₄	50 ml	0,69600	|a
T ₁	50 ml	0,66000	a b
T ₂	50 g	0,61600	a b
T ₃	50 ml	0,61200	a b
T₅	.....	0,53600	b

Tabla 4

Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Fuente de Variabilidad	G L	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha=0,05)}$	Signif.
Bloque	3	0,46614400	0,11653600	3,10	0,0456	*
Tratamiento	4	0,71158400	0,17789600	4,73	0,0103	*
Error	12	0,60153600	0,03759600			
TOTAL	19	1,77926400				

Coefficiente de Variabilidad = 11,215%

Tabla 5

Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 14ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	1,9600	a
T ₁	50 ml	1,8120	a
T ₂	50 g	1,7280	a
T ₃	50 ml	1,7000	ab
T₅	.....	1,4440	ab

Tabla 6

Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calc ulado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	12,88534400	3,22133600	1,77	0,1851	*
Tratamiento	4	37,16982400	9,29245600	5,09	0,0077	*
Error	12	29,18553600	1,82409600			
TOTAL	19	79,24070400				

Coefficiente de Variabilidad = 10,611%

Tabla 7

Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g)de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 22 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	14,4240	a
T ₁	50 ml	13,2200	a b
T ₂	50 g	12,9640	a b
T ₃	50 ml	12,3240	b c
T₅	.....	10,7040	c

Tabla 8*Análisis de variancia de peso de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 28 DDT.*

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	1558099840	38,9524960	0,47	0,7538	n.s.
Tratamiento	4	857,1555840	214,2888960	2,61	0,0747	*
Error	12	1313,125056	82,070316			
TOTAL	19	2326,090624				

Coefficiente de Variabilidad = 17,329%**Tabla 9***Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de Lechuga a los 28 DDT.*

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 28 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	62,244	a
T ₁	50 ml	52,116	a b
T ₂	50 g	52,812	a b
T ₃	50 ml	50,120	b
T ₅	.....	44,084	b

Tabla 10*Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.*

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	2397,895904	599,473976	2,99	0,0509	*
Tratamiento	4	1930,664064	482,666016	2,41	0,0924	*
Error	12	3208,104896	200,506556			
TOTAL	19	7536,664864				

Coefficiente de Variabilidad = 9,503%

Tabla 11

Prueba de Duncan de peso fresco de hoja en(g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 35 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	161,912	a
T ₁	50 ml	153,952	a b
T ₂	50 g	143,816	a b
T ₃	50 ml	149,236	a b
T₅	.....	136,040	b

Tabla 12

Análisis de variancia de peso fresco de hoja en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	28476,6473	7119,16184	4,25	0,0157	*
Tratamiento	4	3510,32016	877,58004	0,52	0,7199	n.s.
Error	12	26816,3868	1676,02418			
TOTAL	19	58803,35440				

Coefficiente de Variabilidad = 10,055%

Tabla 13

Prueba de Duncan de peso fresco (g) de hoja de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	422,66	a
T ₄	50 ml	415,02	a
T ₂	50 g	407,02	a
T ₃	50 ml	403,40	a
T₅	.....	387,52	a

Tabla 14

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	0,03542400	0,00885600	1,37	0,2897	*
Tratamiento	4	0,04582400	0,04582400	1,77	0,1850	*
Error	12	0,10377600	0,00648600			
TOTAL	19	0,18502400				

Coefficiente de Variabilidad = 13,090%

Tabla 15

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 7 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	0,66400	a
T ₁	50 ml	0,63600	a b
T ₂	50 g	0,61600	a b
T ₃	50 ml	0,62400	a b
T₅	.....	0,53600	b

Tabla 16

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	0,31600000	0,07900000	1,24	0,3351	*
Tratamiento	4	1,02608000	0,25652000	4,01	0,019	*
Error	12	1,02272000	0,06392000			
TOTAL	19	2,36480000				

Coefficiente de Variabilidad = 15,341%

Tabla 17

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 14 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	1,9600	a
T ₃	50 ml	1,7000	a
T ₁	50 ml	1,6560	a b
T ₂	50 g	1,5960	a b
T₅	.....	1,3280	b

Tabla 18

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	14,65360000	3,66340000	2,95	0,0529	*
Tratamiento	4	51,85840000	12,96460000	10,44	0,0002	*
Error	12	19,86560000	1,24160000			
TOTAL	19	86,37760000				

Coefficiente de Variabilidad = 8,268%

Tabla 19

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en(g) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 22 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	15,5400	a
T ₁	50 ml	13,9920	b
T ₃	50 ml	13,8440	b
T ₂	50 g	12,8280	b
T₅	.....	11,1760	c

Tabla 20

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	124,4432000	31,1108000	0,37	0,8261	n.s.
Tratamiento	4	780,9476800	195,2369200	2,33	0,1008	*
Error	12	1343,238720	83,952420			
TOTAL	19	2248,629600				

Coefficiente de Variabilidad = 18,076%

Tabla 21

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en(g) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 28 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	59,892	a
T ₁	50 ml	52,116	a b
T ₃	50 ml	49,536	a b
T ₂	50 g	49,352	a b
T₅	.....	42,544	b

Tabla 22

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	642,007520	160,501880	0,87	0,5018	*
Tratamiento	4	1900,505760	475,126440	2,58	0,0769	*
Error	12	2943,512320	183,969520			
TOTAL	19	5486,025600				

Coefficiente de Variabilidad = 8,902%

Tabla 23

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 35 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	161,104	a
T ₃	50 ml	157,604	a
T ₁	50 ml	155,404	a
T ₂	50 g	151,628	a b
T ₅	.....	136,040	b

Tabla 24

Análisis de variancia de peso fresco de raíces en (g) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F(\alpha = 0,05)$	Signif.
Bloque	3	33862,32496	8465,58124	4,29	0,0152	*
Tratamiento	4	11637,19856	2909,29964	1,47	0,2567	*
Error	12	31601,97968	1975,12373			
TOTAL	19	77101,50320				

Coefficiente de Variabilidad = 10,543%

Tabla 25

Prueba de Duncan de peso fresco de raíces en(g) de la planta de lechuga a los 42 DDT

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	447,14	a
T ₄	50 ml	434,04	a
T ₃	50 ml	428,04	a
T ₂	50 g	414,64	a
T ₅	.....	383,78	a

Tabla 26

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	0,88438400	0,22109600	0,29	0,8826	n.s.
Tratamiento	4	2,12502400	0,53125600	0,69	0,6109	*
Error	12	12,35881600	0,77242600			
TOTAL	19	15,36822400				

Coefficiente de Variabilidad = 16,023%

Tabla 27

Prueba de Duncan del tamaño de hojas en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 7 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	5,7160	a
T ₁	50 ml	5,6320	a
T ₃	50 ml	5,6200	a
T ₂	50 g	5,5440	a
T₅	.....	4,9120	a

Tabla 28

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	0,71782400	0,17945600	0,46	0,7634	n.s.
Tratamiento	4	2,71462400	0,67865600	1,74	0,1899	*
Error	12	6,23129600	0,38945600			
TOTAL	19	9,66374400				

Coefficiente de Variabilidad = 11,019%

Tabla 29

Prueba de Duncan del tamaño de hojas en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5.0 litros	Evaluación 14 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	6,0560	a
T ₁	50 ml	5,8080	a b
T ₃	50 ml	5,7920	a b
T ₂	50 g	5,5840	a b
T₅	.....	5,0760	b

Tabla 30

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	1,40560000	0,35140000	1,56	0,2330	*
Tratamiento	4	7,34768000	1,83692000	8,15	0,0009	*
Error	12	3,60592000	0,22537000			
TOTAL	19	12,35920000				

Coefficiente de Variabilidad = 5,046%

Tabla 31

Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 22 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	9,8120	a
T ₁	50 ml	9,8000	a
T ₃	50 ml	9,7600	a
T ₂	50 g	9,2640	a
T₅	.....	8,4040	b

Tabla 32

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	1,70208000	0,42552000	0,47	0,7591	n.s.
Tratamiento	4	14,96608000	3,74152000	4,11	0,0177	*
Error	12	14,57584000	0,91099000			
TOTAL	19	31,24400000				

Coefficiente de Variabilidad = 6,999%

Tabla 33

Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 28 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	14,3720	a
T ₁	50 ml	14,0560	a
T ₃	50 ml	14,0320	a
T ₂	50 g	13,5360	a
T₅	.....	12,1840	b

Tabla 34

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular F($\alpha = 0,05$)	Signif.
Bloque	3	5,37929600	1,34482400	0,69	0,6114	*
Tratamiento	4	17,36073600	4,34018400	2,22	0,1131	*
Error	12	31,32198400	1,95762400			
TOTAL	19	54,06201600				

Coefficiente de Variabilidad = 7,988%

Tabla 35

Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 35 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	18,1640	a
T ₂	50 g	17,9680	a
T ₃	50 ml	17,8120	a b
T ₄	50 ml	17,7560	a b
T ₅	.....	15,8720	b

Tabla 36

Análisis de variancia del tamaño de hoja en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calc ulado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	9,20857600	2,30214400	1,92	0,1565	*
Tratamiento	4	26,41929600	6,60482400	5,50	0,0056	*
Error	12	19,20598400	1,20037400			
TOTAL	19	54,83385600				

Coefficiente de Variabilidad = 5,049%

Tabla 37

Prueba de Duncan del tamaño de hojas (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₁	50 ml	22,4960	a
T ₃	50 ml	22,2520	a
T ₂	50 g	22,2320	a
T ₄	50 ml	21,8200	a
T ₅	.....	19,6880	b

Tabla 38

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha=0,05)}$	Signif.
Bloque	3	12,66825600	3,16706400	4,42	0,0134	*
Tratamiento	4	6,72649600	1,68162400	2,35	0,0983	*
Error	12	11,45334400	0,71583400			
TOTAL	19	30,84809600				

Coefficiente de Variabilidad = 10,381%

Tabla 39

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 7 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 7 ddt	Duncan $(\alpha=0,05)$
T ₄	50 ml	8,8680	a
T ₃	50 ml	8,3960	a b
T ₂	50 g	8,1280	a b
T ₁	50 ml	8,0800	a b
T ₅	.....	7,2760	b

Tabla 40

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha=0,05)}$	Signif.
Bloque	3	0,68854400	0,17213600	0,25	0,9031	n.s.
Tratamiento	4	5,71190400	1,42797600	2,10	0,1277	*
Error	12	10,85513600	0,67844600			
TOTAL	19	17,25558400				

Coefficiente de Variabilidad = 9,578%

Tabla 41

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 14 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 14 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	9,3240	a
T ₃	50 ml	8,8920	a b
T ₂	50 g	8,4480	a b
T ₁	50 ml	8,4240	a b
T₅	.....	7,9080	b

Tabla 42

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	1,83526400	0,45881600	0,59	0,6747	n.s.
Tratamiento	4	6,19574400	1,54893600	1,99	0,1443	*
Error	12	12,44137600	0,77758600			
TOTAL	19	20,47238400				

Coefficiente de Variabilidad = 9,864%

Tabla 43

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 22 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 22 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	9,5920	a
T ₃	50 ml	9,2640	a b
T ₁	50 ml	8,9800	a b
T ₂	50 g	8,7360	a b
T₅	.....	8,1240	b

Tabla 44

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	5,63353600	1,40838400	0,86	0,5095	*
Tratamiento	4	8,01865600	2,00466400	1,22	0,3404	*
Error	12	26,24902400	1,64056400			
TOTAL	19	39,90121600				

Coefficiente de Variabilidad = 10,732%

Tabla 45

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 28 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 28 ddt	Duncan $(\alpha = 0,05)$
T ₄	50 ml	12,7440	a
T ₃	50 ml	12,1960	a
T ₁	50 ml	11,9920	a
T ₂	50 g	11,7160	a
T ₅	.....	11,0240	a

Tabla 46

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 35 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	1,15830400	0,28957600	0,12	0,9748	n.s.
Tratamiento	4	18,03990400	4,50997600	1,81	0,1761	*
Error	12	39,85305600	2,49081600			
TOTAL	19	59,05126400				

Coefficiente de Variabilidad = 9,213%

Tabla 47

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de Lechuga a los 35 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 35 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	17,9800	a
T ₃	50 ml	17,8600	a
T ₁	50 ml	17,4640	a
T ₂	50 g	16,6160	a
T₅	.....	15,7240	a

Tabla 48

Análisis de variancia del tamaño de raíces en (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	10,04870400	2,51217600	1,71	0,1969	*
Tratamiento	4	8,82950400	2,20737600	1,50	0,2483	*
Error	12	23,50185600	1,46886600			
TOTAL	19	42,38006400				

Coefficiente de Variabilidad = 6,812%

Tabla 49

Prueba de Duncan del tamaño de raíces (cm) de la planta de lechuga a los 42 DDT.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42 ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₃	50 ml	18,3760	a
T ₁	50 ml	18,2160	a
T ₄	50 ml	18,1840	a
T ₂	50 g	17,3200	a
T₅	.....	16,8600	a

Tabla 50

Análisis de variancia de la materia seca (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.

Fuente de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	F. Calculado	F. Tabular $F_{(\alpha = 0,05)}$	Signif.
Bloque	3	6081385,79	1520346,45	0,77	0,5624	*
Tratamiento	4	18628105,27	4657026,32	2,35	0,0984	*
Error	12	31732742,06	1983296,38			
TOTAL	19	56442233,11				

Coefficiente de Variabilidad = 17,142%

Tabla 51

Prueba de Duncan de la materia seca (kg/ha) de la planta de lechuga al final de la cosecha.

Tratamiento	Dosis x 5,0 litros	Evaluación 42ddt	Duncan ($\alpha = 0,05$)
T ₄	50 ml	4,5240	a
T ₁	50 ml	4,3840	a b
T ₂	50 g	3,9240	a b
T ₃	50 ml	3,9100	a b
T₅	.....	3,2900	b

Anexo 5: Fotografías del campo



Figura 3. Lavado de las bandejas

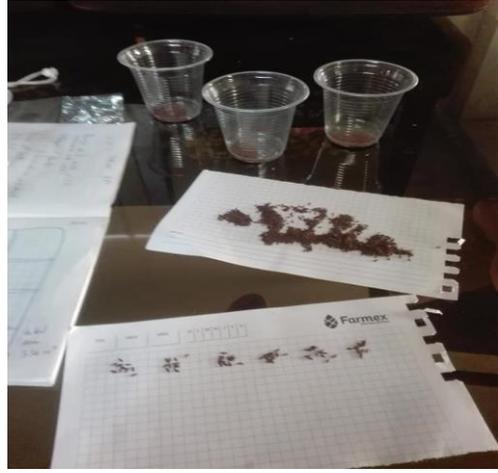


Figura 4. Selección de las semillas



Figura 5. Inoculación de las semillas



Figura 6. Instalación del material biológico



Figura 7. Preparación del terreno



Figura 8. Trasplante y trazado del campo experimental



Figura 9. Aplicaciones



Figura 10. Instrumentos para la recolección de datos



Figura 11. Recolección de datos (peso en fresco)



Figura 12. Recolección de datos



Figura 13. Recolección de datos (peso de raíz)



Figura 14. Pre-deshidratado del material fresco vegetativo



Figura 15. Peso del material vegetativo en fresco vegetativo



Figura 16. Material vegetativo deshidratado