

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ambiental

Trabajo de Investigación

**Influencia del trichoderma en la mejora del  
crecimiento de la planta de cebada y calidad  
de suelo en Viques - 2020**

Esther Jhackeline Espinal Yauri

Para optar el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad por el apoyo académico que me brindo, así mismo al laboratorio en los que se realizó el análisis por los resultados verídicos obtenidos y a mi asesor por los conocimientos, correcciones en la elaboración del presente informe y el tiempo brindado.

## **DEDICATORIA**

A Dios por la guía brindada, a mis padres por los valores inculcados, así mismo por el apoyo emocional y económico, a mis maestros por el tiempo y enseñanzas brindadas.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	ix
CAPÍTULO I .....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.2. Formulación del problema .....	3
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
1.3. Justificación e importancia .....	3
1.3.1. Económica .....	4
1.3.2. Ambiental .....	4
1.3.3. Social .....	4
1.3.4. Teórica .....	4
1.4. Hipótesis y descripción de variables .....	4
1.4.1. Hipótesis general .....	4
1.4.2. Hipótesis específicas .....	4
1.4.3. Operacionalización de variables .....	5
CAPÍTULO II .....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes del problema .....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	9
2.2. Bases teóricas .....	11
2.2.1. Teorías físicas .....	11
2.2.2. Teorías químicas .....	11
2.2.3. Teorías biológicas .....	12

2.3. Definición de términos básicos .....	12
CAPÍTULO III .....	14
METODOLOGÍA .....	14
3.1. Método y alcance de la investigación .....	14
3.1.1. Método.....	14
3.1.2. Nivel.....	14
3.2. Diseño de la Investigación.....	14
3.2.1. Diseño experimental .....	14
3.3. Población y muestra.....	15
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.4.1. MUESTREO DE SUELO.....	15
CAPÍTULO IV .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	20
4.2. Prueba de Hipótesis .....	23
4.2.1. Prueba de hipótesis para el pH entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum.....	23
4.2.2. Prueba de hipótesis para la Conductividad Eléctrica entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum .....	25
4.2.3. Prueba de hipótesis para la retención de humedad entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum .....	26
4.2.4. Prueba de hipótesis para el crecimiento de la planta de cebada entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum .....	28
4.3. Discusión de resultados .....	29
CONCLUSIONES .....	31
RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	5
Tabla 2: Clasificación del Trichoderma .....	12
Tabla 3: Muestreo de suelos.....	16
Tabla 4: Rangos de pH. ....	17
Tabla 5: Nivel de salinidad del suelo.....	18
Tabla 6: pH del suelo.....	20
Tabla 7: Conductividad eléctrica del suelo .....	21
Tabla 8: Humedad del suelo .....	22
Tabla 9: Crecimiento control vs Trichoderma.....	23
Tabla 10: Control semanal de pH.....	24
Tabla 11: Control semanal de C.E. ....	25
Tabla 12: Control semanal de porcentaje de Humedad .....	27
Tabla 13: Control del crecimiento.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parcela de sembrado de la cebada.....	1
Figura 2: Mapa de ubicación política de Viques.....	2
Figura 3: Mapa de ubicación de la parcela.....	2
Figura 4: Actuación del trichoderma.....	12
Figura 5: Equipos de medición para la acidez del suelo.....	17
Figura 6: Medida de la conductividad eléctrica.....	18
Figura 7: Instrumentos de medición del % de humedad .....	19
Figura 8: Tabla de Munsell .....	19
Figura 9: pH con Trichoderma vs Control.....	20
Figura 10: Conductividad Eléctrica (mS) Con Trichoderma vs control.....	21
Figura 11: Humedad (%) Con Trichoderma vs control .....	22
Figura 12: Crecimiento con Trichoderma VS sin Trichoderma .....	23

## RESUMEN

Existe un tipo de hongo dentro de la familia de Trichoderma, el *Trichoderma Harzianum*, el cual se aplica como enmienda para el suelo, el cual ayuda con la mejora del suelo en el Distrito de Viques – Junín, ya que su actividad económica principal es la agricultura, de esta manera se disminuye el uso de agroquímicos que son utilizados en su gran mayoría en los sembríos agrícolas. En la presente investigación se tuvo como objetivo la determinación de la influencia del *Trichoderma Harzianum* en la mejora del crecimiento de la planta de cebada y la calidad de suelo en el distrito de Viques – Junín. Se realizó con una metodología experimental, de tipo correlacional, este tipo de diseño tiene 2 grupos, uno que actúa como el control en el que no se incluye ningún aditamento y otro en el que se incluye el *Trichoderma Harzianum*. Se sacaron muestras de suelos por 6 semanas consecutivas, en las que se realizó la medida de pH, Conductividad Eléctrica, el porcentaje de humedad o retención de humedad, también se hizo un control del color de suelo, sin embargo, no se tuvo cambios en este parámetro. Se tuvieron los siguientes resultados para las hojas y semillas, así como en el tamaño el grupo que tenía añadido el hongo *Trichoderma Harzianum* tuvo un mejor crecimiento con respecto al control. En el pH del suelo con *Trichoderma* hizo que el suelo cambie de alcalino a neutro. Con respecto a la conductividad eléctrica la aplicación del hongo hace que el suelo tenga mayor movimiento ionizante, esto hace que tenga una ligera salinidad. Para la humedad del suelo con *Trichoderma* tuvo mayor retención de agua, lo cual favorece a que la planta absorba mayores nutrientes y finalmente con respecto al color fue “4/4 YR” (marrón amarillento) sin ningún cambio. En conclusión, el hongo *Trichoderma* influye positivamente en la mejora del crecimiento de la planta de cebada, de la misma forma con la calidad del suelo.

**Palabras claves:** *Trichoderma Harzianum*, hongo, enmienda, agroquímicos, planta de cebada, calidad del suelo, crecimiento, parámetro.

## ABSTRACT

There is a type of fungus within the *Trichoderma* family, the *Trichoderma Harzianum*, which is applied as a soil amendment, which helps with the improvement of the soil, in this way the use of agrochemicals that are used in great mostly in agricultural crops. The objective of this research was to determine the influence of *Thichoderma Harzianum* on the improvement of barley plant growth and soil quality in the district of Viques - Junín. It was carried out with an experimental methodology, of novel correlation, this type of design has 2 groups, one that acts as the control in which no accessory is included and another in which the *Trichoderma Harzianum* is included. Soil samples were taken for 6 consecutive weeks, in which the measurement of Ph, Electrical Conductivity, the percentage of moisture or moisture retention was carried out, a control of the soil color was also made, however, there were no changes in this parameter. The following results were obtained for the leaves and seeds, as well as the size of the group that had added *Trichoderma Harzianum* fungus had better growth compared to the control. In soil pH with Trichoderma it made the soil change from alkaline to neutral. With regard to electrical conductivity, the application of the fungus causes the soil to have greater ionizing movement, this causes it to have a slight salinity. For soil moisture with *Trichoderma* it had greater water retention, which favors the plant to absorb greater nutrients and finally with respect to color it was "4/4 YR" (yellowish brown) without any change. In conclusion, the Trichoderma fungus positively influences the growth improvement of the barley plant, in the same way with the quality of the soil.

Keywords: *Trichoderma Harzianum*, fungus, amendment, agrochemicals, barley plant, soil quality, growth, parameter.

## INTRODUCCIÓN

Las malas prácticas agrícolas vienen deteriorando el suelo por muchos años, ya que se aplican directamente al suelo una variedad de químicos como control de parásitos, hongos, insectos, etc. Y estos no favorecen el crecimiento sano de los cultivos del distrito de Viques-Junín e incluso no tienen una seguridad alimentaria, lo que hace que los productos tengan menos acogida. La localidad de Viques es conocida por que su actividad económica se basa en la agricultura, como los sembríos de verduras, también por la cantidad de viveros existentes en la zona, lo que conlleva a que su actividad económica gira entorno al uso de suelo.

En el capítulo I se realizó el planteamiento del problema de tipo correlacional entre la influencia del *Trichoderma Harzianum* y el mejoramiento del crecimiento de la planta de cebada y la calidad del suelo, teniendo como parámetros de control de la calidad del suelo a la conductividad eléctrica, porcentaje de humedad, pH y color del suelo, y como parámetros de control para la planta de cebada el número de semillas germinadas y el tamaño de la hoja.

El hongo *Trichoderma* se encuentra en una variedad de suelos, en los cuales no se han inoculado ningún químico, y este tipo de hongo produce enzimas que causan cambios en las estructuras a nivel celular de los diversos patógenos de las plantas, así también tienen un efecto biocontrolador de dichos patógenos. Existen reportes de que el *Trichoderma Harzianum* aporta muchísimos más beneficios que solo ser un biocontrolador, debido a que este tipo de hongo degrada la materia orgánica liberando nutrientes de una forma más disponible, ya que existe mayor intercambio de fosfatos lo que ayuda al crecimiento y desarrollo de cultivos.

En el capítulo II se dan a conocer los fundamentos teóricos, en los que se incluyen los antecedentes tanto nacionales como internacionales, las bases teóricas en las que se fundamenta el trabajo y las definiciones de términos básicos que se utilizarán en el estudio.

En el capítulo III trata sobre la metodología que se usa en el estudio, tomando como base el método científico, se usa el método hipotético deductivo ya que se asevera que el *Trichoderma Harzianum* influye en la calidad del suelo y la planta de cebada, teniendo un nivel correlacional.

En el capítulo IV se evalúa la hipótesis realizando las pruebas de t de student, ya que se tiene variables correlacionadas con valores paramétricos, los resultados evaluados son óptimos con el uso de *Trichoderma* en comparación con el grupo control (sin *Trichoderma*)

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

La cebada es un tipo de cereal de épocas de invierno, por lo cual su cosecha se da por la época de primavera, tiene un tiempo de crecimiento de 3 meses aproximadamente, dependiendo del clima y la humedad que se le proporciona, por estos motivos el estudio se realizará en una parcela ubicada dentro de un invernadero entre los meses de mayo y julio (1).

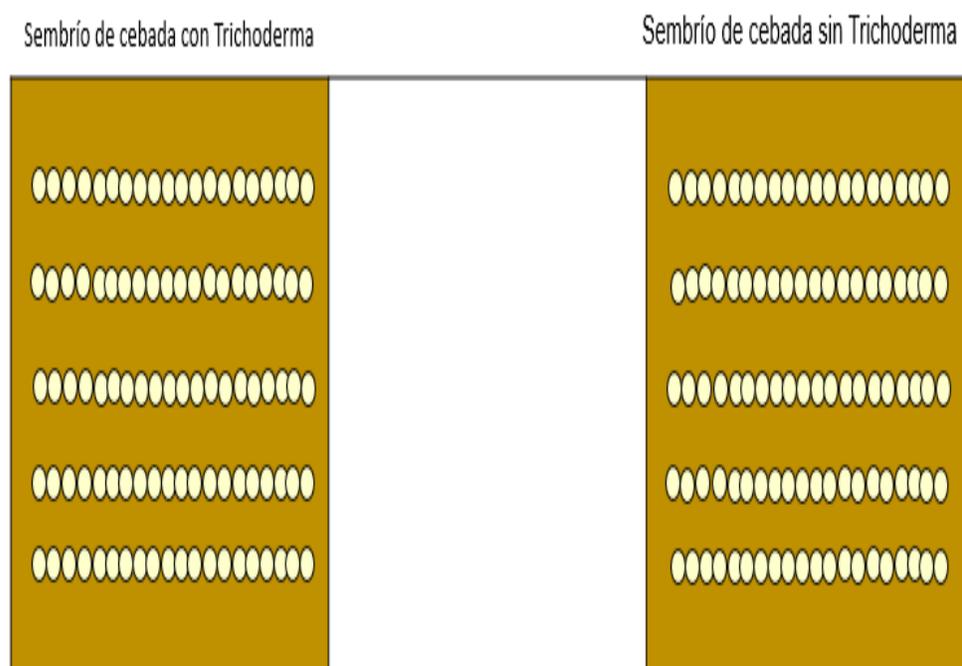


Figura 1: Parcela de sembrado de la cebada

Fuente: Elaboración propia

Se analizará la correlación entre la influencia del hongo *trichoderma Harzianum* y la mejora de la calidad de los parámetros como pH, conductividad eléctrica, humedad, color en el suelo y la germinación, crecimiento de hojas y tallo que se obtiene en la cebada, debido al uso masivo por parte de los agricultores de la localidad de Viques de biocontroladores de representación química, éstos incitan la contaminación medio ambiental (agua, aire y suelo)(2).

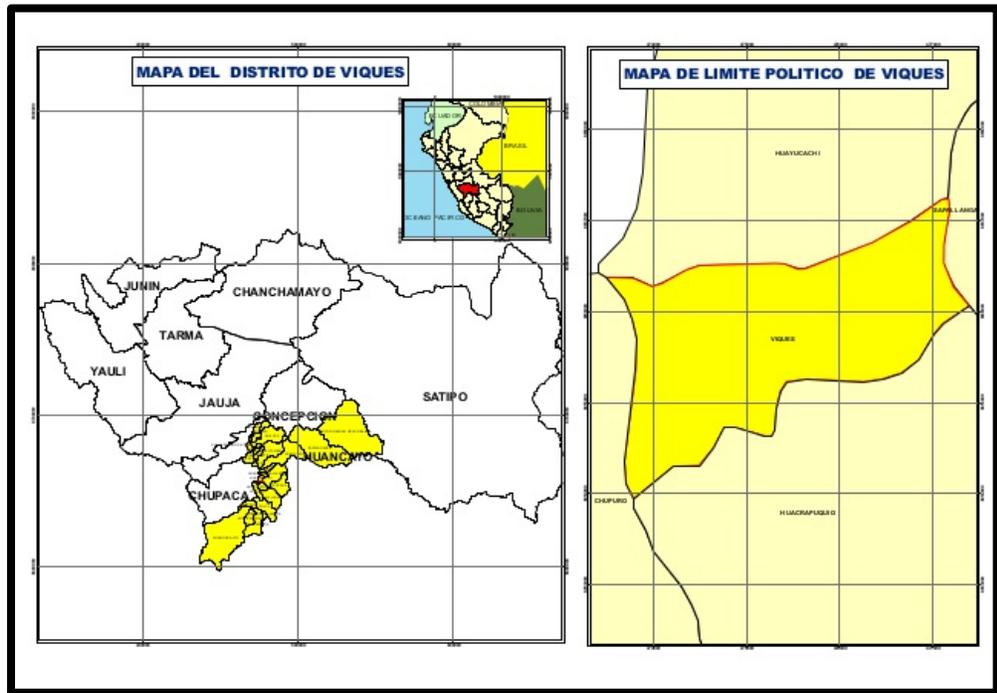


Figura 2: Mapa de ubicación política de Viques

Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Mapa de ubicación de la parcela

Fuente: («Google Heart» 2020)

Se han realizado investigaciones haciendo uso del *Trichoderma Azperellum* para el control de micoparásitos y así optimizar la calidad de producción de arroz, también hay investigaciones que se realizan en la planta de cacao (3). Sin embargo, el *trichoderma harzianum* tiene poca investigación, ya que este tipo de hongo solo fue investigado como fungicidas dejando de lado las propiedades que tiene como control biológico de acción eficaz contra patógenos, diversos organismos y enfermedades aéreas (4).

Por estas razones es necesario determinar cuanta influencia tiene este hongo usado para el mejoramiento de la calidad del suelo y las hojas y granos germinados de la planta de la cebada.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia del hongo *Trichoderma Harzianum* en la mejora del crecimiento de la planta de cebada y la calidad del suelo en el distrito de Viques - 2020?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es la influencia del *Trichoderma Harzianum* en la CE, pH, humedad y color en la calidad del suelo en el distrito de Viques?
- ¿Qué relación existe entre *Trichoderma* y el crecimiento de la planta de cebada?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del hongo *Trichoderma Harzianum* en mejora del crecimiento de la planta de cebada y la calidad del suelo en el distrito de Viques - 2020.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar la influencia del *Trichoderma* en la CE, pH, humedad y color en la calidad del suelo en el distrito de Viques.
- Analizar la relación que existe entre *Trichoderma* y el crecimiento de la planta de cebada.

### **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Económica**

La demanda del hongo *Trichoderma* como inoculante orgánico genera la oportunidad de efectuar esta investigación donde se evalúa disímiles métodos de obtención de este hongo, como el medio de cultivo de posible acceso bajo condiciones adecuadas, que en conjunto admiten la mayor producción de conidios del hongo garantizando un mayor cubrimiento de toda el área cultivo (5).

### **1.3.2. Ambiental**

La reputación de las cepas de *Trichoderma* como agentes de control biológico se debe a sus altas capacidades reproductivas, es capaz de subsistir bajo condiciones ambientales perjudiciales, es eficiente en el crecimiento de las plantas y estimula sus mecanismos de protección, además se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido (6).

### **1.3.3. Social**

Al poner en marcha las buenas experiencias rurales los productores toman conciencia ambiental teniendo como cometido salvaguardar los capitales naturales, ya que es a raíz del desperfecto ambiental formado en los tiempos actuales. El cual conlleva a la disminución del uso de fertilizantes que consta en controlar los efectos nocivos (plagas) e inducir el crecimiento de las vegetaciones (7).

### **1.3.4. Teórica**

Al realizar el estudio se espera evaluar las condiciones óptimas de cultivo para el *Trichoderma* y crear una propuesta que permite ejecutar el proceso, aportando una disyuntiva de control más amigable con el ambiente (8).

## **1.4. Hipótesis y descripción de variables**

### **1.4.1. Hipótesis general**

La aplicación del *Trichoderma* influye significativamente en mejora del crecimiento de la planta de cebada y la calidad del suelo en el distrito de Viques - 2020

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- La aplicación del *Trichoderma* mejora la CE, pH y humedad del suelo en el distrito de Viques.
- Existe relación entre el *Trichoderma* y el crecimiento de la planta de cebada.

### 1.4.3. Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Independiente</b> <i>Trichoderma Harzianum</i>	Tipo de hongo que sirve para el control de micoparásitos y así optimizar la calidad de producción (10)	Física	g / ha	Guía para el cultivo del hongo <i>Trichoderma</i>
<b>Dependiente</b> Calidad del suelo	Es la capacidad de suelo para hacer el bien a los sembríos. Se considera un suelo sano y con alta calidad de fertilidad cuando tiene buena estructura y es biológicamente activo. (8)	Físico-químicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Conductividad eléctrica</li> <li>• Color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método potenciométrico</li> <li>• Método para la determinación de la humedad</li> <li>• Método conductimétrica</li> <li>• Tabla de Munshell</li> </ul>
<b>Dependiente</b> Planta de cebada	Es un tipo de planta considerada monocotiledónea, con 2 especies: <i>Hordeum distichum</i> (cebada cervecera) y <i>Hordeum hexastichon</i> (usada en forraje) (11)	Físico	Granos geminados / planta	Fichas de registro MINAGRI

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del problema

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

El trabajo final de investigación de Paredes Laberto, que tiene como título “Acción biofungicida con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para controlar la mancha de hoja del trigo”. Ejecutó una publicación para explicar el descenso de las manchas que se tuvieron en hojuela de la planta de trigo que se produce por “*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg y Crous”, un tipo de enfermedad de esta planta, empleando *Trichoderma harzianum* en tres instalaciones fenológicas (plántula, macollaje y espigazón). Este tuvo lugar en la Estación J. Hirschhorn-Argentina, en los años 2010. Las plantas fueron infectadas con el patógeno obteniendo como resultado lo siguiente: el testigo al que se aplicó *Zymoseptoria tritici*, (se usó *T. Harzianum* juntamente con el patógeno). “Los resultados mostraron que con el peloteado de la semilla se consiguió protección hasta la etapa de madurez temprana de estos granos. Además, un esmero complementario al peloteado de la semilla, en el estadio de macollare produjo un descenso de la severidad comparable a lo lograda sólo con el fungicida foliar” (1).

La siguiente investigación realizada por Smaniego Luz y otros, titulada “Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma spp.* Antagonistas de patógenos del suelo” que fue realizada en Matanzas, en el país de Cuba, creando dos agro sistemas en un suelo rojizo, en los que se utilizaron 3 cepas de carácter autóctono, estas evaluaciones se realizaron *in vitro*, usando como 2 tipos de especies de la familia *Trichoderma (Harzianum y Viride)*, lo que se controló fue el crecimiento diario de crecimiento, así como su velocidad, también se evaluó el crecimiento que tenía de radio de los antagonistas. Se tuvo como resultado la especie antagonista que fue cultivada *in vitro* como la más eficiente (9).

La investigación realizada por López Carmes y otros, titulada “Papel de *Trichoderma* en los sistemas agroforestales Cacaotal como un agente antagonista” realizada en Teapa, en la Ciudad de México, teniendo como base la importancia de los sistemas agrícolas para la producción de los diferentes alimentos, así como la conservación,

en todo este grupo de diversidad ellos optan por escoger al hongo *Trichoderma* que presenta antagonismo contra los patógenos presentes en los cultivos, así como su actuación de control biológico, la investigación realizó un análisis de las teorías generadas a partir de este tipo de hongo, teniendo como resultado positivo las teorías dadas y dándose a conocer los diferentes controles biológicos comercializados con un resultado que optimiza los sembríos en sistemas de cacotales (10).

El trabajo final de investigación de Hernández Dulce y otros, titulada “*Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial” realizada en la ciudad de México, nos da a conocer la importancia que tiene como un control para los patógenos que están presentes en las plantas, ya que cuenta con muchísimos mecanismos que han sido utilizados en una fase de fermentación, nos dan a conocer a cerca de los reactores que optimizan las condiciones necesarias para producir un cultivo de este tipo de biomasa, en trabajo es de nivel descriptivo en la que recopila información de avances sobre el uso del *trichoderma* (6).

El siguiente trabajo con fines de tesis elaborado por Stocco Marina, que tiene el título: “Control biológico de *Mycosphaerella graminicola*, patógeno del trigo, con cepas de *Trichoderma harzianum* caracterizadas por su morfología, fisiología, actividad enzimática y molecular”. Realizó una publicación compuesta, que combinaba patrimonios: anatómicas, funcionales y atómicas de *T. Harzianum*, de esta forma ser utilizados como agentes de gran eficiencia frente al control biológico. Se evaluaron 240 muestras de *Trichoderma* que fueron obtenidas de suelos de diferentes localidades de la región triguera - Argentina. La capacidad antagonista se ensayó en plántulas de trigo, en invernáculo. Para hacer uso del *T. Harzianum* se realizó una selección, teniendo en cuenta una reducción. Teniendo como fin de esta selección 37 cepas del antagonista. Los resultados evidencian la resistencia sistémica inducida es decir actúan como defensa para la planta. Para la identificación genética se obtuvo los resultados agrupando por similitud entre tres cepas. Se tuvieron correspondientemente con el principio geográfico y niveles de antagonismos. Fueron en base a estos parámetros: incremento de los cultivos en diferentes orígenes carbonados y nitrogenadas. Los resultados finales tuvieron escasa variabilidad viéndolos por sí solos, sin tener discriminación entre cepas. “Las

castas que componen el grupo I tuvieron 2 ramas bien diferenciadas. Así la cepa 1, 5, 8 y 12 son de la localidad “Los Hornos” y las cepas 160, 162, 165, 170 y 177 a “Lobería”. Con estos resultados en el trabajo podemos ver una serie de propiedades (morfológicas, fisiológicas y moleculares que servirán para caracterizar castas ...” de *Trichoderma Harzianum* como un biocontrol y para su aplicación con fines biotecnológicos (5).

La investigación de Montes A., que tiene el título “Microencapsulacion de extractos de *Trichoderma asperellum*, y su efecto sobre *Phytophthora capsici* en el desarrollo de plantas de chile pimiento (*Capsicum annum*). Evaluar la actividad contraria de *Trichoderma* y la producción de microencapsulados con extractos (MCE) para evaluar la contundencia biológica en contra de *Phytophthora capsici* y su posible incremento de las plantas de chile. El lugar donde se realizó en la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro saltillo, Coahuila – México en el año 2014 (11).

La investigación realizada por Osorio Eduardo y otros, titulada “Actividad antagónica de *Trichoderma spp* sobre *Rhizoctonia Solani in Vitro*” realizada en el área de investigación y ciencia de la Universidad Autónoma De Aguas Calientes, evalúa un tipo de patógeno que afecta directamente el desarrollo de la planta, que difícilmente es controlado, se hace uso del trichoderma, con un total de treinta y un cepas de este tipo de hongo con los ensayos duales, que fueron de dos tipos, uno con volatilidad y otro sin este, teniendo como resultado 3 ensayos comprobados con el efecto de antagonismo del trichoderma (13).

La investigación elaborada por Sánchez Aixa y otros, titulada “Biocontrol con *Trichoderma spp*, de *Fusarium oxysporum* causal del mal de almácigos en pre y post emergencia en cebolla” (14), realizada en la Universidad Nacional de Comahue, en Buenos Aires, en los que relatas sobre el mal causado por en hongo *Fusarium spp*. Presentes en la planta de cebolla, en los que uso el hongo *Trichoderma*, teniendo una caracterización morfológica y fisiológica, en los que se tuvo diez cultivos en aislamiento de forma nativa, en los que se tiene como resultado que el cultivo que no es nativo, es decir el comercial no es afectado de manera directa o volátil, los tratamientos fueron aplicados en las raíces por un total de ciento veinte días (14).

La investigación elaborada por Poveda Jorge y Monte Enrique, Titulada “*Trichoderma*: Investigación básica y aplicas en la agricultura” realizada en el

Instituto de Investigaciones Agrarias de la universidad de Salamanca viene realizando estudios sobre la interacción que tiene el Trichoderma y la planta de los cultivos, ya que se da un beneficio al utilizar este tipo de hongo, ellos mencionan que el trichoderma funciona como un estimulante para el crecimiento de los distintos cultivos, desarrollándolos en nanopartículas que fueron micro encapsuladas, la investigación aún no concluye y sigue en proceso de demostración de todos los beneficios que trae este tipo de hongo como uso en la agricultura (16).

La investigación presentada por Pineda Julio y otros, titulada “Producción de biopreparados de Trichoderma spp: una revisión” nos muestra que este tipo de hongo tiene efectos de antagonismo con relación a otros hongos que son patógenos, y este tipo de hongo contribuye a un desarrollo sostenible para los agricultores, ya que los alimentos saldrán con una grado menor de contenido de fungicidas para el publico consumidos, el trabajo es de nivel descriptivo, en el que ve como elaborar unos preparados de este tipo de hongo, obteniendo una concentración eficiente (19).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

La presente investigación de Garrido Miguel comprobó el aforo antagónico e hiperparásito de Trichoderma harzianum que es una cepa comercial frente a fitopatógenos en el arroz y cuál fue el resultado en 15 cepas que tuvieron origen comercial de arroz, conservadas en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes. La cepa de T. Harzianum fue puesta solitaria de una muestra viable de un producto comercial. Se realizó esta prueba teniendo en cuenta la técnica de cultivo dual de Dennis y Webster (1971), con agar de papa (PDA), se puso en la placa Petri (a un extremo) una cubierta de agar, se calentaron a  $25\pm 1$  °C, por un periodo de 10 días, llevando las mediciones cada 24 h. El resultado fue comparativo: el desarrollo de la cepa de T. harzianum que es de uso Comercial, con las cepas de Trichodermas que son nativas del lugar, también una determinación del mejor cultivo, teniendo como resultado al PDA, ya que hubo mejor aprovechamiento de nutrientes y espacio en el cultivo estudiado, es decir, que existe un mayor progreso vegetativo de la colonia, es preferente al antagonista comercial (3).

La investigación de Enrique Arévalo, et. Al., tiene como finalidad la optimización de los sustratos que son alternativos al grano de arroz para la producción de conidios

de *Trichoderma harzianum*, se mezcló residuos agrícolas (cascaras de arroz entera, molida y cáscara de maní) de esta forma obtener el mejor sustrato y con mayor cantidad de conidios viables, se hizo uso de 14 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Se realizó 2 fases para la producción: la primera de inóculo que tuvo la fermentación en estado líquido y la segunda fue una producción en grandes masas de conidios que tuvieron la fermentación en la fase sólida. Se controló el cuantas conidias por un gramo del sustrato usado, también el % de germinación y la pureza de estos. La producción de conidias de *T. harzianum* fue superior estadísticamente al sustrato de carácter convencional haciendo uso de granos de arroz (entero) (12).

La presente tesis elaborada por Tanta Jimmy y Pillaca Edward, tuvo como objetivo determinar la acción biocontroladora de 3 especies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum* y *T. virens*) enfrentando a *Cercospora asparagi* Sacc, con el cultivo de *Asparagus officinalis* L. (espárrago). La metodología se acomodó el diseño de un bloque al azar con seis procedimientos, valorando diez retoños por tratamiento, se evaluó la conducta de familias de *Trichoderma* in vitro, hubo similitud a *T. viride*. a 24 °C y a las 120 h, *T. virens* tuvo diferencias en comparación a las demás especies, todo esto nos muestra la existencia de factores, como el tiempo que tarda en crecer y temperatura (2).

La presente investigación de Ferrera Jazmin que tiene como título “Efecto de tres dosis de *Trichoderma harzianum* en el control de la ranca (*Phytophthora infestans* de bary), en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de laboratorio”. Se realizó una investigación en el laboratorio para determinar el resultado la dosificación de *Trichoderma* como un control para la enfermedad de la ranca para la siembra de papa (*Solanum tuberosum* L.) Esta investigación tuvo un lugar en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de “Común Era” – Acobamba – Perú en los años 2014. Se sembró a los extremos dos hongos, en un lado *Trichoderma harzianum* y en el otro lado *Phytophthora infestans* se definió en el centro de placa Petri con un papel para llegar a saber que hongos invade más rápido en el cultivo de la papa, dextrosa y agar (PDA) se utilizó (0.1ml, 0.2ml, 0.3ml) la sustancia fue puesta a una temperatura de 25° C aproximadamente a nivel laboratorio. Los resultados mostraron que la medicación con *Trichoderma harzianum*, con el transcurrir del tiempo destruye el micelio fúngico, el hongo redujo

al 100% en 10 días al (*Solanum tuberosum* L.) dando como resultado que a los (0.3ml), 98.246(0.2ml) y 94.386(0.1ml) (6).

La presente investigación elaborada por Cptez Diego et. al, que tiene como título “Control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de arandano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi con diferentes aislamientos de *Trichoderma*” Se determino el comportamiento opuesto de aislamientos de *Trichoderma* contra *Phytophthora cinnamomi*. Este tuvo un lugar en laboratorio de la Universidad Agraria la Molina – Lima – Perú en los años 2018. Sembraron en cada lado, por un extremo un disco del *Trichoderma* y por el otro extremo un disco de patógeno en una lámina de papel para evaluar si había crecimiento de *Phytophthora cinnamomi* ante la materia opuesta. Los apartados fueron utilizados T1 *Trichoderma* sp. (CH 01), T2 *Trichoderma* sp. (CH 02), T3 *Trichoderma* sp. (CH03), T4 *Trichoderma harzianum* (LM 01), y T5 *Trichoderma viride* (LM 02). Los resultados que se obtuvo en la prueba de vitrio se llegó a la conclusión que el tratamiento T4 *Trichoderma harzianum* (LM 01) llego a tener mejores resultados, llegando a observar en la mejora de crecimiento de raíces y el aspecto de las hojas (15).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Teorías físicas**

La temperatura inapreciable para su desarrollo reglamentario en agar y fabricación de micelio es entre 20 y 28 °C, aunque existe evidencia de crecimiento en una temperatura 6 a 32 °C. Para la humedad y así tener un incremento vegetativo es del 92% y también tenemos la esporulación con un 93 y 95%. Hay evidencia de respuesta a la luz azul y violeta. Esta causa la alineación de esporas, el incremento de micelio y el tornasol (17).

### **2.2.2. Teorías químicas**

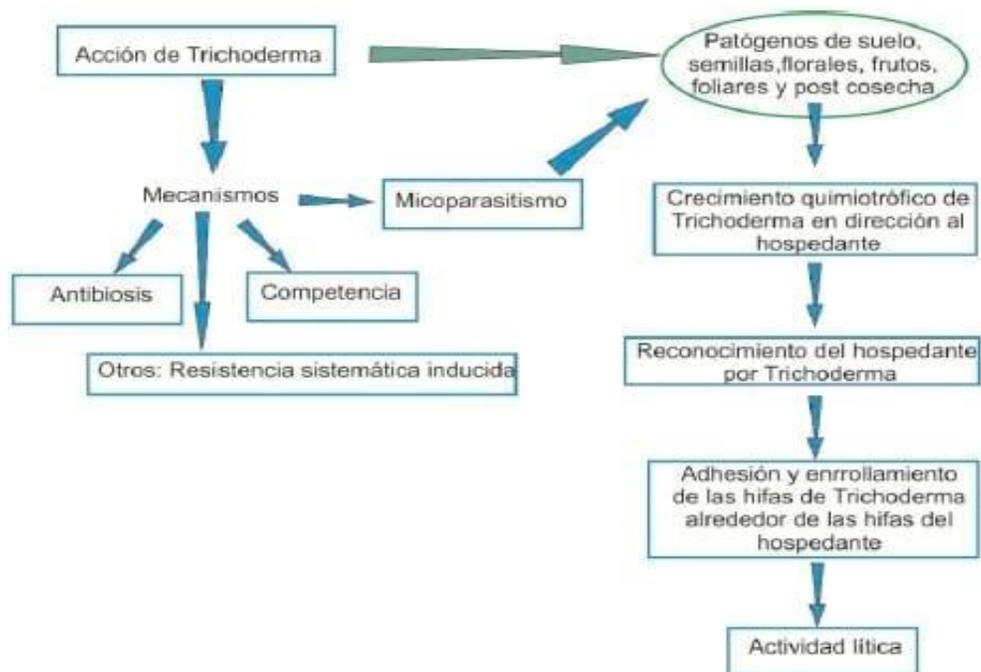


Figura 4: Actuación del trichoderma

Fuente: (18)

### 2.2.3. Teorías biológicas

Trichoderma es un fungicida de extensa visión de operación. Es poderosa contra numerosos organismos y patógenos; tanto en el suelo y las raíces, en general con las distintas enfermedades que se exhiben en muchas familias tanto periódicos como perpetuos, o bien, contra géneros fabricantes de males de órganos (20)

Tabla 2: Clasificación del Trichoderma

<b>División</b>	EUMYCOTA
<b>Subdivisión</b>	DEUTEROMYCOTINA
<b>Clase</b>	HYPHOMYCETALES
<b>Orden</b>	HYPHALES (MONILIALES)
<b>Genero</b>	<i>Trichoderma</i>
<b>Especie</b>	<i>Trichoderma harzianum</i>

Fuente Agrios, 1995.

### 2.3. Definición de términos básicos

- Cebada: es un tipo de planta considerada monocotiledónea, con 2 especies: *Hordeum distichum* (cebada cervecera) y *Hordeum hexastichon* (usada en forraje) (15)
- Crecimientos de la cebada: Presenta un crecimiento rápido, con producción de grano y forraje en poco tiempo en comparación de otros cultivos de ciclo parecidos. Tiene un crecimiento aproximado de 2 meses con tiempo de cosecha en julio (primavera) y abril (invierno) (21).
- Hábitat: Lugar con condiciones apropiadas en el que se da vida a un organismo ya sea una especie, comunidad siendo vegetal o animal (22).
- Nutrición: Es un proceso de manera biológica para que los microorganismos al igual que organismos animales o vegetales puedan absorber los nutrientes que necesitan (18).
- Salinidad: Cuenta como la cantidad de sales que se encuentran disueltas en un determinado cuerpo (15).
- *Trichoderma harzianum*: Es un tipo de hongo con uso para el control biológicos, que tiene propiedades de fungicida (11).
- *Trichoderma asperellum*: Actúa como un micoparásito a una temperatura de 10°C y 15° (23).
- *Trichoderma viride*: Control biológico que da respuestas a problemas en el desarrollo de la agricultura sostenible (21).
- Reproducción: Es el proceso en el que se da una nueva forma de vida, es decir una creación más, se es conocido en toda forma de vida y puede ser asexual o sexual (8).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Método y alcance de la investigación

##### 3.1.1. Método

El método científico nos ayuda a dar una respuesta a las diferentes interrogantes que se tienen sobre el orden natural. Esto consiste en realizar una serie de pasos que va desde la formulación a la validación de la hipótesis, llegando a una conclusión (24)

El método de investigación es hipotético - deductivo, donde se plantea la aseveración de las hipótesis, la aplicación del *Trichoderma* influye significativamente la mejora del crecimiento de la planta de cebada y la calidad del suelo en el distrito de Viques - 2020. "...La lógica de la investigación científica se basa en la formulación de una ley un conjunto de proposiciones que pueden ser verificadas lógicamente y empíricamente, por cuanto el establecimiento del significado y el método de verificación son actos simultáneos" (25).

##### 3.1.2. Nivel

Es correlacional, debido a que el trabajo de investigación busca la relación de la aplicación del *Trichoderma* en la cebada su influencia en el crecimiento y en la mejorar la calidad del suelo. En el cual se dará la aplicación de una dosis en el sembrío (24).

#### 3.2. Diseño de la Investigación

##### 3.2.1. Diseño experimental

Se tiene un diseño experimental puro. Este diseño incluye dos grupos: Un grupo que es considerado el grupo control que no recibe tratamiento y otro grupo que si recibe una dosis de enmienda. Es decir que solo hay 2 tipos de niveles, que sería con presencia de la dosificación del hongo u otro que no contiene enmienda (25). Es un diseño experimental ya que hay manipulación de variables, en este caso la dosis del *Trichoderma Harzianum*.

##### 3.2.1.1. Preexperimental

El diseño se diagrama de la siguiente manera:

<b>RG1</b>	<b>X</b>	<b>O1</b>
<b>RG2</b>	<b>---</b>	<b>O2</b>

DATOS:

RG1: Número de cebadas.

RG2: Número de cebadas.

X: Hongo *Trichoderma Harzianum*.

O1: Medición del contaminante de la muestra de suelo con *Trichoderma*.

O2: Medición del contaminante de la muestra de suelo sin *Trichoderma*.

### 3.3. Población y muestra

Población: Semillas de cebada

Muestra

- A un nivel de confianza del 99%  $Z=2.576$
- En una parcela de 1m. x 1m. crecen de 47 a 53 cebadas aproximadamente
- $\sigma(\text{estimado}) = (53-49)/6 = 0.667$
- $\text{error} = 0.667/10 = 0.0667$

$$n = \frac{2.576^2 * 0.667^2}{0.0667^2} = 664 \text{ semillas}$$

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Este proyecto se desarrolló en el departamento de Junín, provincia de Huancayo, distrito de Viques, en el barrio San Miguel, donde se realizó el trabajo de campo, se determinó una parcela de 3 metros por 1 metro dentro de un Fito toldo para realizar la investigación. Para iniciar el trabajo se tuvo que contar con las herramientas como picota, montada, bolsa y lampa para sacar una muestra del suelo para determinar los parámetros de estudio.

#### 3.4.1. MUESTREO DE SUELO

##### 3.4.1.1. MUESTREO SISTEMÁTICO

- Se debe tener la ubicación donde se realizará el muestreo.

- Luego se prosigue con el registro U.T.M. de las coordenadas de la parcela.

Zona: 18 L

Coordenada este: 474188,67 m E

Coordenada Norte: 8656128,05 m S

- Se procede con el limpiado de la superficie, sin restos orgánicos.
- Luego se determina la cantidad de puntos que se deben considerar para el muestreo:

**Tabla 3: Muestreo de suelos**

Área de potencial interés (ha)	Puntos de muestreo en total
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30

Fuente: (15).

- Introducir la lampa para sacar muestras de las excavaciones
- Se excava el suelo con una profundidad de 20 cm y con un diámetro de 20 cm aproximadamente
- Sacar una porción de aproximadamente 1 kg de la mezcla compuesta para llevar a laboratorio y así poder analizar parámetros como pH, humedad, conductividad eléctrica.

### 3.4.1.2. MEDIDA DE pH:

Para la determinación del pH se utilizó el método potenciométrico. Para el análisis se usaron 20g de muestra del suelo agrícola para formar la relación suelo: agua de 1:1. Posteriormente agitamos la suspensión aproximadamente por 5 minutos, y la dejamos en suspensión por otros 5 minutos (15).

Se obtiene con un rango de tablas la clase de pH. Si es alcalino o ácido:



Figura 5: Equipos de medición para la acidez del suelo

Fuente: (15)

Tabla 4: Rangos de pH.

RANGOS	CLASES
Menos de 3,5	Ultra ácido
3,6 – 4,4	Extremadamente ácido
4,5 – 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
5,6 – 6,0	Moderadamente ácido
6,1 – 6,5	Ligeramente ácido
6,6 – 7,3	Neutro
7,4 – 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino
Más de 9,0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: (15)

### 3.4.1.3. MEDIDA DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:

Para la determinación de la CE se utilizó el método conductimétrica. Para ello se formó una relación 1:1 suelo/agua. Se pesó 20 g del suelo en estudio y se añadió 20 ml de agua destilada. Se agitó vigorosamente por 5 minutos por 5

veces aproximadamente. Se filtró en un matraz ya puesto en la parte superior un embudo con su papel filtro, después se vació se filtra en un vaso precipitado de 100 ml. Finalmente se determinó la conductividad eléctrica con el uso del conductímetro (15).



**Figura 6: Medida de la conductividad eléctrica**

Fuente:(15)

Además, se utilizó el siguiente cuadro para determinar el nivel de salinidad.

**Tabla 5: Nivel de salinidad del suelo**

CE (dSm <sup>-1</sup> o mmho cm <sup>-1</sup> ) En la pasta saturada	CE (dSm <sup>-1</sup> o mmho cm <sup>-1</sup> ) En el extracto 1:5	Clasificación del suelo
0 – 2	≅ 0.003	Muy ligeramente salino
2 – 4	≅ 0.3 – 0.6	Ligeramente salino
4 – 8		Moderadamente salino
> 8		Fuertemente salino

Fuente: (8)

#### **3.4.1.4. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD:**

1. Primero se hace el peso del crisol
2. Se hace el pesado de muestras de suelo
3. Se lleva a 105 °C por un periodo de 2 horas a una estufa de laboratorio
4. Se pesa la muestra de suelo en la balanza de tipo analítica
5. Una vez obtenido el valor, se registra.



Figura 7: Instrumentos de medición del % de humedad  
Fuente: (8)

#### 3.4.1.5. DETERMINACIÓN DE COLOR:

1. Con una cuchara de laboratorio sacar una pequeña muestra de suelo
2. Se agrega un aproximado de 3 gotas de agua del tipo destilada
3. Se compara con la tabla de Munsell el color de suelo

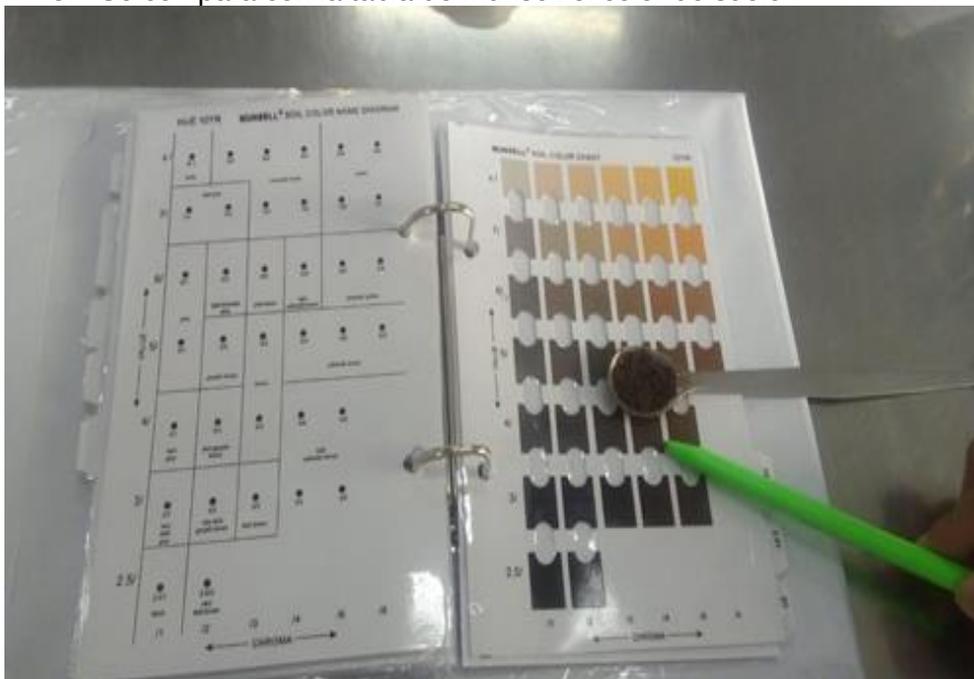


Figura 8: Tabla de Munsell  
Fuente: (8)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

Tabla 6: pH del suelo

Parámetro	pH	
	Con trichoderma	Control
semana1	8.15	8.15
semana2	7.89	8.10
semana3	7.05	8.13
semana4	6.98	8.10
semana5	6.87	8.12
semana6	6.86	8.9

Fuente: Elaboración propia

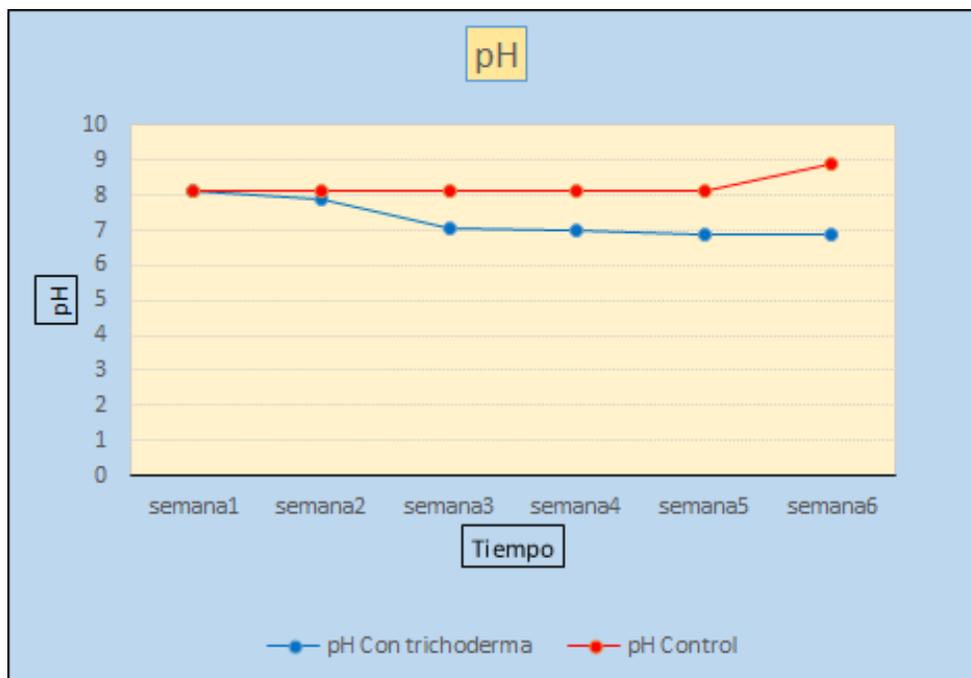


Figura 9: pH con Trichoderma vs Control

Fuente: Elaboración propia

Interpretación del pH: el pH del suelo donde se aplicó el trichoderma tiende a variar de la semana 2 que es de 7.89 a 7.5 y de a partir de ahí tiende a tener cambios, son significativos. Mientras que en el control el pH es de 8.9 a 8.15.

Tabla 7: Conductividad eléctrica del suelo

Parámetro	CE (ms)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0.26	0.26
semana2	0.28	0.38
semana3	1.43	0.47
semana4	1.8	0.54
semana5	1.8	0.6
semana6	2.5	0.63

Fuente: Elaboración propia

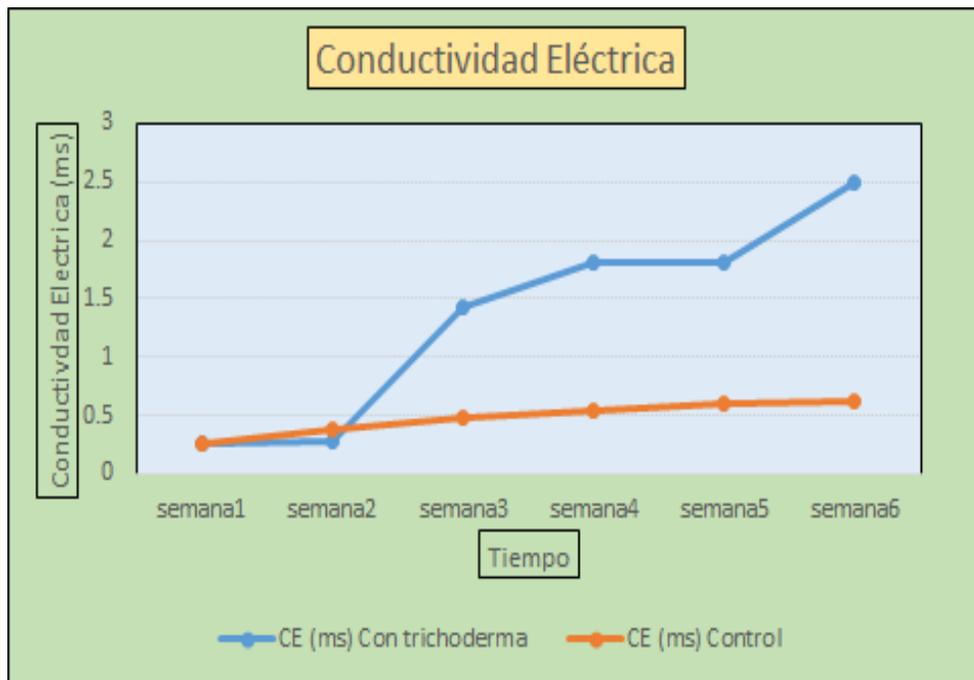


Figura 10: Conductividad Eléctrica (mS) Con Trichoderma vs control

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la C.E: la conductividad eléctrica con *Trichoderma* tiende a incrementarse desde la semana 2 hasta la semana 5 mientras que del control tiende a mantenerse con variaciones no significativas lo cual significa que la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo.

Tabla 8: Humedad del suelo

Parámetro	Humedad (%)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0.91	0.91
semana2	2.52	2.60
semana3	3.18	2.47
semana4	1.42	2
semana5	4.6	0.98
semana6	2	1.13

Fuente: Elaboración propia

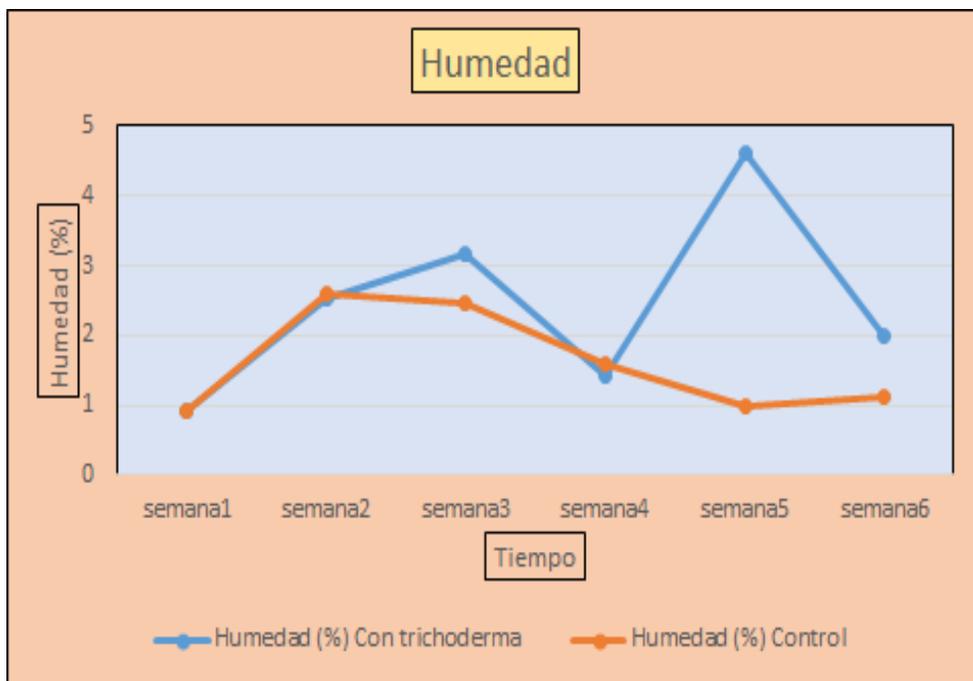


Figura 11: Humedad (%) Con Trichoderma vs control

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la humedad: En la gráfica se puede observar que las variaciones de la humedad son de picos altos y bajos esto debido a que no se tuvo un riego constante en ambas parcelas. En el control hay una variación de 0.90% hasta 2.60 %, mientras que en el experimento con trichoderma es de 0.91% hasta 4.6 %. Se presentó mayor porcentaje de humedad en el suelo donde se aplicó el trichoderma.

Tabla 9: Crecimiento control vs Trichoderma

Parámetro	Crecimiento (cm)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0	0
semana2	1.5	0.90
semana3	11	9
semana4	22	18
semana5	32	28
semana6	36	30

Fuente: Elaboración propia

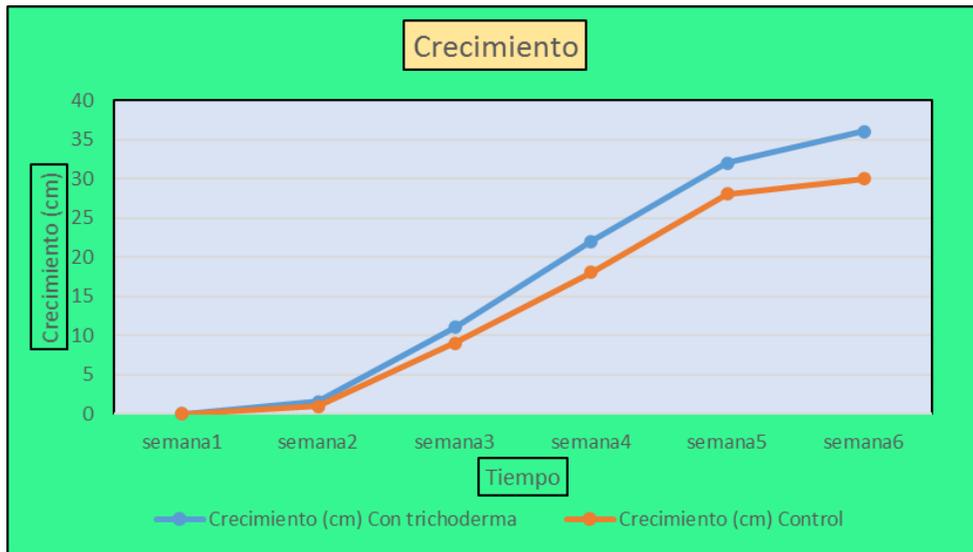


Figura 12: Crecimiento con Trichoderma VS sin Trichoderma

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación del crecimiento:** En la gráfica se puede observar que hubo mayor crecimiento la parcela donde se aplicó el Trichoderma siendo una variación de 6 cm en la última medición que fue en la semana 6.

## 4.2. Prueba de Hipótesis

### 4.2.1. Prueba de hipótesis para el pH entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum

#### A. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

**H1:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda reduce el pH en el suelo del distrito de Viques.

**H0:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda no reduce el pH en el suelo del distrito de Viques.

#### B. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

$H_1: \mu_{\text{ANTES}} > \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} > 0$  (diferencia de medias)

$H_0: \mu_{\text{ANTES}} \leq \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} \leq 0$

**C. SIGNIFICANCIA**

Error tipo I =  $\alpha = 0.05$  : “Probabilidad de rechazar la  $H_0$  cuando es verdadera”

**D. DATOS**

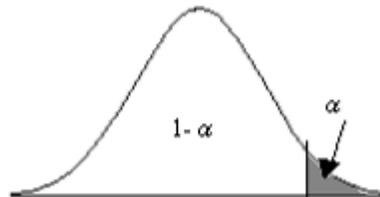
Tabla 10: Control semanal de pH

Parámetro	pH	
	Con trichoderma	Control
semana1	8.15	8.15
semana2	7.89	8.10
semana3	7.05	8.13
semana4	6.98	8.10
semana5	6.87	8.12
semana6	6.86	8.9

Fuente: Elaboración propia

**E. TIPO DE PRUEBA**

Dado que la  $H_1$  tiene el signo mayor, entonces es unilateral derecha.



**F. ESTADÍSTICOS DE PRUEBA**

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior			Superior	
Par 1	Control - Trichoderma	,95000	,74485	,30408	,16833	1,73167	<b>3,124</b>	5	<b>,026</b>

**Pvalor= 0.026/2 = 0.013**

**G. DECISIÓN PROBABILÍSTICA**

Como P-valor=0.013 es menor que alfa=0.05 por lo cual se rechaza la H0 (hipótesis nula)

**H. CONCLUSIÓN**

La muestra presenta evidencia para afirmar que el Trichoderma Harzianum usado como enmienda reduce el pH en el suelo del distrito de Viques. Con un nivel de confianza del 95%.

**4.2.2. Prueba de hipótesis para la Conductividad Eléctrica entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum**

**A. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

**H1:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda mejora la Conductividad eléctrica en el suelo del distrito de Viques.

**H0:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda no mejora la Conductividad eléctrica en el suelo del distrito de Viques.

**B. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA**

**H<sub>1</sub>:**  $\mu_{\text{ANTES}} < \mu_{\text{DESPUES}}$  →  $\mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} < 0$  (diferencia de medias)

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{\text{ANTES}} \geq \mu_{\text{DESPUES}}$  →  $\mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} \geq 0$

**C. SIGNIFICANCIA**

Error tipo I =  $\alpha = 0.05$  : “Probabilidad de rechazar la H0 cuando es verdadera”

**D. DATOS**

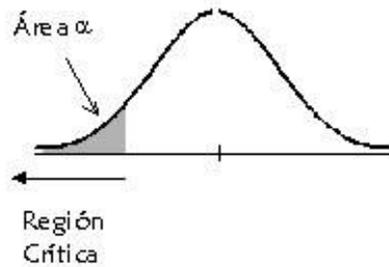
Tabla 11: Control semanal de C.E.

Parámetro	CE (ms)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0.26	0.26
semana2	0.28	0.38
semana3	1.43	0.47
semana4	1.8	0.54
semana5	1.8	0.6
semana6	2.5	0.63

Fuente: Elaboración propia

**E. TIPO DE PRUEBA**

Dado que la H1 tiene el signo menor, entonces es unilateral izquierda.



## F. ESTADÍSTICOS DE PRUEBA

### Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Control - Trichoderma	-,86500	,77029	,31447	-1,67337	-,05663	<b>-2,751</b>	5	<b>,040</b>

$$P\text{valor} = 0.040/2 = 0.020$$

## G. DECISIÓN PROBABILÍSTICA

Como P-valor=0.020 es menor que alfa=0.05 por lo cual se rechaza la H0 (hipótesis nula)

## H. CONCLUSIÓN

La muestra presenta evidencia para afirmar que el Trichoderma Harzianum usado como enmienda mejora la Conductividad Eléctrica en el suelo del distrito de Viques. Con un nivel de confianza del 95%.

### 4.2.3. Prueba de hipótesis para la retención de humedad entre el grupo control y el grupo con aplicación de Trichoderma Harzianum

#### A. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

**H1:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda aumenta la retención de humedad en el suelo del distrito de Viques.

**H0:** El uso de Trichoderma Harzianum como enmienda no aumenta la retención de humedad en el suelo del distrito de Viques.

#### B. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

$$H_1: \mu_{\text{ANTES}} < \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} < 0 \text{ (diferencia de medias)}$$

$$H_0: \mu_{\text{ANTES}} \geq \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} \geq 0$$

**C. SIGNIFICANCIA**

Error tipo I =  $\alpha = 0.05$  : “Probabilidad de rechazar la H0 cuando es verdadera”

**D. DATOS**

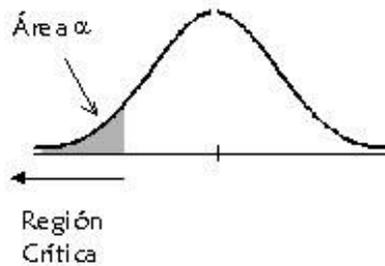
Tabla 12: Control semanal de porcentaje de Humedad

Parámetro	Humedad (%)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0.91	0.91
semana2	2.52	2.60
semana3	3.18	2.47
semana4	1.42	2
semana5	4.6	0.98
semana6	2	1.13

Fuente: Elaboración propia

**E. TIPO DE PRUEBA**

Dado que la H1 tiene el signo mayor, entonces es unilateral derecha.



**F. ESTADÍSTICOS DE PRUEBA**

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Control - Trichoderma	- ,87333	1,40071	,57184	-2,34329	,59662	-1,527	5	,187

$$P\text{valor} = 0.187/2 = 0.0935$$

## G. DECISIÓN PROBABILÍSTICA

Como P-valor=0.0935 es mayor que  $\alpha=0.05$  por lo cual se acepta la  $H_0$  (hipótesis nula)

## H. CONCLUSIÓN

La muestra presenta evidencia para afirmar que el *Trichoderma Harzianum* usado como enmienda no aumenta la retención de humedad en el suelo del distrito de Viques. Con un nivel de confianza del 95%.

### 4.2.4. Prueba de hipótesis para el crecimiento de la planta de cebada entre el grupo control y el grupo con aplicación de *Trichoderma Harzianum*

#### A. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

**H1:** El uso de *Trichoderma Harzianum* como enmienda aumenta el crecimiento de la planta de cebada en el distrito de Viques.

**H0:** El uso de *Trichoderma Harzianum* como enmienda no aumenta el crecimiento de la planta de cebada en el distrito de Viques.

#### B. HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

$H_1: \mu_{\text{ANTES}} < \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} < 0$  (diferencia de medias)

$H_0: \mu_{\text{ANTES}} \geq \mu_{\text{DESPUES}} \rightarrow \mu_{\text{ANTES}} - \mu_{\text{DESPUES}} \geq 0$

#### C. SIGNIFICANCIA

Error tipo I =  $\alpha = 0.05$  : "Probabilidad de rechazar la  $H_0$  cuando es verdadera"

#### D. DATOS

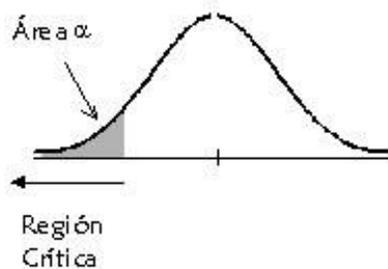
Tabla 13: Control del crecimiento

Parámetro	Crecimiento (cm)	
	Con trichoderma	Control
semana1	0	0
semana2	1.5	0.90
semana3	11	9
semana4	22	18
semana5	32	28
semana6	36	30

Fuente: Elaboración propia

#### E. TIPO DE PRUEBA

Dado que la  $H_1$  tiene el signo mayor, entonces es unilateral derecha.



## F. ESTADÍSTICOS DE PRUEBA

		Prueba de muestras relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias relacionadas							
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
Inferior	Superior								
Par 1	Control - Trichoderma	-1,417	4,821	1,968	-6,476	3,643	<b>-,720</b>	5	<b>,504</b>

$$P\text{valor} = 0.504/2 = 0.252$$

## G. DECISIÓN PROBABILÍSTICA

Como P-valor=0.252 es mayor que alfa=0.05 por lo cual se acepta la H0 (hipótesis nula)

## H. CONCLUSIÓN

La muestra presenta evidencia para afirmar que el Trichoderma Harzianum usado como enmienda no aumenta el crecimiento de la planta de cebada en el distrito de Viques. Con un nivel de confianza del 95%.

### 4.3. Discusión de resultados

El uso de Trichoderma muestra una mejora significativa en los parámetros tomados. El suelo inicialmente fue alcalino, mediante que se aplicó el hongo esta llega a neutralizarse, debido a que el hongo induce enzimas ácidas, lo que es favorable para el crecimiento de la planta de la cebada. En el caso de la conductividad eléctrica existe una elevación de rangos, llegando a ser un suelo ligeramente salino, donde esta no sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Suelos en la actividad de

agricultura. La humedad del suelo tiene un incremento de porcentaje, lo que se ve que es favorable para el suelo y las siembras, debido a que habrá mayor retención de agua y disminuirá el lavado de los nutrientes que se encuentra en el suelo. Respecto al crecimiento de la planta de la cebada se ve un mayor crecimiento al aplicar el hongo Trichoderma y en caso del control el crecimiento es menor.

En el trabajo se utilizó un hongo que es el trichoderma y se puede decir que al utilizar microorganismos ya es un proceso de biorremediación que se está aplicando al suelo de viques donde los propietarios usan fertilizantes para sus cultivos.

EL hongo Trichoderma excreta muchos metabolitos dentro de ellos enzimas (celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas), estas enzimas ayudan a controlar los patógenos de los cultivos.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación del trichoderma harzianum tiene una mejora de calidad en los parámetros analizados del suelo.
2. En el pH del suelo con Trichoderma hizo que el suelo cambie de alcalino a neutro ya que pasó de un pH de 8.15 a 6.86, teniendo una mejora significativa.
3. Con respecto a la conductividad eléctrica la aplicación del hongo hace que el suelo tenga mayor movimiento ionizante, esto hace que tenga una ligera salinidad, lo que es beneficioso para los cultivos, pasó de 0.26 ms a 2.5 ms, que es una escala significativa.
4. Para la humedad del suelo con Trichoderma tuvo mayor retención de agua, lo cual favorece a que la planta absorba mayores nutrientes, se vio un cambio desde la semana 2 a la semana 5 teniendo algunas variaciones que no son significativas.
5. Tanto para las hojas y semillas, así como en el tamaño el grupo que tenía añadido en hongo Trichoderma Harzianum tuvo un mejor crecimiento con respecto al control, teniendo una variación de 6 cm al finalizar las 6 semanas.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que cuando se realice el muestreo de suelo sea en un día no lluvioso, ya que se puede dar la posibilidad de lavado de suelo al momento de añadir la dosis de *Trichoderma Harzianum*.

Cuando se realice el muestreo de suelo para espacios pequeños no considerados se deberá considerar por cuadrantes, y se debe sacar una muestra por cuadrante, teniendo ya teniendo las 4 muestras se procede con la mezcla de todas las muestras para obtener solo una muestra y esa sea nuestra final para llevarla a laboratorio

## REFERENCIAS

1. PAREDES, Alberto Ezequiel. Acción biofungicida con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para controlar la mancha de la hoja del trigo. [online]. 2017. [Accessed 1 June 2020]. Available from: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54256>
2. TANTA, Jimmy and PILLACA, Edwars. Acción biocontroladora de tres especies de *Trichoderma* frente a *Cercospora asparagi* Sacc. en el cultivo de *Asparagus officinalis* L. (Espárrago). *Universidad Nacional Mayor de San Marcos* [online]. 2019. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10455>Accepted: 2019-05-31T16:48:23Z
3. GARRIDO RONDOY, Miguel. Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. [online]. 2018. [Accessed 25 May 2020]. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172019000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000200006&lng=es&nrm=iso)
4. CONTARNO, Oscar. Una mirada al pH del suelo y su importancia en los sistemas productivos. *El Mercurio Campo* [online]. 2017. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Redes/Detallenoticia.aspx?id=902873>La importancia del pH del suelo ha sido tema de numerosas discusiones, planteandose en algunas ocasiones que la acidez y la alcalinidad, expresadas como valor...
5. STOCO, Marina Celeste. *Control biológico de Mycosphaerella graminicola, patógeno del trigo, con cepas de Trichoderma harzianum caracterizadas por su morfología, fisiología, actividad enzimática y molecular* [online]. Tesis. Universidad Nacional de La Plata, 2014. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42904>DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/42904>
6. FERRERA CERRATO, Jazmin. *Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial.* [online]. 2016. [Accessed 25 May 2020]. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-38902019000100098](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098)
7. SOTO, Lino Jorge, GARCÍA, Juan L, CASTAÑEDA, Rafael, MARRERO, Norma, RODRÍGUEZ, Nercy, GONZÁLEZ, Jesús and VIZA, René. Desarrollo y utilización de *Trichoderma viride* y *Gliocadium virens* como antagonista de hongos fitopatogénos. . 2017. P. 14.
8. DOMÍNGUEZ SOTO, Julia and ROMÁN GUTIERREZ, Delia. Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *SCIELO* [online]. 2017. [Accessed 25 May 2020]. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000100010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100010)
9. SAMANIEGO FERNÁNDEZ, Luz María, HAROUNA, Maimouna, CORBEA, Odalys, RONDÓN CASTILLO, Ana Julia and PLACERES ESPINOSA, Iraní. Aislamiento, identificación y evaluación de cepas autóctonas de *Trichoderma* spp. antagonistas de patógenos del suelo. *Revista de Protección Vegetal* [online]. December 2018. Vol. 33, no. 3. [Accessed 6 December 2020]. Available from:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1010-27522018000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522018000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=pt)

10. LÓPEZ FERRER, Ursula, BRITO VEGA, Hortencia and LOPEZ MORALES, David. Papel del Trichoderma en los sistemas agroforestales-Cacaotal como un agente antagonico. *Revista Redalyc.org*. 2017. P. 11.
11. MONTES, A.L. Los Recursos Vegetales Aromáticos en América Latina - PDF Free Download. [online]. 2018. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <https://edoc.pub/los-recursos-vegetales-aromaticos-en-america-latina-pdf-free.html>
12. ARÉVALO, Enrique, CAYOTOPA, José, OLIVERA, Delmar, GÁRATE, Mar, TRIGOSO, Erick, COSTA, do Bomfim and LEON, Betsabe. Optimización de sustratos para la producción de conidias de *Trichoderma harzianum*. Por fermentación sólida en la región de San Martín. Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. April 2017. Vol. 19, no. 2, p. 135–144. DOI 10.18271/ria.2017.272.
13. OSORIO, Eduardo, HERNÁNDEZ, Francisco, RODRÍGUEZ, Raúl and VARELA, Edmundo. Actividad antagonica de *Trichoderma* spp sobre *Rhizoctonia Solani* in Vitro. *Investigación y Ciencia*,. 2016. Vol. 24, no. 67, p. 11.
14. SANCHEZ, Aixa, BARRERA, Viviana and SOSA, Cristina. Biocontrol con *Trichoderma* spp, de *Fusarium oxysporum* causal del mal de almácigos en pre y post emergencia en cebolla. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 2015. P. 10.
15. CORTÉZ, Diego, PÉREZ, Jhon and CAMACHO, Jesús. Relación espacial entre la conductividad eléctrica y algunas propiedades químicas del suelo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* [online]. 2015. Vol. 16, no. 2. [Accessed 25 May 2020]. DOI 10.31910/rudca.v16.n2.2013.912. Available from: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/912>
16. POVEDA, Jorge and MONTE, Enrique. *Trichoderma*: Investigación básica y aplicas en la agricultura. *Instituto Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE)* [online]. 2019. Vol. 3. [Accessed 6 December 2020]. Available from: [https://www.sem microbiologia.org/storage/secciones/publicaciones/semaforo/67/articulos/16-Fung\\_USAL.pdf](https://www.sem microbiologia.org/storage/secciones/publicaciones/semaforo/67/articulos/16-Fung_USAL.pdf)
17. OLIVERA COSTA OLIVERA, Virginia María and RODRÍGUEZ LALLERA, Deborah Irianella. Evaluación de crecimiento, sanidad y resistencia a heladas de tres híbridos de *Eucalyptus grandis* con aplicación de bioestimulantes, *Trichoderma harzianum* (Trichosoil) y Quitosano (Biorend), en plantación. [online]. 2014. [Accessed 1 June 2020]. Available from: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/8764>Accepted: 2017-03-24T14:53:46Z
18. CHACHA NAULA, Gloria Licenia and MONTALUISA PARRA, Nancy Marlene. Elaboración de un manual de nutrición para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje en los niños del 5to. año de educación básica de la escuela “José Emilio Álvarez”, de la provincia de Cotopaxi cantón Salcedo parroquia Chambaongo en el año lectivo 2012 - 2013. [online]. 2015. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1927>Accepted: 2014-10-23T20:02:51Z

19. Producción de biopreparados de *Trichoderma* spp: una revisión. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA*. 2017. Vol. 51, no. 1, p. 7.
20. HOYOS, María and JARAMILLO, Sonia. Evaluación de *Trichoderma asperellum* Como bioregulador *Spongospora subterranea* f. sp. subterranea. . 2016. P. 8.
21. RICO, Modesto Colín, VILLA, Víctor Manuel Zamora, TAPIA, María Alejandra Torres and SÁNCHEZ, Alicia Jaramillo. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Téc Pecu Méx*. 218AD. P. 14.
22. TORRES, Jaime and CAYOTOPA, José. Determinación del efecto antagónico de *Trichoderma* endófito sobre *Meloidogyne incognita* en *Theobroma* "Cacao" en la provincia y región San Martín 2014. *Repositorio Institucional - UAP* [online]. 2014. [Accessed 25 May 2020]. Available from: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/1969>Accepted: 2016-12-02T15:19:59Z
23. INFANTE, Dayan, GONZÁLEZ, Noyma and REYES, Yusimi. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fotopatógenos. *SCIELO* [online]. 2016. [Accessed 25 May 2020]. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002)
24. SANCHEZ CEGARRA, Jose. Metodología de la investigación científica y tecnológica. [online]. 2008. [Accessed 8 October 2020]. Available from: [https://www.academia.edu/31681132/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_investigaci%C3%B3n\\_cinet%C3%ADfica\\_y\\_tecnol%C3%B3gica](https://www.academia.edu/31681132/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_cinet%C3%ADfica_y_tecnol%C3%B3gica)
25. HERNÁNDEZ C., Allan. El método hipotético-deductivo como legado del positivismo lógico y el racionalismo crítico: su influencia en la economía. [online]. 2015. [Accessed 8 October 2020]. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/44045567\\_El\\_metodo\\_hipotetico-deductivo\\_como\\_legado\\_del\\_positivismo\\_logico\\_y\\_el\\_racionalismo\\_critico\\_su\\_influencia\\_en\\_la\\_economia](https://www.researchgate.net/publication/44045567_El_metodo_hipotetico-deductivo_como_legado_del_positivismo_logico_y_el_racionalismo_critico_su_influencia_en_la_economia)