

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Adaptabilidad del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en la zona de Tinyacu - Yanahuanca

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Edward Joel MEDRANO CHAVEZ

Bach. Conversión Peter JANAMPA URBANO

Asesor:

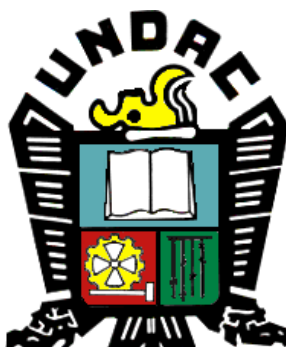
Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

Adaptabilidad del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en la zona de Tinyacu - Yanahuanca

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hickey Emilio CORDOVA HERRERA
PRESIDENTE

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ
MIEMBRO

Mg. Fidel De La ROSA AQUINO
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 028-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MEDRANO CHAVEZ, Edward Joel
JANAMPA URBANO, Convergión Peter

Escuela de Formación Profesional
Agronomía - Yanahuanca

Tipo de trabajo
Tesis
Adaptabilidad del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en la zona de Tinyacu – Yanahuanca

Asesor
Dr. CASTILLO NOLE, Manuel Jorge

Índice de similitud
22 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 25 de febrero de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Luis A. Huanes Tovar
Director

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Agradecemos a nuestros padres y hermanos por haber tenido un papel fundamental en la construcción de nuestra identidad actual y en el logro de nuestros objetivos. Nos guiaron con normas y también nos brindaron ciertas libertades, pero, en última instancia, nos inspiraron constantemente para alcanzar nuestras metas.

Edward y Conversión

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra sincera gratitud a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, por brindarnos la valiosa oportunidad de estudiar y ser parte de esta institución. Apreciamos profundamente su cariño, orientación, apoyo, afecto y confianza, los cuales fueron fundamentales para culminar nuestros estudios, un regalo inmenso que valoramos enormemente y que nos llena de gratitud eterna.

De manera especial, deseamos manifestar nuestro agradecimiento sincero y profundo reconocimiento al Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE, quien desempeñó un papel fundamental como asesor de nuestra tesis profesional, guiándonos en su planificación, desarrollo y finalización.

Este testimonio de agradecimiento refleja la importancia de las personas e instituciones que nos apoyaron en nuestro camino académico y profesional.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo principal evaluar la adaptación del cultivo de chía (*Salvia hispanica*) mediante la inoculación de Trichocastle, que incluye *Trichoderma harzianum*, *T. viride* y *T. virens*, en la zona de Tinyacu-Yanahuanca. El estudio utilizó un enfoque experimental con un Diseño de Bloques Completos al Azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. La población constó de 1440 plantas, y se tomó una muestra de 400 plantas de chía, con 20 plantas evaluadas en cada tratamiento. En cuanto a los resultados, se observaron diferencias significativas en el desarrollo vegetativo del cultivo. El tratamiento T1 de Trichocastle emergió en 7.7 días, en comparación con los 4 días del tratamiento testigo T5. La altura de las plantas en el tratamiento T1 fue de 88 cm, mientras que el tratamiento testigo alcanzó solo 75 cm. En la fase de floración, los tratamientos T2 y T1 fueron los más rápidos, con 61.5 y 59.5 días respectivamente. En cuanto al número de flores por espiga, los tratamientos T1 y T2 superaron al tratamiento testigo T5. En términos de rendimiento, el tratamiento T1 obtuvo el mejor resultado con 2.3 t/ha, mientras que el tratamiento T5 testigo tuvo el rendimiento más bajo con 1.09 t/ha. El peso de semillas por planta fue superior en el tratamiento T1 en comparación con el tratamiento testigo. Estos resultados sugieren que la inoculación de Trichocastle puede tener un impacto positivo en el desarrollo y el rendimiento del cultivo de chía en el distrito de Yanahuanca.

Palabras clave: Chía, inoculación, Trichocastle, rendimiento.

ABSTRACT

The main objective of the study was to evaluate the adaptation of chia cultivation (*Salvia hispanica*) through the inoculation of Trichocastle, which includes *Trichoderma harzianum*, *T. viride* and *T. virens*, in the Tinyacu-Yanahuanca area. The study used an experimental approach with a Randomized Complete Block Design, with 5 treatments and 4 repetitions. The population consisted of 1440 plants, and a sample of 400 chia plants was taken, with 20 plants evaluated in each treatment. Regarding the results, significant differences were observed in the vegetative development of the crop. The Trichocastle T1 treatment emerged in 7.7 days, compared to 4 days for the T5 control treatment. The height of the plants in the T1 treatment was 88 cm, while the control treatment reached only 75 cm. In the flowering phase, treatments T2 and T1 were the fastest, with 61.5 and 59.5 days respectively. Regarding the number of flowers per spike, treatments T1 and T2 surpassed the control treatment T5. In terms of yield, the T1 treatment obtained the best result with 2.3 t/ha, while the control T5 treatment had the lowest yield with 1.09 t/ha. The weight of seeds per plant was higher in the T1 treatment compared to the control treatment. These results suggest that Trichocastle inoculation can have a positive impact on the development and yield of chia cultivation in the Yanahuanca district.

Keywords: Chia, inoculation, Trichocastle, yield.

INTRODUCCIÓN

La chía (*Salvia hispánica*) es una planta de gran valor nutricional que ha capturado la atención de agricultores, investigadores y consumidores en todo el mundo debido a sus semillas ricas en ácidos grasos omega-3, fibra y antioxidantes. Su cultivo se ha expandido en diversas regiones, y Perú no es la excepción, donde el distrito de Yanahuanca y la zona de Tinyacu, ofrece un entorno propicio para su desarrollo. Sin embargo, como cualquier cultivo, la chía enfrenta desafíos, incluyendo enfermedades que pueden limitar su producción.

Uno de los enfoques para mejorar la salud de las plantas y aumentar la producción agrícola es la inoculación con microorganismos benéficos, como las especies del género *Trichoderma*. Estos hongos son conocidos por su capacidad para promover el crecimiento de las plantas y protegerlas contra patógenos.

Según Zapata *et al.* (2012), "La inoculación con *Trichoderma* ha demostrado ser eficaz en la promoción del crecimiento vegetal y en la protección contra enfermedades en varios cultivos". Además, Albrecht *et al.* (2017) señala que "la aplicación de *Trichoderma* en la agricultura puede mejorar la resistencia de las plantas y aumentar la productividad de los cultivos".

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la adaptabilidad del cultivo de chía en la zona de Tinyacu - Yanahuanca mediante la inoculación de tres especies de *Trichoderma*: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*. Esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre cómo estas cepas de *Trichoderma* pueden influir en el crecimiento y la sanidad de las plantas de chía, lo que podría tener un impacto significativo en la producción agrícola de la región.

Esta investigación se basa en la premisa de que la aplicación de *Trichoderma*

puede proporcionar una solución sostenible y efectiva para mejorar el rendimiento de los cultivos de chía en Tinyacu - Yanahuanca, lo que beneficiaría tanto a los agricultores locales como a la industria de la chía en Perú.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	3
1.2.1.	Delimitación espacial.....	3
1.2.2.	Delimitación temporal	3
1.2.3.	Delimitación social	3
1.3.	Formulación del problema	4
1.3.1.	Problema general.....	4
1.3.2.	Problemas específicos	4
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación.....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	6
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	7
2.3.	Definición de términos básicos	22
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	22
2.4.1.	Hipótesis General.....	22
2.4.2.	Hipótesis Específicas	23
2.5.	Identificación de variables	23
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	24
3.2.	Nivel de investigación	24
3.3.	Métodos de investigación.....	24
3.4.	Diseño de investigación.....	25
3.5.	Población y muestra	26
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	26
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	26
3.9.	Tratamiento estadístico.....	27
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	27

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	28
------	---------------------------------------	----

4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	33
4.3.	Prueba de Hipótesis	43
4.4.	Discusión de resultados Desarrollo vegetativo del cultivo	43

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de operacionalización de variables	23
Tabla 2	Tratamientos en estudio Trichocastle en el cultivo de chía.....	27
Tabla 3	Resultados de análisis de suelo.....	29
Tabla 4	Precipitación mensual en Yanahuanca julio a diciembre 2014	30
Tabla 5	Análisis de variancia para días a la emergencia de planta (n°).	34
Tabla 6	Prueba de Tukey para días a la emergencia de las plantas (n°).....	34
Tabla 7	Análisis de variancia para altura de planta a los 90 días (cm).....	35
Tabla 8	Prueba de Tukey para altura de planta a los 90 días (cm)	35
Tabla 9	Análisis de variancia para altura de planta a los 120 días (cm).....	36
Tabla 10	Prueba de Tukey para altura de planta a los 120 días (cm)	36
Tabla 11	Análisis de variancia para días a la floración (n°)	37
Tabla 12	Prueba de Tukey para días a la floración (n°)	37
Tabla 13	Análisis de variancia para número de flores por espiga (n°).....	38
Tabla 14	Prueba de Tukey para número de flores por espiga (n°)	38
Tabla 15	Análisis de variancia para frutos cuajados por espiga (n°).....	39
Tabla 16	Prueba de Tukey para frutos cuajados por espiga (n°)	39
Tabla 17	Análisis de variancia para días a la cosecha (n°).....	40
Tabla 18	Prueba de Tukey para días a la cosecha (n°)	41
Tabla 19	Análisis de variancia para peso de semillas por planta (g).....	41
Tabla 20	Prueba de Tukey para peso de semillas por planta (g)	41
Tabla 21	Análisis de variancia para rendimiento por hectárea (t/ha).	42
Tabla 22	Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea (kg/ha).....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Croquis experimental	25
--	----

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La provincia Daniel Carrión, cuenta con condiciones edafoclimáticas que permiten desarrollar diversos cultivos, actualmente se dedican al cultivo de papa, maíz, habas, oca, maca, choclo y frutales donde su producción está destinada al autoconsumo y mercado local, siguiendo una política de auto sostenimiento, lo que debe cambiarse por una agricultura que debe mirar hacia un desarrollo empresarial introduciendo cultivos rentables para mejorar su calidad de vida, respetando siempre el medio ambiente ajustándose a las buenas prácticas agrícolas

Por el desconocimiento de manejo agronómico de otros cultivos rentables, los agricultores no introducen nuevos cultivos que le permiten conseguir mejores ingresos para mejorar su calidad de vida de su núcleo familiar.

Existen muchos cultivos que se pueden introducir para ser explotado, sin embargo, por las condiciones de suelo, clima, período de cosecha, rentabilidad y menor costo para su instalación el cultivo de chía es una alternativa de ser

introducido a la provincia Daniel Carrión por sus grandes bondades que brinda para la salud humana muy superior al arroz, cebada, avena, trigo, maíz y excelente aporte de minerales y fuentes energéticas para lograr mayor resistencia.

Actualmente hay un marcado interés en producir y consumir alimentos sanos, libres de plaguicidas y proteger los recursos naturales. Por tanto, una estrategia de manejo agronómico del cultivo de chía es mediante inoculación de *Trichocastle*.

El cultivo de chía (*Salvia hispánica*) sería una alternativa agrícola sostenible. Sin embargo, la producción de chía en esta zona enfrenta desafíos relacionados con la sanidad de las plantas y la calidad de la cosecha. Uno de los desafíos más prominentes es la presencia de patógenos que afectan negativamente a las plantas de chía y, por lo tanto, reducen el rendimiento.

Diversas investigaciones han demostrado que la inoculación con *Trichoderma*, específicamente *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*, puede promover el crecimiento y la resistencia de las plantas en diferentes cultivos (Quispe y Orellana, 2018). Estos microorganismos beneficiosos actúan como biocontroladores y estimuladores del crecimiento vegetal, lo que sugiere que podrían desempeñar un papel crucial en la adaptabilidad del cultivo de chía en Tinyacu - Yanahuanca.

Sin embargo, a pesar de la evidencia científica que respalda los beneficios de la inoculación de *Trichoderma* en la agricultura, no se ha realizado una investigación específica en la zona de Tinyacu - Yanahuanca para evaluar su efectividad en el cultivo de chía. Por lo tanto, es necesario abordar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo puede la inoculación de *Trichodermaharzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens* mejorar la

adaptabilidad del cultivo de chía *Salvia hispánica* en la región de Tinyacu - Yanahuanca, considerando las condiciones locales y los patógenos presentes?

Esta investigación busca llenar esta brecha de conocimiento y proporcionar información valiosa para los agricultores locales y la industria de la chía en la región, con el objetivo de mejorar la producción agrícola y la sostenibilidad en Tinyacu - Yanahuanca.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en la zona geográfica de Tinyacu - Yanahuanca, ubicada en la región de Pasco, Perú. Esta área geográfica se ha seleccionado debido a sus condiciones edafoclimáticas para la producción de chía (*Salvia hispánica*) y la importancia de mejorar la adaptabilidad del cultivo en estas condiciones específicas. La investigación se instaló en el Centro Experimental de Tinyacu – UNDAC Yanahuanca.

1.2.2. Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo durante un período de tiempo que abarca una temporada de cultivo completa de chía en la zona de estudio. El período de investigación se extendió desde julio hasta diciembre del 2014. Durante este tiempo, se realizó observaciones, análisis y seguimiento de las parcelas de cultivo para evaluar el impacto de la inoculación de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens* en el cultivo de chía.

1.2.3. Delimitación social

La población de interés para esta investigación está compuesta por agricultores locales, trabajadores agrícolas, y otros actores involucrados en la producción de chía en el distrito de Yanahuanca. Se buscó la colaboración activa

de estos actores para llevar a cabo la investigación y se recopilaron datos a través observaciones directas. El objetivo fue contribuir al conocimiento y la mejora de las prácticas agrícolas en esta comunidad, beneficiando tanto a los agricultores como a la industria de la chía en la región.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo será la adaptabilidad del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en la zona de Tinyacu - Yanahuanca?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cómo será el desarrollo vegetativo del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu?

¿Cuál será el rendimiento del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*)?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la adaptación del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu- Yanahuanca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el desarrollo vegetativo del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu.
- Determinar el rendimiento del cultivo de chía mediante la inoculación

de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*).

1.5. Justificación de la investigación

- La semilla de chía toma importancia a nivel mundial, es consumida por los pobladores de toda edad, la chía se caracteriza por ser una semilla que presenta fuente nutritiva, proteico y altos contenidos de omega 3 y 6, contiene una gran cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (miricetina, quercetina, kaemperol y ácidos cafeicos), sirve como materia prima para elaborar medicinas, compuestos nutricionales y como fuente energética para lograr mayor resistencia.
- La comercialización de la chía es destinada a los mercados locales, exposición de ferias nacionales e internacionales y es exportada por empresas peruanas.
- La chía en la provincia Daniel Carrión, no cuenta con un manejo tecnificado, ni asesoría por parte de instituciones de la zona, sin embargo, como Universidad, institución investigadora nos permitió conseguir un paquete tecnológico del cultivo de chía, que este a disposición de los agricultores de la provincia Daniel Carrión para que lo apliquen cuando siembren el cultivo.

1.6. Limitaciones de la investigación

- El agua de riego
- Presencia de sequias largas por el cambio climático
- Distancia del campo experimental.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En la provincia Daniel Carrión, no se han realizados temas sobre la adaptación y manejo agronómico del cultivo de chíá; sin embargo se cita un trabajo que se ha realizado en el país de Ecuador, donde Santana (2013) manifiesta que el trabajo de investigación se desarrolló entre las coordenadas geográficas 79° 32' de longitud Occidental y 01° 49' de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. obteniendo como resultados donde las densidades de siembras no inciden sobre el comportamiento agronómico del cultivo de chíá, la mayor altura se presentó sembrando a 60 cm entre hileras, el mayor peso de semillas se obtuvo con el distanciamiento de 40 cm entre hileras, el mayor número de flores y semillas se encontró con la siembra a 45 cm entre hilera, el mayor rendimiento se obtuvo sembrando a 40 cm de distancia entre hileras.

Zapata et al. (2012) investigando el efecto de Trichoderma en el cultivo de chia reporta: los resultados obtenidos se reflejan en un rendimiento promedio de 888 kg/Ha en el grupo de control, 953 kg/Ha en el primer nivel de fertilización,

996 kg/Ha en el segundo nivel de fertilización, 1262 kg/Ha en el tercer nivel de fertilización y 1064 kg/Ha en las aplicaciones de *Trichoderma*. Se observa que los tratamientos de fertilización en los niveles 1 y 2, así como el uso de *Trichoderma*, muestran diferencias significativas en comparación con el grupo de control. Además, el tratamiento 5 (nivel de fertilización 3) se destaca como significativamente distinto de los demás. En este caso específico, se destaca que *Trichoderma* muestra una respuesta similar a la obtenida en los tratamientos con fertilización equivalente entre 20 y 30 kg/Ha. Este resultado es altamente positivo, ya que sugiere que el uso de *Trichoderma* podría reemplazar con éxito el uso de productos contaminantes, ofreciendo un rendimiento excepcional en el cultivo.

2.2. Bases teóricas - científicas

➤ Historia del cultivo de chia

Ureta y Taco (2019) menciona que la chía, científicamente conocida como *Salvia hispánica*, es un cultivo ancestral nativo de América, específicamente del centro y sur de México, El Salvador y Guatemala. Su historia se remonta a las civilizaciones precolombinas, donde los aztecas y los toltecas ya la cultivaban. Era un alimento fundamental en sus dietas y se apreciaba por su valor nutricional y propiedades beneficiosas para la salud.

Sin embargo, con la llegada de los conquistadores europeos, el cultivo de chía fue reemplazado por cultivos introducidos, y la planta quedó en gran medida en el olvido. Durante siglos, su cultivo y consumo disminuyeron.

En las últimas décadas, la chía ha experimentado un resurgimiento debido a su reconocido valor nutricional. Se ha convertido en un cultivo importante en varios países, incluyendo México, Guatemala, Australia y Kenia. Su

versatilidad y beneficios para la salud, como su alto contenido de ácidos grasos omega-3 y fibra, la han convertido en un alimento popular y valioso en la dieta moderna.

➤ **Origen de la chia**

Xingú *et al.* (2017) menciona que el origen de la chía se encuentra en Mesoamérica, específicamente en regiones de México, El Salvador y Guatemala. La chía, conocida científicamente como *Salvia hispánica*, es una planta herbácea que pertenece a la familia de las lamiáceas. Su historia se remonta a las civilizaciones precolombinas, como los aztecas y los mayas, que ya valoraban esta semilla por sus propiedades nutricionales y energéticas. La chía era un componente fundamental en la dieta de estas civilizaciones y se utilizaba tanto en su alimentación como en ceremonias religiosas.

➤ **Clasificación taxonómica de la chia**

Según Zettel & Hitzmann (2018) la chía, conocida científicamente como *Salvia hispánica*, pertenece a la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Plantae (Plantas)
- Subreino: Tracheobionta (Plantas vasculares)
- Superdivisión: Spermatophyta (Plantas con semillas)
- División: Magnoliophyta (Plantas con flores)
- Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- Orden: Lamiales
- Familia: Lamiaceae (Lamiáceas o Labiadas)
- Género: *Salvia*
- Especie: *Salvia hispánica*.

➤ **Propiedades nutricionales**

La chía (*Salvia hispanica*) es considerado entre uno de los cultivos que toma importancia a nivel mundial, para la agricultura y sus diferentes derivados. Si bien, la moderna investigación de la chía se basa en su gran aporte de ácidos grasos esenciales, estas pequeñas semillas deben ser consideradas como excelentes integradores alimentarios, dada su riqueza en componentes nutricionales. Las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de omega 3. Poseen un 33 % de aceite, del cual el ácido linolénico (omega 3) representa el 62 % y el linolénico (omega 6) el 20 %. La chía es el cultivo con mayor porcentaje de AGE al tener el 82 % de sus lípidos con dicha característica (Ayerza y Coates, 1998).

Las semillas de chía contienen una gran cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante: miricetina, quercetina, kaemperol, y ácido cafeico. Estos compuestos son antioxidantes primarios y sinérgicos que contribuyen a la fuerte actividad antioxidantes de la chía. Como fuente de omega 3, elimina la actividad de utilizar antioxidante artificial como vitaminas que anulan los efectos protectores de las drogas cardiovascular (Brown, 2001).

La planta de chía superior a otras fuentes vegetales y marinas de Omega3, contiene más proteínas, lípidos, energía y fibra que el arroz, la cebada, la avena, el trigo o maíz, con menos carbohidratos. Es una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre. Las civilizaciones precolombinas usaban la semilla de chía como materia prima para elaborar medicinas, compuestos nutricionales y como fuente energética para lograr mayor resistencia física (Coates, 1996).

La ciencia moderna indica que las semillas de chía contienen cantidades de aceite que varían entre un 32 a un 39% y dicho aceite contiene el porcentaje

de aceite natural, de ácido omega -3 a – linazalenico (60-63%). (Ayerza y Coates, 1998)

➤ **Características de la planta de chía**

Es una planta herbácea de la familia de las lamiáceas; es una de las especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linolénico omega 3, conocido hasta 2006. Se cultiva para aprovechar sus semillas que se utilizan molidas como alimento. Es una planta herbácea anual de hasta 1 m de altura presenta hojas opuestas, de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 de ancho. Las flores son hermafroditas, purpúreas a blancas y aparecen en ramilletes terminales; florece entre julio y agosto en el hemisferio norte (Cahill y Joseph, 2003).

La *Salvia hispanica* L. pertenece a la familia de las Lamiaceae (familia de las mentas). Es una hierba anual que mide entre 1 y 1.5 m de altura, el sistema radical es bien desarrollado y fibroso, formado por una raíz principal muy ramificada (Barros y Buenrostro, 1997).

El tallo, es ramificado, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. Las hojas son opuestas, con los bordes acerrados, tienen un pecíolo de hasta 40 mm de largo, poca pubescencia blancuzca y muy corta, y miden de 80 – 100 mm de longitud y de 40 a 60 mm de anchura (FAO, 1992).

Las flores se producen en espigas terminales o axilares, en grupos protegidos por pequeñas brácteas con largas extremidades puntiagudas. El pedúnculo es corto, el cáliz persistente en forma de tubo, abultado, estriado, con bello blanco, y tres dientes agudos uno algo más largo que los otros dos, con un diámetro similar al de los otros dos juntos. La corola es tubular de color azul, con cuatro estambres, dos de los cuales son más grandes y estériles. El ovario

es discoideo y el estigma bífido. Las características de los estambres, el color y la forma de la flor y la presencia del disco nectarífero, hacen presumir que la chía es alogámica (transfieren polen de la antera de la flor de la planta al estigma de las flores de una planta genéticamente diferente) y entomófila (polinizada por insectos) (Coates y Ayerza, 2006).

Es una planta con flores bisexuadas purpúreas a blancas que crece en una forma de rama en el alto del tallo produciendo un capullo en forma de aquenio produciendo de 20 a 30 flores por planta (Martínez, 1994). La semilla es oval, suave y brillante, de un color negro grisáceo con manchas irregulares tirando a un color rojo oscuro, se presenta en grupos de cuatro y miden entre 1.5 a 2.0 mm (Coates, 1996).

➤ **Condiciones edafoclimáticas**

Por lo regular la planta de chía requiere suelo húmedo para germinar, pero una vez que se ha establecido, se comporta bien con cantidad limitada de agua, aunque pueden crecer con un amplio rango de precipitaciones. Puede cultivarse en secano con solo 400 mm de lluvia, o con lluvias de hasta 1.100 mm (Cahill, 2003).

La luz es otro factor importante en el cultivo de chía, ya que es sensible a la duración de la estación de crecimiento depende de la latitud donde se planta (Bradeau, 1985).

La temperatura mínima es de 11° C y la máxima de 36° C y la óptima de 18 a 26° C, la humedad relativa requerida de 40 y 70 % (Coates y Ayerza, 2006).

La chía se desarrolla mejor en suelos areno-limosos, aunque puede crecer en los arcillo-limosos y que tengan buen drenaje. Las observaciones de campo indican que la chía crece bien en suelos que contienen una amplia variedad

de niveles de nutrientes (Cahill, 2003).

➤ **Manejo agronómico**

La facultad germinativa de la chía se mantiene durante un periodo de 5 años, aunque prácticamente la utilización no debe pasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad de germinación (Poehlman, 1998).

La ramificación en el cultivo de la chía empieza a los 30 o 40 días dependiendo de la altura a la que esté sembrada. Las primeras espigas se forman los 60 días (Martínez, 1994).

La chía requiere un terreno franco, mullido, limpio de malas hierbas. La naturaleza de las labores y el modo de ejecutarlas es muy importante, además requiere de una aplicación de malatión en polvo usando 100 g/10kg de semilla de chía para la Siembra hay que tomar en cuenta la necesidad y requerimiento de agua para su desarrollo vegetativo; resulta propicia la siembra de la chía a la salida del invierno (Coates y Ayerza 2006).

Un factor que influye en el desarrollo de los cultivos es la densidad de siembra ya que mantiene una estrecha relación con las actividades que realiza la planta durante su ciclo de desarrollo (Buenrostro, 1997).

Un distanciamiento adecuado en un cultivo hace que pueda evitarse muchos factores perjudiciales en la planta, tales como contagio de enfermedades y plagas de una forma rápida, desde luego también se pueden mencionar factores beneficiosos como facilitar los cuidados de mantenimiento, mejora la productividad ya que aprovecha de una mejor manera la energía luminosa. (Buenrostro, 1997).

En nuestro país no se cuenta con un manejo agronómico del cultivo ya que

su producción se está iniciando. Su introducción en la zona del litoral y parte de la zona norte del país, debido a la necesidad de obtener cultivos que presentan su producción en menor tiempo, su fuente nutritiva, proteico y altos contenidos de omega 3, además tolerancia a la sequía, resistencia al ataque de plagas y enfermedades entre otros, factores siendo esto una pauta para motivar la siembra del cultivo de Chía en estas zonas. De acuerdo a sondeos realizados en el País, se ha observado que no existen estudios relacionados al manejo de un paquete tecnológico, relacionado especialmente con densidades de siembra y manejo de la fertilización tanto química como orgánica, por lo que es necesario validar este cultivo en esta zona agro-ecológica (Orozco, 2003).

Los requerimientos nutricionales de la china son los siguientes: Materia Orgánica 70 %, pH 6.5 - 7.0, Nitrógeno 2.8 % a 3 %, Fósforo 2.3 a 2.5, Potasio 2.6 a 3, Calcio de 2.5 a 3 %, Magnesio 0.6 a 0.8 %, Azufre 0.42 a 0.6 %, Boro 40 a 56 ppm, Zinc 250 a 280 ppm, Cobre 50 a 68 ppm, Manganeso 340 a 470 ppm (Ayerza y Coates, 1998).

La maduración se hace presente a los 120 días lo cual demuestra su color característico café en las espigas la semilla debe tener un porcentaje no menor al 80 % de germinación La profundidad de la siembra debe ser no mayor a 3 cm. La cantidad de semilla que se usa es de 8 kg/ha; La siembra en surcos es a chorro continuo separada a 60 cm entre surcos (Coates y Ayerza 2006).

Los mismos valores manifiestan que la siembra se la realiza con máquinas de chorro fino es decir chorro continuo en hilera, a distancia de 0.60 m a una profundidad de 3 cm.

La planta de chía elabora un aceite el cual repele plagas y agentes causales de

enfermedades, por lo que se supone que hasta el momento no se ha encontrado plagas, menos enfermedades (Ayerza y Coates, 1996).

La cosecha se la realiza con máquina estacionaria, con máquina cosechadora combinada con cabezal de molinete. Una vez obtenido el grano es aconsejable realizar ventilaciones con aire caliente no mayor a 40 °C ya que de ser superior puede sufrir daños la proteína que contiene se recomienda guardar el grano en lugares secos a una humedad relativa no mayor del 60 % (Cahill, 2003).

➤ **Clasificación taxonómica de trichoderma**

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

a) Trichoderma harzianum

- División : Eumycota
- Sub-división : Deuteromycotina
- Clase : Hyphomycetes
- Género : *Trichoderma*
- Especies : *harzianum*

b) Trichoderma viride

- División : Eumycota
- Sub-división : Deuteromycotina
- Clase : Hyphomycetes
- Género : *Trichoderma*
- Especies : *viride*

c) Trichoderma virens

- División : Eumycota
- Sub-división : Deuteromycotina

- Clase : Hyphomycetes
- Género : Trichoderma
- Especies : *virens*.

➤ **Generalidades de Trichoderma**

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

CDA (2002), manifiesta que *Trichoderma* coloniza el suelo alrededor de las raíces (rhizósfera) ayudando a la planta en su nutrición por que vuelven los nutrientes más disponibles para la planta. Investigación reciente han demostrado que la aplicación de *Trichoderma* en el cultivo de maíz y cuyas raíces han sido colonizadas por dicho microorganismo, requiere menos fertilizante del nitrogenado que el maíz no tratado; lo que implica el ahorro de un 35 a 40 % de fertilizante. (Harman et. al ,1999).

Villegas (2000), demuestra resultado en campo un incremento en la actividad de *Trichoderma harzianum* como micoparásito, cuando se inoculan

en la semilla disminuyendo la población de hongos del suelo. También se comprobó que la aplicación sobre el suelo en pre siembra, siembra y post-emergencia temprana, logra disminuir la incidencia de las enfermedades en el cultivo en más del 60% y además demora la aparición de los síntomas de los patógenos en la planta.

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

Pichael (2011), ha encontrado una proteína de *Trichoderma* que interviene en la producción de 'pelos' en las raíces laterales de tomate y de pepino *Trichoderma* tiene un "efecto auxina", que es la hormona vegetal que permite el desarrollo de raíces laterales en las plantas. Cuando el hongo coloniza una planta, le interesa que haya más raíces para tener una mayor superficie sobre la que actúa. *Trichoderma* estimula a la planta por medio de las auxinas, de manera que la raíz es más grande y más densa y el hongo a su vez dispone de mayor superficie para crecer. La gran novedad de las últimas investigaciones está en el hallazgo de que *Trichoderma*, produce "pelos" que aumentan la capacidad de captación de nutrientes en las raíces. Cada raíz lateral tiene pelos que aumentan la superficie de absorción de nutrientes y esto se traduce en un mayor crecimiento. Windham et al (1986), señalan que *Trichoderma spp* podría incrementar los rendimientos por producción de algún factor de crecimiento.

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

➤ ***Trichoderma harzianum***

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

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

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

Donoso et. al (2008), reportan que *T. harzianum* estimula el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* y una mezcla de éste con perlita y composta, da

crecimientos significativos en altura, biomasa y desarrollo del sistema radical.

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

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

El efecto estimulador del crecimiento, expresado en el presente ensayo por un mayor porcentaje de germinación, altura de planta, peso seco, área foliar y velocidad de fotosíntesis de las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens* aumentaron significativamente con relación al testigo sin antagonista Su interpretación corresponde al desarrollo de la planta y los valores más altos fueron para los tratamientos con *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium virens* (Cruz y Cisterna, 1998).

La utilización de dos formulados líquidos con conidios y sin conidios de *Trichoderma harzianum* A-34 produjeron un efecto bioestimulante expresado en la cantidad de hojas por planta, el incremento de la altura de la planta, ancho de la hoja, largo de la hoja, cantidad de foliolos, número de flores y

sobre el rendimiento del cultivo del tomate (Pérez et. al 2012).

➤ **Trichoderma virens**

López (2007), manifiestan que la interacción entre *Trichoderma virens* y *Arabidopsis thaliana*, en bioensayos realizados confrontando al hongo con la planta, encontrándose que la inoculación fúngica estimula el crecimiento y desarrollo de la raíz que correlaciona con una mayor producción de biomasa radicular y foliar.

Jiménez (2005), determinó la dosis y frecuencia de aplicación de *Trichoderma virens* para el control de *Botrytis* sp., *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp. En Protea (Universidad de Talca) bajo condiciones de campo, cultivadas en el Secano Costero de la VII Región (Chile). Para este ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar (DBA), el cual consideró cinco tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se evaluaron dos dosis y dos frecuencias de aplicación del biocontrolador y un testigo sin aplicación sobre la incidencia y severidad en plantas de enfermedades foliares. Los tratamientos con frecuencia de aplicación cada 14 días no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos, pero si respecto a los valores de incidencia observados en los tratamientos con frecuencia de aplicación cada 7 días. Al evaluar la severidad se observan diferencias significativas entre los tratamientos que incluyeron el biocontrolador con una frecuencia de 7 días y el tratamiento testigo sin aplicación para el grado de severidad 0. Con respecto a las dosis evaluadas no se presentaron diferencias significativas entre ellas.

Se ha reportado que *T. virens* posee gran habilidad para inducir la producción de fitoalexinas (Harman et al., 2004). La colonización de raíces por parte de

T. virens induce cambios significantes en la maquina metabólica en plantas de frijol y maíz, modificando fuertemente el metabolismo de la planta y en muchos casos las benefician repercutiendo en la función de los órganos reproductores (Harman et al., 2004). Se ha descrito que *T. virens* incrementa la captación de las concentraciones de una variedad de nutrientes (cobre, fósforo, hierro, magnesio y sodio) en raíces de cultivos hidropónicos, ocurriendo de manera semejante bajo condiciones axénicas (Yedidia et al., 2001). También pueden solubilizar varios nutrientes como son fosfatos rocosos, hierro, cobre, zinc que pueden ser no disponibles para las plantas en ciertos suelos (Altomare et al., 1999). López et. al (2008) realizaron análisis de los compuestos que secreta *T. virens*, encontrando 3 compuestos de naturaleza auxínica el indol-3-acético (AIA), indol-3-acetaldehído (IAid) y indol-3-etanol (IEt). Mencionan también que en la estimulación de crecimiento vegetal participan reguladores tipo auxínico y que en análisis celulares se observó que existe un efecto promotor de la división y elongación celular.

➤ **Trichoderma viride**

Cupull (2003), manifiestan que el ensayo se realizó en el vivero de la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, provincia de Villa Clara, en el período comprendido entre noviembre de 1999 y junio del 2000, a una altura de 340 msnm, con el objetivo de determinar el efecto de *Trichoderma viride* sobre la germinación, el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn y el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. variedad Caturra Rojo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. Obteniéndose a los 50 días una germinación entre el 34,2 y 39,2 % en los tratamientos con *Trichoderma*; la incidencia de *Rhizoctonia solani* osciló entre 1,7 y 7,0 % en los tratamientos 2, 3 y 4, el testigo presentó hasta un 53,6 % de afectación y los tratamientos 3 y 4 mostraron diferencia significativa en todos los índices morfológicos evaluados en relación con los dos testigos. Con la aplicación de *Trichoderma viride* se acelera la germinación, no se necesita aplicar Zineb y se obtienen posturas más vigorosas. Neyra et. al (2013), dan a conocer el efecto positivo en la estimulación del crecimiento de las plántulas de *Capsicum annum* por los microorganismos empleados *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride*, por lo cual podría recomendarse como potencial PGPR (Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal) y PGP (Promotor de crecimiento vegetal) en este cultivo, como alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos.

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

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

2.3. Definición de términos básicos

Adaptabilidad

La adaptabilidad asociada a un material hace referencia a aquellos materiales que se amoldan más fácilmente a otros elementos.

Inoculación

Inocular es la acción de introducir un organismo vivo menor a uno mayor con el fin de producir la enfermedad que es capaz de generar. En biología es ubicar algo que crecerá y se reproducirá.

Trichocastle

Son hongos muy comunes del suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol, pertenece a la subdivisión Deuteromicete. Es utilizado en la agricultura como agente de control biológico debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante. Existen varias especies del *Trichoderma* con muchas características que diferencian, poseen facilidades para colonizar las raíces de las plantas, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Existe diferencia significativa en la adaptación del cultivo de chía *Salvia*

hispánica mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu- Yanahuanca.

2.4.2. Hipótesis Específicas

Existe diferencia significativa en el desarrollo vegetativo del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu.

Existe diferencia significativa en el rendimiento del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*).

2.5. Identificación de variables

- **Variable independiente:** inoculación de Trichocastle.
- **Variable dependiente:** adaptación del cultivo de chía.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: inoculación de Trichocastle.	Desarrollo vegetativo del cultivo de chía Días a la emergencia de plantas	n°
Variable dependiente: adaptación del cultivo de chía.	Altura de planta a los 120 días Días a la floración	m
Variable interviniente: condiciones de Tinyacu Yanahuanca	Número de flores/espiga Frutos cuajados/espiga Registro de plagas y enfermedades Días a la cosecha	n° n° n°
	Rendimiento del cultivo de chía Peso de semillas/planta Rendimiento por hectárea.	% n° g t/ha

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El estudio utilizó un enfoque experimental que combinó métodos inductivos y deductivos, aplicando criterios técnicos específicos para evaluar los impactos positivos resultantes de la implementación de Trichoderma.

3.2. Nivel de investigación

La investigación actual se llevó a cabo en un enfoque explicativo, lo que posibilitó la obtención de datos fundamentales para ampliar la comprensión. Esto permitió descubrir nuevas interpretaciones que alteraran el entendimiento inicial de las prácticas agrícolas relacionadas con la utilización de Trichoderma en el cultivo de chía.

3.3. Métodos de investigación

Se aplicó el enfoque científico que involucra tanto experimentación en un entorno controlado como trabajo de campo, lo que permitió el reconocimiento de múltiples factores relevantes mientras se llevaba a cabo el experimento.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación experimental utilizado fue el Diseño de Bloques Completos al Azar, con 5 tratamientos y 04 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij} \text{ Donde:}$$

X_{ij} = Es la expresión del cultivo de chía la inoculación de Trichocastle

μ = Es la media de la población.

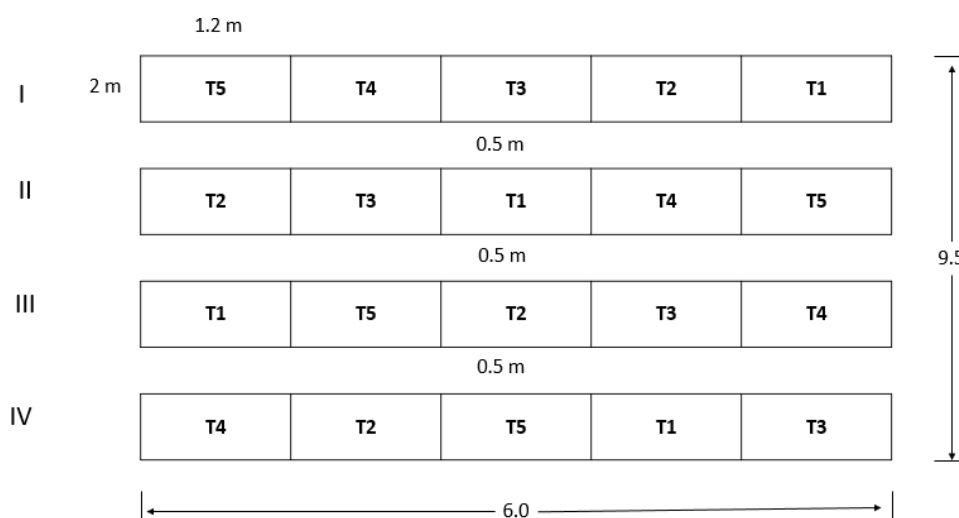
α_i = Efectos de los tratamientos (sin inocular e inoculados con Trichocastle)

β_j = Representa el efecto del bloque.

e_{ij} = Es el efecto del error

Figura 1

Croquis experimental



- Área de la Parcela : 2.40 m².
- Largo de la Parcela : 2.0 m
- Ancho de la Parcela : 1.20 m
- Área Total Experimental : 57.0 m²
- Largo del bloque : 6.0 m

- Ancho del bloque : 9.5 m
- Distanciamiento entre planta: chorro continuo
- Distanciamiento entre surco : 0.30 cm
- Número de plantas/surco 18
- Número de surco /parcela 4
- Número de plantas/parcela 72

3.5. Población y muestra

La población se basó a la cantidad de plantas que se utilizaron en el presente estudio que fue de 1440 y la muestra estuvo constituida por 400 plantas de chíá; 20 plantas evaluadas en cada tratamiento.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación experimental
- Análisis documental.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Se usaron balanza de precisión, regla métrica, fichas de evaluación, datos meteorológicos del SENAMHI y se utilizó el coeficiente de viabilidad (C.V) para la confiabilidad, expresado en %. Según Calzada (1982), son aceptables valores menores a 40%. para este tipo de trabajo.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante la prueba de Análisis de varianza (ANVA), prueba de significación Tukey, se usó de paquetes estadísticos Infostat para una mejor precisión.

3.9. Tratamiento estadístico

Tabla 2

Tratamientos en estudio Trichocastle en el cultivo de chía

Trat.	Cultivo más inoculación de Trichocastle (<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>T. viride</i> , <i>T. virens</i>)	Formulación del Trichocastle ml/15 L agua
T1	Chía + Trichocastle	1950
T2	Chía + Trichocastle	1800
T3	Chía + Trichocastle	1650
T4	Chía + Trichocastle	1500
T5	Testigo	**

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

➤ Autoría

Los autores Edward Joel MEDRANO CHAVEZ y Convergencia Peter JANAMPA URBANO son los que plantearon y ejecutaron la presente tesis.

➤ Originalidad

Todos los autores considerados en la presente investigación fueron citados respetando la autoría en la sección referencias bibliográficas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

➤ Ubicación del campo experimental

Los diferentes trabajos realizados durante su ejecución se llevaron a cabo en el Centro Experimental de Tinyacu de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ubicado en el distrito de Yanahuanca, Provincia de Daniel Alcides Carrión Región Pasco.

➤ Ubicación geográfica

Región	: Pasco
Provincia	: Daniel Alcides Carrión
Distrito	: Yanahuanca
Latitud Sur	: 10° 29' 29"
Longitud Oeste	: 76° 30' 49"

➤ Ubicación Geográfica

Región Geográfica	: Marañón- Amazonas
Sub-cuenca	: Alto Huallaga

Altitud : 2,800 m.s.n.m.

Temperatura : 15 – 22°C.

➤ **Análisis de suelos**

Para realizar el uso exacto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, se efectuó mediante los análisis físicos y químicos de suelos, para tomar la muestra representativa del suelo se tomaron sub muestras se homogenizó y se tomó un kilogramo de suelo para su análisis respectivo.

Tabla 3

Resultados de análisis de suelo.

Análisis mecánico	Resultado	Resultados
- Arena	38.1 %	Franco
- Limo	24.0 %	
- Arcilla	37.9 %	
Análisis químico		
- Materia orgánica	1.69 %	bajo
- Nitrógeno	0.07 %	bajo
- Reacción del suelo (pH)	6.7	ligeramente alcalino
Elementos disponibles		
- Fósforo	2.89 ppm	medio
- Potasio	149 ppm	medio

Fuente: INIA-Huancayo, Elaboración propia

➤ **Resultados del análisis de suelos**

El suelo donde se instaló el experimento fue de textura Franca, con un contenido bajo de materia orgánica, así como también de nitrógeno, el pH es ligeramente alcalino, en cuanto a fósforo y potasio el contenido es medio, y según las recomendaciones del INIA se trabajó a una dosis de 110-100-90 kg de NPK por hectárea, para lo cual se usó el fertilizante 20-20-20, para todo el experimento se usó 3.135 kg del fertilizante para 57 m² y la aplicación fue a

chorro continuo al costado de las plantas de chia.

➤ **Datos meteorológicos**

La tabla 4 muestra que la temperatura máxima en el periodo del experimento estuvo entre 19.4 diciembre y 23.9 en julio, las temperaturas mínimas oscilaron entre 4.6 en julio y 6.6 noviembre, la humedad relativa se encontró en los rangos de 73.2 % en julio hasta 76.9 % diciembre, la precipitación total fue de 505.9 mm y el mes con menos lluvia fue julio y agosto por lo que se tuvo que adicionar riego por asperción. Estos datos confirman que las condiciones meteorológicas de Yanahuanca son adecuadas para el cultivo de chía.

Tabla 4

Precipitación mensual en Yanahuanca julio a diciembre 2014

Año 2014	Temperatura (°C)		Humedad	Precipitación
Meses	Max.	Min.	Relativa (%)	(mm)
Julio	23.9	4.6	73.2	6.1
Agosto	22.2	6.0	73.6	45.8
Setiembre	21.6	6.1	75.0	119.2
Octubre	21.6	6.4	73.8	74.8
Noviembre	19.8	6.6	75.5	118.0
Diciembre	19.4	6.3	76.9	142.0
Total				505.9

Fuente: SENAMHI Yanahuanca (2014).

➤ **Conducción del experimento**

a. Preparación y demarcación del terreno

La preparación del suelo, se realizó con el picado y desterronado del suelo con la ayuda de picos dejándolo suelto y mullido, la nivelación se efectuó con la ayuda de rastrillos logrando las condiciones favorables para la germinación de las semillas. Luego se procedió a

demarcar el área del terreno, bloque y de cada parcela experimental.

b. Preparación de Trichocastle

La preparación del Trichocastle se realizó de acuerdo a los tratamientos en estudio, en un recipiente se depositó el antagonista en 2 litro de agua, con la ayuda de una varita se movió de forma muy lenta hasta obtener el caldo antagónico, seguidamente se realizó el colado en otro recipiente donde se agregó la melaza a razón de 30 ml. Se corrigió el pH del agua que se usó, utilizando el corrector a la dosis de 150 ml/ cilindro, obteniéndose un pH de 5.5 para que trabaje el Trichocastle.

c. Inoculación del Trichocastle

Antes de la siembra se realizó la inoculación inundativa, aplicando Trichocastle en el surco de siembra. Posteriormente se realizó 3 aplicaciones cada 10 días.

d. Siembra

La siembra se realizó manualmente en hileras, en suelo húmedo, depositando las semillas a chorro continuo. Luego se las cubrió con una pequeña porción de tierra muy fina.

e. Control de malezas

Después de la siembra, se realizó el control de malezas manualmente, de acuerdo a la necesidad.

f. Aporque

Se ejecutó el aporque en el cultivo de chíá al momento que lo requirió.

g. Riego

La frecuencia de riego estuvo en función a los requerimientos hídricos del cultivo y humedad disponible en el suelo.

h. Control fitosanitario

Con la finalidad de controlar la presencia de plagas y enfermedades, se aplicó insecticidas y fungicidas específicos.

i. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica en cada parcela experimental. Para esto se procedió al arranque de las plantas y luego a la limpieza de los granos.

➤ **Registro de datos**

Se evaluaron las siguientes variables:

- **Desarrollo vegetativo del cultivo de chíá**

- a. Días a la emergencia de la planta**

Esta variable se registró contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se visualizaron un 60% de las plantas de cada unidad experimental emergidas.

- b. Altura de planta a los 90 días**

La altura de planta se midió con la ayuda de una regla, desde la base del tallo hasta el ápice terminal a los 90 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- c. Altura de planta a los 120 días**

La altura de planta se midió con la ayuda de una regla, desde la base del tallo hasta el ápice terminal a los 120 días después de la siembra, en 10 plantas tomadas al azar de cada unidad experimental.

- d. Días a la floración**

Se consideró desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% de las

plantas de las parcelas experimentales presentaron flores.

e. Número de flores/espiga

Se tomaron al azar 10 plantas en cada parcela experimental, se contó el número de flores por espiga que luego se promedió.

f. Frutos cuajados/espiga

Se determinó por el número de semillas o granos por planta, en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela experimental.

g. Registro de insectos y enfermedades

Se registró la presencia de insectos plagas y enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del trabajo de investigación.

h. Días a la cosecha

Cuando el cultivo estuvo en la fase de madurez comercial, se registró los días transcurridos desde la siembra a la cosecha.

- **Rendimiento del cultivo de chía**

a. Peso de semillas por planta

Se tomaron al azar 10 plantas en cada parcela experimental, teniendo el cuidado de que las semillas no estuvieran afectadas por daños de insectos y enfermedades; luego se pesaron en una balanza de precisión; su peso, se expresó en gramos y se promedió a una planta.

b. Rendimiento por hectárea

El rendimiento se obtuvo por metro cuadrado y se planteó a una hectárea.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para efectuar los cálculos estadísticos de las variables independientes, se utilizó el análisis de varianza. La diferencia estadística entre tratamientos se

realizó mediante la prueba de Fisher. La comparación de los datos entre los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey.

➤ **Desarrollo vegetativo del cultivo de chíá**

- **Días a la emergencia de planta (n°)**

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Tabla 5

Análisis de variancia para días a la emergencia de planta (n°).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	3.60	1.20	1.82	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	29.70	7.43	11.28	3.25	2.48	**
Error	12	7.90	0.66				
Total	19	41.20					

C.V. 8.82 %

La tabla 5 del análisis de variancia para días a la emergencia de plantas muestra que en la fuente de variación bloques no existe diferencia estadística, pero si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 8.82 %, lo cual está considerado como homogéneo.

Tabla 6

Prueba de Tukey para días a la emergencia de las plantas (n°)

Tabla 6 Mérito	Tratamiento	Media (n°)	Nivel de significación	
			0.05	
1	T 5 Testigo	11.0	A	
2	T 4 Trichocastle 1500	10.0	A	
3	T 3 Trichocastle 1650	9.2	A	B
4	T 2 Trichocastle 1800	8.0		B
5	T 1 Trichocastle 1950	7.7		B

La tabla de 6 muestra la prueba de Tukey para días a la emergencia y se observa dos grupos T5, T4 y T3 que entre ellos no existe diferencia estadística y emergen tardíamente entre 9 y 11 días (A), el segundo grupo está formado por T3, T2 y T1, que emergen en menor tiempo entre 9 y 7 días (B).

- **Altura de planta a los 90 días (cm)**

Tabla 7

Análisis de variancia para altura de planta a los 90 días (cm).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	6.60	2.20	2.13	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	374.80	93.70	90.68	3.25	2.48	**
Error	12	12.40	1.03				
Total	19	393.80					

C.V. 1.64 %

La tabla 7 muestra el análisis de variancia para altura de planta a los 90 días y se observa que para la fuente de variación bloques no existe diferencia estadística y para tratamientos existe diferencia altamente significativa, con un coeficiente de variabilidad de 1.64 %, lo cual es adecuado para este tipo de trabajos realizados en campo.

Tabla 8

Prueba de Tukey para altura de planta a los 90 días (cm)

Mérito	Tratamiento	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	68.0	A
2	T 2 Trichocastle 1800	65.0	B
3	T 3 Trichocastle 1650	62.5	C
4	T 4 Trichocastle 1500	59.5	D
5	T 5 Testigo	55.5	E

La tabla 8 de la prueba de Tukey para altura de planta muestra que entre todos los tratamientos existe diferencia estadística, el mejor tratamiento

fue T1 con 68.0 cm de altura de planta a los 90 días (A) y el tratamiento testigo T5 alcanzó el menor tamaño con 55.5 cm (E).

- **Altura de planta a los 120 días (cm)**

Tabla 9

Análisis de variancia para altura de planta a los 120 días (cm).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	6.60	2.20	2.13	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	374.80	93.70	90.68	3.25	2.48	**
Error	12	12.40	1.03				
Total	19	393.80					

C.V. 1.24 %

La tabla 9 muestra el análisis de variancia para altura de planta a los 120 días y se observa que para la fuente de variación bloques no existe diferencia estadística y para tratamientos existe diferencia altamente significativa, con un coeficiente de variabilidad de 1.24 %, lo cual es adecuado para este tipo de trabajos realizados en campo.

Tabla 10

Prueba de Tukey para altura de planta a los 120 días (cm)

Mérito	Tratamiento	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	88.0	A
2	T 2 Trichocastle 1800	85.0	B
3	T 3 Trichocastle 1650	82.5	C
4	T 4 Trichocastle 1500	79.5	D
5	T 5 Testigo	75.5	E

La tabla 10 de la prueba de Tukey para altura de planta muestra que entre todos los tratamientos existe diferencia estadística, el mejor tratamiento fue T1 con 88 cm de altura de planta a los 120 días (A) y el tratamiento testigo T5 alcanzó el menor tamaño con 75.5 cm (E).

- **Días a la floración (n°)**

Tabla 11

Análisis de varianza para días a la floración (n°)

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	8.55	2.85	2.41	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	137.80	34.45	29.11	3.25	2.48	**
Error	12	14.20	1.18				
Total	19	160.55					

C.V. 1.72%

La tabla 11 muestra el análisis de varianza para días a la floración donde la fuente de variación bloques no presenta diferencia significativa y para tratamientos si existe diferencia altamente significativa. El coeficiente de variabilidad de 1.72 %.

Conocer cuántos días tarda la chía en florecer es esencial para determinar el momento óptimo de cosecha. La chía es cultivada principalmente por sus semillas, y cosechar en el momento adecuado garantiza la máxima calidad y rendimiento de las semillas.

Tabla 12

Prueba de Tukey para días a la floración (n°)

Mérito	Tratamiento	Media (n°)	Nivel de significación
			0.05
1	T 5 Testigo	66.75	A
2	T 4 Trichocastle 1500	65.50	A B
3	T 3 Trichocastle 1650	63.50	B C
4	T 2 Trichocastle 1800	61.50	C D
5	T 1 Trichocastle 1950	59.50	D

La tabla 12 de la prueba de Tukey para días a la floración muestra que entre los tratamientos T5 y T4 demoran mayor tiempo en iniciar la floración con 66.75 y 66.5 días y entre ellos no existe diferencia significativa (A), los tratamientos T2 y T1 son los que florecen en menor

tiempo con 61.5 y 59.5 días y entre ellos no existe diferencia estadística (D).

- **Número de flores por espiga (n°)**

Tabla 13

Análisis de varianza para número de flores por espiga (n°).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	4.80	1.60	0.57	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	1368.30	342.08	121.8	3.25	2.48	**
Error	12	33.70	2.81				
Total	19	1406.80					

C.V. 1.0 %

La tabla 13 de análisis de variancia para número de flores por espiga muestra que para la fuente de variación bloques no existe diferencia significativa y si existe diferencia altamente significativa para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es de 1.0 %, y según la clasificación de Calzada (1980) está considerada como homogénea. El número de flores por espiga está directamente relacionado con la cantidad de semillas que se producirán. Cuantas más flores se desarrollen en una espiga, mayor será el potencial de rendimiento de semillas de chía.

Tabla 14

Prueba de Tukey para número de flores por espiga (n°)

Mérito	Tratamiento	Media (n°)	Nivel de significación 0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	177.5	A
2	T 2 Trichocastle 1800	174.5	A
3	T 3 Trichocastle 1650	168.7	B
4	T 4 Trichocastle 1500	162.7	C
5	T 5 Testigo	154.5	D

La tabla 14 para la prueba de Tukey para número de flores por espiga muestra que entre los tratamientos T1 y T2 no existe diferencia estadística con 177 y 174 flores por espiga (A), los demás tratamientos

presentan diferencia estadística entre ellos y el tratamiento T5 testigo formó menor número de flores por espiga con 154.5 (D).

- **Frutos cuajados por espiga (n°)**

Tabla 15

Análisis de varianza para frutos cuajados por espiga (n°)

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	88.55	29.52	3.55	3.49	2.60	*
Tratamiento	4	9953.50	2488.38	299.5	3.25	2.48	**
Error	12	99.70	8.31				
Total	19	10141.75					

C.V. 2.39 %

La tabla 15 sobre el análisis de varianza para frutos cuajados por espiga muestra que para la fuente de variación bloques existe diferencia estadística y para la fuente de variación tratamientos existe diferencia altamente significativa, el coeficiente de variabilidad es 2.39 %.

El número de frutos cuajados por espiga es un indicador directo de la cantidad de semillas de chía que se producirán en una planta. Cuantos más frutos cuajados haya, mayor será el rendimiento de la cosecha.

Tabla 16

Prueba de Tukey para frutos cuajados por espiga (n°)

Mérito	Tratamiento	Media (n°)	Nivel de significación
			0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	148.2	A
2	T 2 Trichocastle 1800	142.0	A
3	T 3 Trichocastle 1650	120.2	B
4	T 4 Trichocastle 1500	104.2	C
5	T 5 Testigo	89.0	D

La tabla 16 de la prueba de Tukey para frutos cuajados por espiga muestra que entre los tratamientos T1 y T2 no existe diferencia estadística con 148 y 142 frutos cuajados (A) y el tratamiento T5 testigo ocupó el último lugar en el orden de mérito con 89 frutos cuajados y se diferencia de los

demás tratamientos (D).Registro de insectos y enfermedades

Se registró la presencia de *Spodoptera sp.* las orugas de esta especie pueden consumir las hojas y brotes tiernos de la chía, sin embargo, no causó daño económico. También se tuvo ataque de *Fusarium solani* en las primeras etapas, este hongo puede causar enfermedades en las raíces de la chía, sin embargo, con la aplicación de Trichoderma se detuvo la enfermedad y no superó y el 5 % de incidencia, con severidad baja.

- **Días a la cosecha (n°)**

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Tabla 17

Análisis de variancia para días a la cosecha (n°).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	11.40	3.80	3.35	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	676.80	169.20	149.2	3.25	2.48	**
Error	12	13.60	1.13				
Total	19	701.80					

C.V. = 0.90 %

La tabla 17 muestra el análisis de variancia para días a la cosecha y se observa que para la fuente de variación bloques no existe diferencia estadística y si existe diferencia altamente significativa para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 0.90 %, lo cual es adecuado para este tipo de experimentos realizados en campo.

Tabla 18*Prueba de Tukey para días a la cosecha (n°)*

Mérito	Tratamiento	Media (n°)	Nivel de significación 0.05
1	T 5 Testigo	126.5	A
2	T 4 Trichocastle 1500	123.5	B
3	T 3 Trichocastle 1650	119.5	C
4	T 2 Trichocastle 1800	114.5	D
5	T 1 Trichocastle 1950	110.5	E

La tabla 18 de la prueba de Tukey para días a la cosecha muestra que entre todos los tratamientos existe diferencia estadística, el tratamiento que maduró en menor tiempo fue T1 con 110 días de maduración después de la emergencia (E) y el tratamiento que demoró mayor tiempo en madurar fue el tratamiento T5 testigo con 126 días es decir 16 días más (A).

➤ **Rendimiento del cultivo de chíca**

- **Peso de semillas por planta (g)**

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Tabla 19*Análisis de variancia para peso de semillas por planta (g).*

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	0.01	
Bloques	3	0.12	0.04	2.02	3.49	2.60	NS
Tratamiento	4	9.06	2.27	112.8	3.25	2.48	**
Error	12	0.24	0.02				
Total	19	9.43					

C.V. = 3.56 %

La tabla 19 muestra el análisis de varianza para peso de semillas por planta y entre bloques no existe diferencia estadística y entre tratamientos existe diferencia altamente significativa, el coeficiente de variabilidad es 3.56 %.

Tabla 20

Prueba de Tukey para peso de semillas por planta (g)

Mérito	Tratamiento	Media (g)	Nivel de significación 0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	4.88	A
2	T 2 Trichocastle 1800	4.45	B
3	T 3 Trichocastle 1650	4.05	C
4	T 4 Trichocastle 1500	3.63	D
5	T 5 Testigo	2.93	E

La tabla 20 para la prueba de Tukey para peso de semilla por planta muestra que entre los tratamientos existe diferencia estadística el mejor tratamiento fue T1 con 4.88 g de peso de semillas por planta (A) y el tratamiento T5 testigo obtuvo el menor peso con 2.93 gramos (E).

Evaluar el peso de semilla por planta también puede ayudar a controlar la calidad de las semillas. Las semillas de chía más grandes y pesadas a menudo se consideran de mayor calidad, y esta información puede ser útil para la comercialización y la selección de semillas para futuras siembras.

- **Rendimiento por hectárea (t/ha)**

A continuación, se muestran los análisis de varianza.

Tabla 21

Análisis de variancia para rendimiento por hectárea (t/ha).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft		
					0.05	0.01	
Bloques	3	0.02	0.01	3.0	3.49	2.60	**
Tratamiento	4	4.09	1.02	428.7	3.25	2.48	**
Error	12	0.03	0.0024				
Total	19	4.14					

C.V. = 2.89 %

La tabla 21 del análisis de variancia para rendimiento por hectárea muestra que para la fuente de variación bloques y tratamientos existe

diferencia estadística altamente significativa, el coeficiente de variabilidad es 2.89 %.

Tabla 22

Prueba de Tukey para rendimiento por hectárea (kg/ha)

Mérito	Tratamiento	Media (t/ha)	Nivel de significación 0.05
1	T 1 Trichocastle 1950	2.30	A
2	T 2 Trichocastle 1800	2.09	B
3	T 3 Trichocastle 1650	1.67	C
4	T 4 Trichocastle 1500	1.32	D
5	T 5 Testigo	1.09	E

La tabla 22 de la prueba de Tukey para rendimiento por hectárea muestra que entre todos los tratamientos existe diferencia estadística, el mejor tratamiento fue T1 con 2.3 t/ha (A), y el ultimo tratamiento en el orden de mérito fue T5 testigo con 1.09 t/ha (E).

4.3. Prueba de Hipótesis

Se acepta la premisa general planteada, existe diferencia significativa en la adaptación del cultivo de chía *Salvia hispánica* mediante la inoculación de Trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. virens*) en la zona de Tinyacu-Yanahuanca.

4.4. Discusión de resultados Desarrollo vegetativo del cultivo

➤ Días a la emergencia de la planta (n°)

En el experimento el tratamiento T1 Trichocastle 1950 ml/15 litros de agua lograron que las plantas emerjan a los 7.7 días y el T5 testigo sin Trichoderma emerge 4 días después, esto se debe a que *Trichoderma* tiene propiedades antagonicas contra diversos patógenos del suelo, como hongos y bacterias. Al competir con estos patógenos, puede reducir la incidencia de enfermedades que afectan la emergencia de las plántulas de chía.

Bobadilla (2016) reporta 7 días para la emergencia de plantas de chía.

➤ **Altura de planta a los 120 días (cm)**

En la presente investigación el mejor tratamiento fue T1 con 88 cm de altura de planta y el tratamiento testigo logró 75 cm de altura es decir 13 cm menos, esto se debe a que *Trichoderma* es conocido por su capacidad para promover el crecimiento de las plantas. Al colonizar las raíces, este hongo beneficioso puede mejorar la absorción de nutrientes y promover un desarrollo más vigoroso de las plantas de chía, lo que a menudo se traduce en una mayor altura de las plantas.

Refulio (2017) reportó una altura máxima de 143 cm a los 120 días. Bobadilla (2016) reporta alturas de hasta 105 cm a los 120 días. Inciso (2019) reporta alturas de hasta 88 cm, Marcas (2018) reporta altura máxima de 97 cm, estos reportes son próximos a lo encontrado en la investigación.

➤ **Días a la floración (n°)**

En la investigación los tratamientos T2 y T1 son los que florecieron en menor tiempo con 61.5 y 59.5 días y esto se debe a que algunas cepas de *Trichoderma* pueden influir en el equilibrio hormonal de las plantas, lo que puede desencadenar la floración. Esto puede ser beneficioso en cultivos donde la floración temprana es deseada

Bobadilla (2016) reporta 62 días para la floración. Inciso (2019) reporta el inicio de floración a los 58 días. Refulio (2017) menciona que la floración plena se da a los 105 días.

➤ **Número de flores por espiga (n°)**

En la investigación los tratamientos T1 y T2 formaron 177 y 174 flores por espiga y el tratamiento testigo T5 formó 154 flores por espiga y esto se debe

a que *Trichoderma* también tiene propiedades antifúngicas y puede ayudar a proteger las plantas de enfermedades que podrían afectar negativamente el desarrollo de las flores. Una planta sana es más propensa a producir un mayor número de flores. Inciso (2019) reporta hasta 179 flores por espiga, lo cual concuerda con la investigación.

➤ **Frutos cuajados por espiga (n°)**

En el experimento los tratamientos T1 y T2 lograron 148 y 142 frutos cuajados y el tratamiento T5 testigo 89 frutos cuajados en promedio, esto se debe a que *Trichoderma* también puede mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, lo que garantiza que las plantas tengan acceso a los elementos necesarios para el desarrollo de frutos saludables y abundantes. Inciso (2019) reporta hasta 154 frutos por espiga, estos datos se aproximan a lo encontrado en el experimento.

➤ **Días a la cosecha (n°)**

En la investigación el tratamiento T1 maduró a los 110 días, el tratamiento T5 testigo a los 126 es decir 16 días más, esto se debe *Trichoderma* puede actuar como un biofungicida, protegiendo las plantas de enfermedades que podrían retrasar su crecimiento. Al prevenir estas enfermedades, el cultivo podría madurar más rápido.

Inciso (2019) reporta que la cosecha empieza a los 109 días, Bobadilla (2016) reporta 125 días para la cosecha. Marcas (2018) reporta que la maduración empieza a los 183 días. Por lo que la maduración depende de muchos factores.

➤ **Rendimiento del cultivo de chía**

• **Peso de semillas por planta (g)**

En la investigación el mejor tratamiento fue T1 con 4.88 g de peso de semillas por planta y el tratamiento T5 testigo obtuvo el menor peso con 2.93 gramos esto se debe a que *Trichoderma* actúa como un biofertilizante al mejorar la absorción de nutrientes por parte de las plantas, lo que puede llevar a un crecimiento más saludable y robusto. Plantas más saludables tienden a producir semillas de mayor peso.

Bobadilla (2016) reporta peso de semillas por planta de hasta 4.9 gramos.

Refulio (2017) reporta un peso de semilla por planta de 3.41 gramos.

➤ **Rendimiento por hectárea (t/ha)**

En el experimento el mejor tratamiento fue T1 con 2.3 t/ha, y el ultimo tratamiento en el orden de mérito fue T5 testigo con 1.09 t/ha y esto se debe a que unas plantas más saludables tienden a ser más productivas. *Trichoderma* puede contribuir a una mayor resistencia de las plantas al estrés abiótico, como la sequía, lo que puede mejorar el rendimiento en condiciones adversas.

Inciso (2019) reporta rendimiento de hasta 1070 kg/ha, Bobadilla (2016) reporta rendimientos de 2333 kg/ha. Refulio (2017) reporta 2852 kg/ha de rendimiento. Marcas (2018) reporta un rendimiento máximo de 1150 kg/ha.

CONCLUSIONES

1. La inoculación de Trichocastle, específicamente el tratamiento T1, condujo a un desarrollo vegetativo superior en comparación con el tratamiento testigo. Las plantas emergieron más rápido, alcanzaron alturas significativamente mayores y florecieron en menos tiempo. Esto indica que la presencia de *Trichoderma* promueve un crecimiento más vigoroso de las plantas de chíá.
2. Los tratamientos con Trichocastle, especialmente T1 y T2, generaron un mayor número de flores por espiga y más frutos cuajados en promedio. Esto sugiere que la inoculación de *Trichoderma* puede aumentar la capacidad de la planta para producir flores y frutos, lo que es fundamental para el rendimiento del cultivo.
3. El rendimiento por hectárea fue significativamente superior en el tratamiento T1 en comparación con el tratamiento testigo. Esto implica que la inoculación de Trichocastle, en particular *Trichoderma harzianum*, *T. viride* y *T. virens*, puede llevar a un mayor rendimiento de chíá en la zona de Tinyacu-Yanahuanca, lo que podría ser beneficioso para los agricultores locales.

RECOMENDACIONES

1. Dado que se ha observado un impacto positivo en el desarrollo vegetativo y el rendimiento del cultivo de chía mediante la inoculación de Trichocastle, se recomienda promover la adopción de esta práctica entre los agricultores del distrito de Yanahuanca. Esto podría llevar a un aumento en la producción de chía y, por lo tanto, mejorar la economía de los agricultores locales.
2. Es importante continuar investigando y monitoreando el efecto a largo plazo de Trichocastle en el cultivo de chía. Esto permitirá comprender mejor sus beneficios, ajustar las dosis y los momentos de aplicación, y optimizar el proceso para obtener resultados aún más favorables.
3. Se debe proporcionar educación y capacitación a los agricultores de la zona sobre la correcta aplicación de Trichocastle. Esto incluye la preparación de las dosis, el momento adecuado de aplicación y las buenas prácticas agrícolas. La capacitación ayudará a maximizar los beneficios y minimizar los riesgos asociados con la inoculación de Trichocastle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altomare, C., Norvell, W., Bjorkman, T. Harman, G. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant – growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma virens* 1295-22. Appl. Environ. Microbiol. 65: 2926-2933.
- Ayerza, R. Coates, W. (1996). Comercialización y Producción de Chía. 2da ed. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp.35, 36,37.
- Ayerza, R. Coates, W. (1998). Producción, potencial Nuevo de Chía. 2da ed. Edit del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp. 8, 12,18.
- Barros, C. y Buenrostro, M. 1997. Chía, fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo, México, 1997.
- Bobadille R. L. (2016). Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de *Salvia hispanica* L." chía", en el distrito de Chilibuén, Amazonas, Perú. Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Bradeau, J. (1985). El cacao Editorial Blume. Barcelona.
- Calzada, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros SA Lima-Perú, 644.
- CDA Centro de Desarrollo de Agronegocios (2002). Uso de *Trichoderma*. Boletín técnico de producción N° 30. Cuba.
- Coates, W. Ayerza, R. (2006). Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. 4ta ed. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp.102, 103, 104, 105, 106, 107,108.
- Cruz A. Magdalena y Cisterna O. Viviana (1998). Control integrado de *Phytophthora capsici* en pimiento y efecto de hongos antagonistas sobre el crecimiento de las plantas. Agricultura técnica (Chile) 58 (2): 81 -92

- Cupull S. R, Andreu R. C. M, Pérez N. C., Delgado P. Y. & Cupull S. M. (2003). Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación, en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de (*Rhizoctonia solani* Kuhn) Revista Centro Agrícola N°1 La Habana, 464 pp.
- Donoso E.; Lobos G.; Rojas N. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* en vivero. Bosque 29 (1): 52-57.
- FAO. (1992). Producción y Protección Vegetal N° 26. Chia (*Amaranthus caudatus*) Roma, Italia 143-146.
- González S.; Rodríguez L.; Arjona C.; Puertas A.; Fonseca M. (1999). Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la composición cuantitativa de bacterias, hongos y actinomicetos de la rizósfera de solanáceas y su influencia en el crecimiento vegetativo. Investigación Agropecuaria: Producción y protección vegetal Vol. 14 (1-2).
- Guigón L. C.; González G. P. (2004). Selección de cepas nativas de *Trichoderma spp.* Con actividad antagónica sobre *Phytophthora capsici* y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum*) Revista Mexicana de Fitopatología 22:117-124.
- Harman G. E.; Petzoldt R.; Comis A.; Chen J. (2004). Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo 17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. Phytopathology 94: 147-153.
- Harman, G. E; W. A. Björkman, T.; C. Norvell (1999). Solubilización de fosfatos y micronutrientes para el crecimiento de las plantas promovidos por diferentes especies de *Trichoderma*.

IABOTEC (2006).

http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm revisado el 15 de setiembre del 2011.

Inciso Quincho, J. E. (2019). Estudio de densidades de siembra con dos genotipos en el cultivo de chía *Salvia hispánica* L. En la Estación Experimental Agropecuaria-Satipo.

López B.; M. Rodríguez; H. Contreras (2007). El hongo micoparasítico *Trichoderma virens* promueve el crecimiento y desarrollo de *Arabidopsis thaliana* mediante un mecanismo de señalización dependientes de auxinas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.

Marcas Valdez, F. (2018). Evaluación de la fertilización orgánica y sintética en el rendimiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.), en San Miguel de Chaccrampa, Andahuaylas.

Martínez, M. (1994). Catálogo de nombres vulgares y descripción botánica de de *Silvia* sp (chía). Mexico D.F.

NEEMPRODUCTS (2008). Http://www.neemproducts_com-trichoderma_arch/translate_c.htm.

Neyra V. S.; Terrones R. L.; Toro C. L.; Zarate G. B.; Soriano B. B. (2013). Efecto de la inoculación de *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride* sobre el crecimiento aéreo y radicular de *Capsicum annum* var. Longum. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo. Revista Científica de estudiantes 1(1): 11-21

Orozco G. (2003). Chía, fuente maravillosa de sabor y salud.

[En/es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia: Verificabilidad](En/es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Verificabilidad)

Parets, S. E. (2002). Evaluación agronómica de la inoculación de micorrizas arbusculares, *Rhizobium phaseoli* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias

Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana.

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

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

Poehlman, J. (1998). Mejoramiento genético de las cosechas. México. D. F.

Quispe P. J. I. y Orellana T. J. L. (2018). Influencia de dos abonos orgánicos inoculados con trichocastle (*Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Trichoderma virens*) en el cultivo de fresa fragaria spp. variedad camarosa en el distrito de Oxapampa. Tesis Pregrado. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Refulio Enriquez, F. M. G. (2017). Densidad de siembra en el cultivo de chia (*Salvia hispanica*) en el distrito de Sicaya.

Sánchez Pérez María (2009). Aislamiento y caracterización molecular y agronómica de *Trichoderma* spp nativos del norte de Tamaulipas IPN. Centro de Biotecnología Genómica. México.

Ureta V. A. y Taco T. B. Y. (2019). Beneficios de la chia (*Salvia hispanica* L.) y el uso en la gastronomía tradicional del cantón Salcedo provincia de Cotopaxi (Bachelor's thesis).

Villegas Arenas Marco (2000). Características Generales de *Trichoderma* y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Fitotecnia.

Windham M. T.; Elod Y.; Baker R. (1986). Mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. 76:518-521

Xingú López, A., González Huerta, A., Cruz Torrez, E. D. L., Sangerman-Jarquín, D. M., Orozco de Rosas, G., & Rubí Arriaga, M. (2017). Chía (*Salvia hispanica* L.)

situación actual y tendencias futuras. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(7), 1619-1631.

Yedidia, I., Shrivasta, A., Kapulnik, Y., Chet, I. (2001). Effect of *Trichoderma virens* on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. Plant and Soil. 235: 235-242.

Zapata, S. R., Quiroga, M., Murillo, B., Agüero, D., Lisi, B., & Mena, P. (2012). *Trichoderma spp* biocontrolador y promotor de crecimiento: una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos. Avances en energías renovables y medio ambiente, 16.

Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. Trends in Food Science & Technology, 80, 43-50.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónica
- Wincha y vernier
- Programa Excel e Infostat
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

Análisis de Suelo



SERVICIO DE LABORATORIO



Laboratorio de servicio de Suelos:

Teléfono: 24-6206 y 24-7011

Nombre: UNDAC AGRONOMÍA

Localidad: Tinyacu Yanahuanca

RESULTADOS DE ANALISIS

Potrero	N° de laboratorio	Fecha
	681-2014	29.02.2014

								TEXTURA			
pH	C.E	M.O	P	K	H°	N	D.a.	Arena	Arcilla	Limo	Fr
6.7	mS/cm	%	(ppm)	(ppm)	%	%	Gr/cm ³	%	%	%	Arc
		1.69	2.89	149		0.07		38.1	37.9	24.0	

INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

	Peligro	Normal		BAJO	MEDIO	ALTO
Acidez Extractable			% M.O.	X		
			Fosforo (P)		X	
Reacción del Suelo		X	Potasio (K)		X	
			Calcio (Ca)			
			Magnesio (Mg)			
			Zinc (Zn)			
Salinidad del Suelo			Manganeso (Mn)			
			% N.	X		

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Mínimo	70	60	75						
Máximo	110	100	90						
Recomendaciones y observaciones especiales	Incorporar Materia Orgánica descompuesta, a razón de 2 a 3 TM/Ha.								

Cultivo Actual: TESIS (CULTIVO DE CHIA)

Recomendaciones de fertilizantes por el especialista.	Al tiempo del sembrío	El 50 % de N Todo el P ₂ O ₅ y el K ₂ O			
	Al aporque o macollaje	El 50 % de N			

INIA
Estación Experimental Agraria
Santa Ana - Huancayo
Ing. Msc. Oscar Garay Canales
(e) Area de Suelos

Datos evaluados – Promedio de las evaluaciones

1. Días a la emergencia (n°)				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	8	7	9	7
T2_Trichocastle_1800	9	8	7	8
T3_Trichocastle_1650	10	10	8	9
T4_Trichocastle_1500	10	11	9	10
T5_Testigo	11	12	10	11

2. Altura de planta a los 120 días				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	88	87	89	88
T2_Trichocastle_1800	86	85	84	85
T3_Trichocastle_1650	84	83	82	81
T4_Trichocastle_1500	80	79	81	78
T5_Testigo	75	76	77	74

3. Días a la floración				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	59	60	58	61
T2_Trichocastle_1800	61	62	60	63
T3_Trichocastle_1650	63	62	64	65
T4_Trichocastle_1500	65	66	64	67
T5_Testigo	66	67	68	66

4. N° de flores por espiga				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	179	177	178	176
T2_Trichocastle_1800	174	176	175	173
T3_Trichocastle_1650	167	169	168	171
T4_Trichocastle_1500	160	165	164	162
T5_Testigo	154	153	155	156

5. Frutos cuajados por espiga				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	151	149	146	147
T2_Trichocastle_1800	139	136	145	148
T3_Trichocastle_1650	117	119	121	124
T4_Trichocastle_1500	101	103	106	107
T5_Testigo	85	88	90	93

6. Días a la cosecha (nº)				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	109	111	110	112
T2_Trichocastle_1800	114	116	115	113
T3_Trichocastle_1650	118	119	121	120
T4_Trichocastle_1500	122	123	125	124
T5_Testigo	125	127	126	128

7. Peso de semillas/planta (g)				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	4.9	4.7	4.8	5.1
T2_Trichocastle_1800	4.4	4.6	4.5	4.3
T3_Trichocastle_1650	3.9	4.1	4.2	4
T4_Trichocastle_1500	3.4	3.6	3.7	3.8
T5_Testigo	2.7	2.9	3.1	3

8. Rendimiento por hectárea (t/ha)				
	BLOQUES			
TRATAMIENTOS	I	II	III	IV
T1_Trichocastle_1950	2.39	2.29	2.19	2.32
T2_Trichocastle_1800	2.06	2.11	2.08	2.1
T3_Trichocastle_1650	1.73	1.62	1.65	1.68
T4_Trichocastle_1500	1.4	1.3	1.21	1.36
T5_Testigo	1.07	1.1	1.09	1.11

PANEL FOTOGRÁFICO



FIGURA N° 01
TOMA DE MUESTRA DE SUELOS



FIGURA N°02
PREPARACION DE TERRENO PARA LA INVESTIGACION



FIGURA N°03
DEMARCACION DEL CROQUIZ EXPERIMENTAL



FIGURA N° 04
SEMBRIO



FIGURA N°05
GERMINACION (60 % MERGIDAS)



FIGURA N°06 ALTURA DE PLANTA

FIGURA N°06
ALTURA DE PLANTA



FIGURA N°07
PREPARACION DE RICHOCastle



FIGURA N° 08
DIAS A LA LORACION



FIGURA N°09
COSECHA