



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de métodos alternativos de prevención y control de *Fusarium oxysporum*
en *Zingiber officinale* “kion” en Chanchamayo, Junín**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autora

Daria Pandal Truyenque

Asesora

Dra. María del Rosario Utia Pinedo

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Daria; Pandal Truyenque	47665992	12-10-2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dra. María Del Rosario; Utia Pinedo	07922793	0000-0002-2396-3382
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Edison Goethe; Palomares Anselmo	15605363	0000-0002-6883-1332
Dr. Marco Tulio; Sánchez Calle	02807986	0000-0001-9687-2476
Mg. Sc. Cristina Karina; Andrade Alvarado	40231658	0000-0003-2681-7863

EVALUACIÓN DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* EN *Zingiber officinale* "KIÓN" EN CHANCHAMAYO, JUNÍN

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

www.revistas.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

1%

5

www.researchgate.net

Fuente de Internet

1%

6

portal.amelica.org

Fuente de Internet

1%

7

vdocuments.site

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

1%

TESIS

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS ALTERNATIVOS DE PREVENCIÓN
Y CONTROL DE *Fusarium oxysporum* EN *Zingiber officinale* “KION”
EN CHANCHAMAYO, JUNÍN**

Jurado Evaluador

Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo

Presidente

Dr. Marco Tulio Sanchez Calle

Secretario

Mg. Sc. Cristina Andrade Alvarado

Vocal

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a mi madre Claudiana Truyenque y mi hermano Wilson porque sin ellos no lo hubiera logrado. Su amor, apoyo y enseñanzas me han llevado por el buen camino fomentando en mí el deseo de superación, humildad y sacrificio y a mi querido esposo Johnny Lian por su apoyo incondicional, Les entrego mi trabajo en ofrenda por su amor y apoyo, Los amo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en especial a la Dra. Utia Pinedo, María del Rosario asesora de mi tesis a quien hago llegar mis más sinceros agradecimientos, por su entrega y colaboración durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Agradezco a mis profesores de la carrera por enseñarme todo lo que he aprendido para ser una persona de bien y profesional. A mi familia que me ayudaron en la ejecución de la tesis.

ÍNDICE

CARATULA.....	i
TITULO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.2.1 Problema General.....	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.4.1 Justificación científica.....	3
1.4.2 Justificación social	3
1.5 Delimitación del estudio	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Antecedentes internacionales	4
2.1.2 Antecedentes nacionales	6
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Origen del kión.....	8
2.2.2 Aspectos botánicos.....	8
a) Taxonomía.....	8
2.2.3 Descripción botánica	8
a) Morfología.....	8
a1. Hojas	9
a2. Tallo	9
a3. Flor	9
a4. Fruto	9
2.2.4 Requerimiento de clima	10
2.2.5 Requerimiento de suelo.....	10
2.2.6 Fenología el kión.....	10
2.2.7 Descripción del kión.....	11

2.2.8	Marchitez vascular provocado por el hongo <i>Fusarium oxysporum</i>	11
2.2.9	Ciclo de vida e infección del hongo <i>Fusarium oxysporum</i>	12
2.2.10	Sintomas de la enfermedad provocado por el hongo <i>Fusarium oxysporum</i>	12
2.2.11	Alternativas de manejo integrado de la enfermedad	14
2.2.12	Aceites esenciales y extracto acuoso	14
2.3	Definiciones de términos básicos	15
2.4	Hipótesis de investigación.....	16
2.4.1	Hipótesis general	16
2.4.2	Hipótesis específicos	16
2.5	Operacionalización de las variables	17
CAPITULO III. METODOLOGÍA		18
3.1.	Gestión del experimento	18
3.1.1	Ubicación	18
3.1.2	Características del área experimental	18
3.1.3	Tratamientos.....	20
3.1.4	Diseño experimental.....	20
3.1.5	VARIABLES A EVALUAR	21
3.1.6	Conducción del experimento.....	22
3.2	Técnica de recolección de datos.....	23
3.2	Técnica para el procedimiento de la investigación	23
CAPITULO IV. RESULTADOS		24
4.1.	Altura de planta a los 30 ddt (cm)	24
4.2.	Altura de planta a los 60 ddt (cm)	25
4.3.	Altura de planta a los 90 ddt (cm)	26
4.4.	Longitud del rizoma (cm).....	28
4.5.	Peso del rizoma (g/planta).....	29
4.6.	Rendimiento total del kión (t/ha)	30
4.7.	Severidad de la enfermedad	32
4.8.	Eficiencia de control de la enfermedad (%)	33
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN		34
5.1.	Altura de la planta (cm).....	34
5.2.	Longitud del rizoma, peso del rizoma y rendimiento total del kión.....	35
5.3.	Severidad de la enfermedad	35
5.4.	Eficiencia de control de <i>Fusarium oxysporum</i>	36
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		37
6.1	Conclusiones	37
6.2	Recomendaciones.....	38

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
7.1 Referencia bibliográficas	39
ANEXOS	44
ANEXOS 1. Recopilacion de datos de campo	44
ANEXOS 2. Imagen de campo.....	48

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Operacionalización de variables e indicadores.....	17
Tabla 2 Tratamientos en estudio.....	20
Tabla 3 Prueba de análisis de varianza.....	21
Tabla 4 Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 ddt (cm).....	24
Tabla 5 Prueba Duncan al 5% para la altura de planta a los 30 ddt (cm).....	25
Tabla 6 Análisis de varianza para la altura de planta a los 60 ddt (cm).....	25
Tabla 7 Prueba Duncan al 5% para la altura de planta a los 60 ddt (cm).....	26
Tabla 8 Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 ddt (cm).....	26
Tabla 9 Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 90 ddt (cm).....	27
Tabla 10 Análisis de varianza para la longitud del rizoma (cm).....	28
Tabla 11 P Prueba de Duncan al 5% para la longitud del rizoma (cm).....	28
Tabla 12 Análisis de varianza para el peso del rizoma (g/planta).....	29
Tabla 13 Prueba de Duncan al 5% para el peso del rizoma (g/planta).....	30
Tabla 14 Análisis de varianza para el rendimiento total del kion (t/Ha).....	30
Tabla 15 Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento total del kion (t/Ha).....	31
Tabla 16 Análisis de varianza para la severidad de la enfermedad.....	32
Tabla 17 Prueba de Duncan al 5% para la severidad de la enfermedad.....	32
Tabla 18 Análisis de varianza para la eficiencia de control de la enfermedad.....	33
Tabla 19 Prueba de Duncan al 5% eficiencia de control de la enfermedad (%).....	33
Tabla 20 Datos del experimento en campo.....	42
Tabla 21 Datos del experimento en campo.....	43
Tabla 22 Datos del experimento en campo.....	44
Tabla 23 Datos del experimento en campo.....	45
Tabla 24 Datos del experimento en campo.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Morfología del kión. Fuente: Salgado (2011).....	9
Figura 2 Ciclo de infección	13
Figura 3 Distribución de los tratamientos en el campo experimental	19
Figura 4 Altura de planta de kion	28
Figura 5 Peso del rizoma y rendimiento del kion.....	31
Figura 6 Peso del rizoma y rendimiento del kion.....	34
Figura 7 Desinfección de la semilla, preparación del experimento y siembra del material experimental	48
Figura 8 Preparación de las plantas	49
Figura 9 Crecimiento de las plantas	49
Figura 10 Evaluación de tratamiento 1	50
Figura 11 Evaluación de tratamiento 2.....	51
Figura 12 Evaluación de tratamiento 3.....	51
Figura 13 Evaluación de tratamiento 4.....	52

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de los métodos alternativos en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en Chanchamayo, Junín, durante septiembre del 2021 a mayo del 2022. Se implementó el diseño de bloques completo al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos a base de métodos alternativos fueron: T1: testigo, T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de *Chenopodium álbum* (2000 ml/ha), T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha) y T4: La aplicación de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón. Se evaluaron altura a los 30, 60 y 90 ddt, longitud y peso del rizoma, rendimiento, severidad y eficiencia de control. Para la comparación de medias se usó con la prueba de Duncan. **Resultados:** Los resultados muestran que los tratamientos T4, T3 y T2 obtuvieron mayor altura a los 30, 60 y 90 ddt y longitud para el peso del rizoma y rendimiento el T4 y T2 obtuvieron 20,27 y 25,02 t/ha, en el caso de severidad 1,3 para ambos y 70 y 97,5% eficiencia de control. **Conclusión:** La aplicación de métodos alternativos como enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) obtuvieron efecto significativo en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* además, mejoró las características morfológicas y el rendimiento del kión en condiciones de Chanchamayo, Junín.

Palabras clave: altura, control, cultivo, enfermedades, rizoma.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of the products in the prevention and control of *Fusarium oxysporum* in *Zingiber officinale* "kión" in conditions of Chanchamayo, Junín. **Methodology:** The research was carried out in Chanchamayo, Junín, from September 2021 to May 2022. The complete randomized block design was implemented with four treatments and four repetitions. The treatments based on organic products were: T1: control, T2: organic amendments (20 t/ha) + essential oil of *Chenopodium album* (2000 ml/ha), T3: organic amendments (20 t/ha) + essential oils of oregano, rosemary and black pepper (2000 ml/ha) and T4: The application of organic amendments (20 t/ha) + aqueous extracts of *C. album* origin (2000 ml/ha) + soap. Height at 30, 60 and 90 dat, rhizome length and weight, yield, severity and control efficiency were evaluated. Duncan's test was used for the comparison of means. **Results:** The results show that the treatments T4, T3 and T2 obtained greater height at 30, 60 and 90 dat and length for the weight of the rhizome and yield at T4 and T2 obtained 20.27 and 25.02 t/ha, in the case of severity 1.3 for both and 70 and 97.5% control efficiency. **Conclusion:** The application of organic amendments (20 t/ha) + aqueous extracts of *C. album* origin (2000 ml/ha) + soap and organic amendments (20 t/ha) + essential oils of *C. album* (2000 ml /ha) obtained a significant effect on the prevention and control of *Fusarium oxysporum*, in addition, it improved the morphological characteristics and the yield of the kion under conditions of Chanchamayo, Junín.

Keywords: height, design, efficiency, rhizome, severity.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El kión “*Zingiber officinale*” es un cultivo que en la actualidad está tomando mucha importancia a nivel internacional, debido a su rizoma la cual tiene propiedades medicinales, tiempo atrás los chinos lo utilizan como ingrediente de cocina, como remedio casero debido a las propiedades medicinales que presenta, siendo su consumo en seco como estimulante, reumatismo y el consumo en fresco para tratar resfriados (Gómez et al., 2013). Además, el kión presentan propiedades terapéuticas para tratar los síntomas en pacientes con COVID 19, debido a que contiene gingerol y zingibereno los cuales son compuestos inhibidores del virus SARS-Vo-2 (Jorge-Montalvo et al., 2020).

El kión está en aumento en Perú debido a sus propiedades culinarias y medicinales, sobre todo en la selva donde este cultivo presenta un mejor comportamiento debido a las condiciones climáticas. Sin embargo, el cultivo presenta problemas fitosanitarios siendo el de mayor problema el ataque por *Fusarium oxysporum*, el cual es conocido por su gran espectro de especies y razas además de su amplio número de hospedantes siendo un fitoparásito saprófito (Aguilar-Ancota et al., 2021).

El *Fusarium* en el cultivo de kión causa preocupación a los agricultores de Chanchamayo provincia de Junín, ya que llega a reducir más del 40% del rendimiento y aumenta los costos de producción por las aplicaciones de fungicidas químicos ya que el control químico es la solución y aplican de forma excesiva para llegar a controlar dicho hongo (Sangama, 2013). Además, el uso excesivo de fungicidas químicos aumenta la resistencia de dicho hongo.

La enfermedad de *Fusarium oxysporum* presenta síntomas en las raíces y en los límites de la corteza del rizoma, así también en el cilindro central del tallo en donde se presenta la mayor área vascular, observándose estrías necróticas de color marrón-rojizo y oscuro (Khurshid et al., 2018). Por lo tanto, la mejor solución es por optar por nuevos métodos de control entre ellos el uso de métodos alternativos para reducir los precios altos de fungicidas y minimizar la contaminación del ambiente por parte de estos químicos y controlar al *Fusarium oxysporum* en Chanchamayo, Junín.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de los métodos alternativos en la prevención y el control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de los métodos alternativos en las características morfológicas del kión en condiciones de Chanchamayo, Junín?

¿Qué combinación de métodos alternativos influye en el rendimiento de *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín?

¿Cuál es el efecto de los métodos alternativos en la severidad y eficiencia de control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de los métodos alternativos en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de los métodos alternativos en las características morfológicas del kión en condiciones de Chanchamayo, Junín.

Determinar el efecto de los métodos alternativos en el rendimiento de *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín

Evaluar el efecto de los métodos alternativos en la severidad y eficiencia de control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

1.4 Justificación de investigación

1.4.1 Justificación científica

Este estudio se justifica porque el rizoma del kiñon tiene propiedades medicinales y culinarias, el consumo en seco se utiliza como un estimulante, y para el reumatismo, en cambio el consumo en fresco se utiliza para tratar resfriados y como desinflamatorio (Gómez et al., 2013). Al respecto Jorge et al. (2020) hacen mención que el kiñon presentan propiedades terapéuticas para tratar los síntomas en pacientes con COVID 19, debido a que contiene gingerol y zingibereno los cuales son compuestos inhibidores del virus y puede bloquear los sitios activos de la proteína S del virus SARS-CoV-2 evitando su internalización en las células de los neumocitos, además, el extracto del kiñon no es tóxico y puede ser usado con seguridad para los humanos.

1.4.2 Justificación social

Ante tal situación el presente estudio tiene como finalidad recurrir a diferentes alternativas respetuosas con el medio ambiente entre ellas el uso de métodos alternativos que presenten compuestos antifúngicos naturales de plantas; como el uso de aceites esenciales y extractos acuosos de origen vegetal es una principal alternativa, enmiendas orgánicas, el producto EM, siendo estos los métodos alternativos de prevención y control de *Fusarium oxysporum* de esta manera los agricultores reducirán los costos de producción por la compra de fungicidas químicos y aumentarán sus ganancias debido al incremento en la productividad del cultivo de kiñon en condiciones de Chanchamayo, Junín.

1.5 Delimitación del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la parcela agrícola “La Esperanza” el cual pertenece al Sr. Joel Alvino Ríos Osorio, esta parcela se encuentra en Chanchamayo provincia de Junín, asimismo, el estudio transcurrió desde septiembre del 2021 a mayo del 2022.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rodríguez et al. (2020) en su investigación sobre “*Extractos vegetales para el control de Fusarium oxysporum, Fusarium solani y Rhizoctonia solani, una alternativa sostenible para la agricultura*”, el objetivo fue determinar el efecto de extractos vegetales en el control de *Fusarium oxysporum*, se utilizaron como tratamientos EM (microorganismos eficaces) de *Larrea tridentata* conocido como Gobernadora, EM de *Brickellia squarrosa* (Prodigiosa), extracto de *Rosmarinus officinalis* (Romero). Los resultados muestran que el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial. El EM de *L. tridentata* (Gobernadora) inhibió al 100% el crecimiento de *Fusarium oxysporum*. Los EM de *B. squarrosa* (Prodigiosa) y *R. officinalis* (Romero) también inhibieron el crecimiento micelial. Estos extractos son considerados como alternativa de control y manejo convencional de fitopatógenos.

Castellanos et al. (2020) en su investigación “*Alternativas biológicas para el control de Fusarium oxysporum en arveja en pamplona, norte de Santander*”, el objetivo fue de evaluar el efecto del manejo integrado contra el *F. oxysporum*. Se utilizaron como tratamientos tres biopreparados a base de Caldo Rizósfera, benomil, Microorganismos de Montaña Los resultados mostraron que la incidencia fue menor con el uso de biopreparados, Caldo Rizósfera y Microorganismos de Montaña y redujo el avance de la enfermedad (ABCPE). Los tres biopreparados reducen la incidencia pero los rendimientos disminuyen al 10, 25 y 30% en los tratamientos, en relación con el benomil. Por lo tanto, las dos primeras alternativas se consideran las mejores opciones para el control de *Fusarium* en arveja, aunque deben realizarse investigaciones para validarlos en áreas mayores. (p. 13).

Ferdes et al. (2017) en su investigación “*Efecto inhibitorio de algunos aceites esenciales de plantas sobre el crecimiento de Aspergillus niger, Aspergillus oryzae, Mucor pusillus y Fusarium oxysporum*”, el objetivo fue de efectos antifúngicos de la salvia, el romero, el anís, la quinoa y los aceites esenciales salados contra el crecimiento del micelio de *F. oxysporum*. Se utilizaron como tratamientos concentraciones de aceite esencial de quinua a 10 y 20 µg/ml. Los resultados mostraron que los aceites esenciales de salvia y romero fueron efectivos sobre *Fusarium oxysporum* a concentraciones bajas (10 y 20 µg/ml). El aceite

esencial de quinua mostró un efecto antifúngico en ambas concentraciones (10 y 20 $\mu\text{g/ml}$) sobre todos los hongos ensayados. Todos los aceites esenciales probados mostraron efecto inhibitorio contra todos los hongos seleccionados. (p. 457).

Khurshid et al. (2018) investigaron sobre “*la actividad antifúngica de las partes aéreas de la hierba alelopática Cenchrus pennisetiformis en el control de F. oxysporum*”, el objetivo fue de evaluar el efecto de *C. pennisetiformis* sobre *F. oxysporum*. Se utilizaron como tratamientos concentraciones al 1% y 6% del extracto metanólico de la hoja, tallo e inflorescencias y la combinación de hoja+tallo+inflorescencias. Los resultados mostraron que las concentraciones al 1% y 6% del extracto metanólico (hoja+tallo+inflorescencias) redujeron significativamente el crecimiento de *F. oxysporum* reportando una reducción entre 40 a 88% usando el extracto de hojas, reducción del 13 a 89% usando el extracto de tallos y reducción del 26 a 76% para usando el extracto de inflorescencias, además reportaron que el extracto metanólico obtuvo mejor actividad antifúngica y obteniendo mayor eficiencia de control de *F. oxysporum* dando como resultado de una supresión de 49 a 100% en la biomasa fúngica. (p.1).

Manobanda (2020) en su investigación “*Evaluación de dos extractos como inhibidores en el desarrollo de F. oxysporum*”, el objetivo fue evaluar el efecto de dos extractos inhibieron el micelio del *F. oxysporum*. Se utilizaron como tratamientos E2D3 y E1D3 (extracto de mostaza caliente y cola de caballo al 10%), Tebuconazole +Trifloxystrobin. Los resultados mostraron que se obtuvieron en el tratamiento E2D3 y E1D3 alcanzó una inhibición del 62,4% y un 67,0% respectivamente. En comparación con (Tebuconazole +Trifloxystrobin) que obtuvo un 100% de inhibición, los extractos tienen propiedades antifúngicas gracias a la presencia de glucosilatos en la mostaza y la presencia del ácido silícico en la cola de caballo mismos que actúan en contra de *F. oxysporum*, considerándose alternativa de control ecológico amigable con el medio ambiente (p. 1).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Alburqueque & Gusqui (2018) en su investigación sobre “*Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas*”, el objetivo fue determinar el efecto a eficacia de productos químicos en *Fusarium oxysporum*. Se probaron 7 ingredientes activos: tiabendazol, azoxistrobin, carbendazim, sulfato de cobre pentahidratado, fosfito de cobre, clorotalonil y extracto de *M. alternifolia*, los resultados mostraron que se obtuvo un 100 % porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio (PICM) con fosfito de cobre para *F. oxysporum*, asimismo, el extracto de *M. alternifolia* presentó el menor PICM para *Fusarium oxysporum* y *R. solani* con una inhibición del patógeno del 69,50 y 64,75 % respectivamente (p. 489).

Manayay et al. (2016) en su investigación sobre “*Efecto antagónico de una cepa de Trichoderma sp sobre Fusarium sp. En planta de tomate*”, el objetivo fue de evaluar efecto antagónico de *Trichoderma sp.*, sobre *Fusarium sp.*, en tomate. Se utilizaron como tratamientos cepa de *Trichoderma sp.*, *T. viride*, benomilo, Los resultados mostraron que la cepa comercial de *T. viride* presentó una alta eficiencia protectora, con un 90% de sobrevivencia de plantas, la cual fue siempre superior a *Trichoderma sp.*, que alcanzó al 70% de sobrevivencia. El fungicida benomilo ofreció una amplia protección de las plantas de tomate al ataque del hongo *Fusarium sp.* siendo mayor al ejercido por la cepa *T. viride*. Cuando los biocontroladores fueron mezclados con el fungicida benomilo, éste produjo un efecto detrimental. (p. 64).

Vásquez et al. (2013) en su investigación “*uso de aceites esenciales y extractos acuosos para el manejo in vitro de Fusarium oxysporum y F. solani*”, el objetivo fue determinar el efecto de aceites esenciales y extractos acuosos sobre *F. oxysporum* y *F. solani*. Se utilizaron como tratamientos aceites esenciales (AE) a concentraciones 0.3 y 2 % y extractos acuosos (EA) a concentraciones de 10 y 15 % de origen de *Chenopodium* (*C. album*, *C. graveolens* y *C. berlandieri*). Los resultados mostraron que los extractos acuosos al 10 y 15 % redujeron significativamente el crecimiento micelial, pero estimularon la producción de esporas; caso contrario con extractos acuosos al 5%, donde estimularon el crecimiento micelial pero redujeron la producción de conidios, los aceites esenciales al 0.3 y 2 % de *C. album* y *C. ambrosioides* mostraron ser antifúngicos para *Fusarium* causando reducción significativa del crecimiento micelial y reducción de conidios, resultando ser los tratamientos con mayor actividad antifúngica.

Sangama (2013) en su investigación sobre la “*Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de Fusarium sp., en el cultivo de culantro (Coriandrum sativum L.) en Lamas, San Martín*”, el objetivo fue de evaluar los métodos de control *Fusarium oxysporum* en culantro, los cuatro tratamientos fueron: T1: incorporación de *Eritrina sp.*, T2: incorporación de *Pueraria phaseoloides*, T3: incorporación de malezas: (*P. oleracea*, *B. extensa Chase*, *P. fasciculatum willd*, *C. dactylon*), T4 (testigo) Los resultados mostraron que los tratamientos T1: incorporación de *Eritrina sp.*, T2: incorporación de kudzu, T3: incorporación de malezas encontraron que la solarización y biofumigación con kudzu y malezas han mejorado la emergencia, altura de planta y el rendimiento obteniendo entre 18,7 a 21,4 t/ha de culantro para consumo en fresco y han reducido la población de *Fusarium oxysporum* entre otros hongos.

León (2017) en su investigación sobre “*la acción antifúngica de los aceites esenciales de pimienta negra, romero y orégano sobre hongos post cosecha en ají paprika en Lima*”, el objetivo fue de evaluar la acción antifúngica de aceites esenciales de origen vegetal sobre *F. oxysporum*, la metodología consistió en usar aceites esenciales de orégano, romero, pimienta negra a concentraciones de 0.3%, 0.5%, 0.7% y 1.0% para el tratamiento individual y combinado Los resultados indican que las concentraciones de 0.3 a 1.0% de aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra presentaron una inhibición del crecimiento micelial de 95,3% y 100% *F. oxysporum*, como el carvacrol, que ejercen una acción a nivel de las membranas mitocondriales por la disminución del potencial de membrana evidenciando una acción fungicida, el aceite esencial de orégano se logró comprobar que este tiene una capacidad fungicida. (p.1).

Aguilar-Ancota et al. (2021) en su estudio sobre “*hongos asociados a la necrosis de haces vasculares en el cultivo de banano orgánico y alternativas de manejo integrado*”, el objetivo fue de evaluar la actividad antifúngica de extractos de diferentes partes de *Chenopodium album* frente a *F. oxysporum* que causa de la pudrición basal de la cebolla, la metodología consistió en probar extracto de chenopodium. Los resultados indican que se requiere de implementar estrategias de manejo integrado, evitando el ingreso de material contaminado como; material vegetal, herramientas, suelo entre otros, fertilización balanceada, materia orgánica (25 t/ha), medidas de cuarenta efectivas, implementación de programas de contingencia. (p. 249).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del kión

Salgado (2011) describe el origen del kión:

El origen del kión es el sudeste asiático, donde se registran indicios de uso de este rizoma de alrededor de 3000 años, donde se conocía como "sringavera" que en el vocablo sánscrito se descifra como sringa o cuerno debido a su forma de cuerno que tiene el rizoma, luego los persas lo llamaron "dzungebir" y los griegos lo denominaron con el nombre ziggibris que en latín es zingiber palabra que en español significa "jengibre" (p.36).

2.2.2 Aspectos botánicos

a. Taxonomía

Espinoza (2016) clasifica la taxonomía del kión:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Zingerberaceae

Género: Zingiber

Especie: Officinale

Nombre Científico: *Zingiber officinale*. (p. 21).

2.2.3 Descripción Botánica

a. Morfología

Salgado (2011) define la morfología:

Es una planta herbácea de la familia de las zingiberáceas, perenne, rizomatosa, hasta de 1 m de altura. Rizoma grueso, carnoso y nudoso. Tallos simples. Hojas lanceoladas, oblongas, dispuestas a lo largo del tallo en 2 líneas paralelas. Flores sésiles, amarillas y labios purpúreos, reunidas en una espiga densa al extremo del tallo. Fruto seco y valvoso. La parte utilizada es el rizoma (p.23).



Figura 1. Morfología del kiñu. Fuente: Salgado (2011). (p.23).

a1. Hojas

Berdonces (2010) afirma que las hojas de la planta de kiñu:

Son angostas y lanceoladas, su crecimiento se muestra en lados opuestos de la rama llegando a formar un ángulo de 180° y crecen opuestas entre hoja y hoja llegando a un patrón de crecimiento de forma espiral vertical, miden de 20cm de largo y 2cm de ancho (p.17).

a2. Tallo

Berdonces (2010) afirma “que el tallo es herbáceo donde se emiten las hojas” (p. 17).

a3. Flor

Berdonces (2010) afirma “la flor es irregular pequeña y tienen un color amarillo verdoso, se caracteriza por que se agrupan en espigas, las inflorescencias emergen del tallo floral en la parte terminal de la planta” (p. 17).

a4. Fruto

Berdonces (2010) afirma “el fruto es una cápsula de tipo seco cubiertos con arilo grande, mayormente no se producen frutos” (p. 17).

2.2.4 Requerimiento de clima

Carpio (2016) afirma que:

El cultivo del kion requiere de temperaturas entre los 18°C a 33°C, pero donde reporta mejor comportamiento está entre los 22° a 28°C, además requiere de alta humedad relativa más del 70%, por tanto, las mejores condiciones climáticas que requiere el kiñón es de regiones tropicales y con precipitación de 1400 a 2550 mm anuales (p.26).

2.2.5 Requerimiento de suelo

Carpio (2016) afirma que:

El cultivo de kion requiere suelos sueltos con textura franca y franca arenosa pero que no estén en condiciones de compactación y con buen contenido de materia orgánica, además de buen drenaje para que se desarrolle mejor el rizoma, el pH óptimo se encuentra entre 5,6 a 7,5 (p.26).

2.2.6 Fenología del kiñón

Brunne (2019) menciona que

existe escasa información sobre la fenología del kiñón en el Perú, sin embargo cita que bajo las condiciones climáticas de la selva se muestra brotamiento alrededor de los 39 a 40 días después de la siembra luego pasa por un crecimiento vegetativo que alcanza 160 días aproximadamente y el inicio de la formación del botón florante ocurre a los 180 días, luego de ello a los 200 días aproximadamente llega la floración y 240 a 250 días de la siembra ocurre la maduración del rizoma es donde se realiza la cosecha, por tanto suele pasar alrededor de 8 a 9 meses desde la siembra a la cosecha en condiciones de la selva peruana (p.57).

2.2.7 Descripción del kión

El rizoma es un falso tallo monopodial llega a medir alrededor de 50cm, se dividen en dedos de una mano, presenta nudos muy prominentes donde emergen hojas y raicillas cuando están en condiciones, es decir ha pasado por su etapa de dormancia, asimismo, el rizoma contiene aceites esenciales, resinas, carbohidratos, rico en fibras, colorantes y sobre todo tiene propiedades medicinales y culinarias, lo que le convierte en un alimento muy difundido además, el almidón forma parte de 40 a 62% del peso total del rizoma (Maravi, 2018).

El kión "*Zingiber officinale*" es un cultivo que en la actualidad está tomando mucha importancia a nivel internacional, debido a su rizoma la cual tiene propiedades medicinales, tiempo atrás los chinos lo utilizan como ingrediente de cocina, como remedio casero debido a las propiedades medicinales que presenta, es así que su uso se fue difundiendo de nación a nación llegando a ser un producto culinario y medicinal, siendo su consumo en seco como estimulante, reumatismo y el consumo en fresco para tratar resfriados (Gómez et al., 2013).

Además, el kión presentan propiedades terapéuticas para tratar los síntomas en pacientes con COVID 19, debido a que contiene gingerol y zingibereno los cuales son compuestos inhibidores del virus SARS-CoV-2 (Jorge-Montalvo et al., 2020). El cultivo de kión aumentado el área de producción en el Perú, sobre todo en la selva donde este cultivo presenta un mejor comportamiento debido a las condiciones climáticas (Maravi, 2018).

2.2.8 Marchitez vascular provocado por el hongo *Fusarium oxysporum*

Es una enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum*, causa la enfermedad conocida como marchitez vascular, Aguilar-Ancota et al. (2021) afirman que:

El hongo *Fusarium oxysporum* tiene la característica de formar diferentes estructuras como micelio y esporas que se pueden transportar por el agua, el equipo agrícola, trasplantes, injertos, o por el viento, permitiendo que se diseminen entre plantaciones, también presenta un amplio espectro de especies y razas además de su amplio número de hospedantes siendo un fitoparásito saprófito y cosmólito. (p. 249).

No solo aumenta los costos de producción y reduce el rendimiento, además, para poder controlar se realiza un uso excesivo de fungicidas químicos lo que en consecuencia genera aumento de la resistencia de este hongo. La enfermedad de *Fusarium oxysporum* presenta síntomas en las raíces y en los límites de la corteza del rizoma, así también en el cilindro central del tallo en donde se presenta la mayor área vascular, observándose estrías necróticas de color marrón-rojizo y oscuro (Khurshid et al., 2018).

2.2.9 Ciclo de vida e infección del hongo *Fusarium oxysporum*

El ciclo de vida e infección del hongo patógeno en estudio es de suma importancia por ello que Ocaña (2013) afirma que:

La reproducción del patógeno se realiza a través de la formación de “tres tipos de esporas asexuales (microconidias, macroconidias y clamidósporas), estas unidades reproductoras cumplen funciones tales como multiplicación y diseminación en la planta (microconidias y macroconidias) y resistencia a condiciones adversas (clamidósporas)” (p.145).

Agrios (1995) afirma que:

Las microconidias son las esporas que el hongo produce con mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones, se forman en el interior de los vasos xilemáticos. Las macroconidias son las esporas típicas de *Fusarium* y aparecen sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno. Las clamidósporas son estructuras que pueden permanecer en el suelo en ausencia de plantas hospedantes; tienen paredes muy gruesas y son resistentes a condiciones ambientales desfavorables (p. 138).

2.2.10 Síntomas de la enfermedad provocada por el hongo *Fusarium oxysporum*

Agrios (1995) afirma que los síntomas del hongo *Fusarium* muestran:

Los primeros síntomas provocan el amarillamiento de las hojas basales, luego este se extiende a toda la planta con lo que provoca una defoliación total y destrucción de las raíces. A nivel de la corona, el tejido se torna de un color café que conforme avanza la enfermedad su consistencia se torna acuosa. Los frutos caen. (p.138).

En la figura 2, muestra el micelio del hongo se propaga dentro de las células de la planta en la corteza de la raíz, cuando llega a los vasos xilémicos, entra y se mantiene exclusivamente

en estos, viaja en sentido ascendente por el tallo hacia el ápice de la planta. El micelio se ramifica y produce estructuras llamadas microconidias que son desprendidas y llevadas hacia la parte superior de la planta (Bravo et al., 2012).

Agrios (1995) afirma que

Las microconidias maduran o germinan en el punto donde cesa su movimiento ascendente. El micelio del hongo avanza dañando las células vegetales, impidiendo el paso de agua y savia. El hongo produce toxinas que pueden ser llevadas también hacia las hojas ocasionando el amarillamiento, marchitez y finalmente la muerte de la planta (p.138).

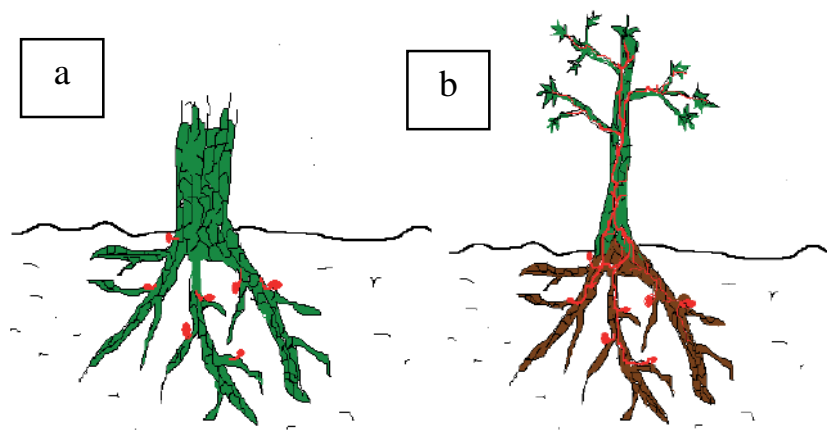


Figura 2. Ciclo de infección

a) Penetración del hongo *Fusarium oxysporum* en la planta, b) ramificación del micelio. Las líneas de color rojo muestran el ataque del hongo y las líneas rojas muestra ramificación del micelio. Fuente: Bravo et al. (2012). (p.27).

Es importante considerar que al momento de la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad el patógeno ya se encuentra dentro de la planta, lo cual obliga a iniciar inmediatamente la implementación de medidas de manejo de la misma. Sin embargo, se debe tener presente que siempre será mejor prevenir la presencia de esta, es decir iniciar con las medidas profilácticas (Bravo et al., 2012).

2.2.11 Alternativas de manejo integrado de la enfermedad

La aplicación de fungicidas químicos presenta:

Un efecto peligroso al medio ambiente y a la salud humana, es por ello que se buscan usar nuevas alternativas para minimizar el uso de estos químicos pero que presenten una eficiencia de control similares a estos, sin embargo, existen numerosas investigaciones sobre nuevos productos que tienen actividad antifúngicas provenientes de plantas por tanto son naturales y armoniosas con el medio ambiente, además se han demostrado la eficiencia de estas alternativas de control para *F. oxysporum* (Khurshid et al., 2018, p.2).

Ferdes et al. (2017) demostraron que existen alternativas de control como “los aceites esenciales de salvia y romero que fueron efectivos sobre *Fusarium oxysporum* y el aceite esencial de quinua que mostró un efecto antifúngico” (p. 457).

Asimismo, para evitar el ingreso del hongo se debe realizar limpieza a las herramientas de trabajo, además, de modificar el pH del suelo ya que el *Fusarium* aumenta su incidencia cuando el pH es ácido para ello es importante aplicar cal, incorporación de materia orgánicas y así asegurar mejores rendimientos (Pegg et al., 2019, 1398).

2.2.12 Aceites esenciales y extracto acuoso

La obtención de aceite extraído de plantas como el *C. album* o por los otros materiales vegetales a través de un proceso de destilación con corriente de vapor de agua o por extracción mediante la presión en frío. La producción de extracto acuoso se realiza usando el material vegetal que es el *C. album* el cual se seca a la sombra y se comienza a separar los diferentes órganos de la planta y se trituran hasta obtener un polvo fino luego pasando por una malla y luego se utiliza agua destilada y el extracto acuoso se prepara por extracción en ebullición de una mezcla del polvo en agua a 10 % (m/v) durante 10 min, este extracto se filtra al vacío, se seca a 37°C en estufa a 37 C y se almacena en frasco de vidrio (Soto-Domíngue et al., 2012).

2.3 Definiciones de términos básicos

- **Aceite esencial:** se le llama así a la obtención de aceite extraído de plantas a través de un proceso de destilación con corriente de vapor de agua o por extracción mediante la presión en frío (Soto-Domíngue et al., 2012).
- **Clamidósporas:** son estructuras que pueden permanecer en el suelo en ausencia de plantas hospedantes; tienen paredes muy gruesas y son resistentes a condiciones ambientales desfavorables (Agrios 1995).
- **Conidias:** Las conidias son estructuras de los hongos, son las conocidas esporas asexual y tienen una resistencia al desecamiento, además estas son las estructuras que logran la disipación del hongo a otros puntos de infección.
- **Extracto acuoso:** Es el extracto que se obtiene luego de un procesamiento de extracción del material vegetal para obtener sus metabolitos de actividad antifúngica (Soto-Domíngue et al., 2012).
- **Enmienda orgánica:** Son las fuentes de materia orgánica, se utiliza con la finalidad de que aumente la población de microorganismos benéficos y producir sustancias antifúngicas (Maravi, 2018).
- **Macroconidias:** Las macroconidias son las esporas típicas de *Fusarium* y aparecen sobre la superficie de plantas que han sido destruidas por el patógeno (Agrios 1995).
- **Microconidias:** Las microconidias son las esporas que el hongo produce con mayor frecuencia y en mayor abundancia en todas las condiciones, se forman en el interior de los vasos xilemáticos (Agrios 1995).
- **Micelio:** Es una estructura asexual de los hongos y se le dice al conjunto de hifas del hongo (Agrios 1995).
- **Rizoma:** Rizoma es una estructura vegetativa de la planta para el caso del kión es un falso tallo monopodial llega a medir alrededor de 50cm, se dividen en dedos de una mano, presenta nudos muy prominentes donde emergen hojas y raicillas y tiene propiedades medicinales y culinarias, lo que le convierte en un alimento muy difundido (Maravi, 2018).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Los métodos alternativos influyen en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

2.4.2 Hipótesis específicas

La combinación de métodos alternativos influye en las características morfológicas del kión en condiciones de Chanchamayo, Junín.

Los métodos alternativos influyen en el rendimiento de *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

Los métodos alternativos influyen en la reducción de la severidad e incidencia y en la eficiencia de control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de variables e indicadores

Variables	Conceptualización	Definición Operacional	Dimensiones	Técnicas e Instrumentos	Indicadores
métodos alternativos	Conjunto de métodos alternativos que son probados para controlar <i>Fusarium oxysporum</i> en <i>Zingiber officinale</i> “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín	Productos con capacidad antagónica en <i>Fusarium oxysporum</i> y en rendimiento de kión	Métodos alternativo s (Tratamientos)	➤ T1: Testigo sin aplicación	
				➤ T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>Chenopodium álbum</i> (2000 ml/ha)	t/h
				➤ T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	ml/ha
				➤ T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>Chenopodium álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	t/h
					ml/ha
					cm
					t/ha
					Grado
					%
					%
		%			

Nota: Autoría propia.

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Gestión del experimento

La investigación es aplicada, experimental y de corte longitudinal, de esta manera se midió el efecto de los métodos alternativos en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

3.1.1 Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo en la parcela agrícola “La Esperanza” que se encuentra en Chanchamayo provincia de Junín, ubicado geográficamente a UTM e 18L 524131 mE 8796963mN a una altura de 1042,63 msnm.

3.1.2 Características del área experimental

El experimento en campo tiene las siguientes características.

Características de la unidad experimental

Número de surcos por tratamiento:	3
Distancia entre surco:	0,5 m
Distancia entre planta:	0,30 m
Distancia entre calles:	1,0 m
Densidad de siembra:	66 667 plantas/ha
Ancho de unidad experimental:	1,5 m
Largo de unidad experimental:	1,5 m
Área de unidad experimental:	2,5 m ²

Características del bloque

Número de bloques:	4
Largo de bloque:	1,5 m
Ancho de bloque:	10,00 m
Área de bloque:	15 m ²
Ancho del área experimento:	11 m
Largo del área experimento:	11 m
Área total del experimento	121 m ²

Croquis del experimento

Área total del experimento: 121 m²

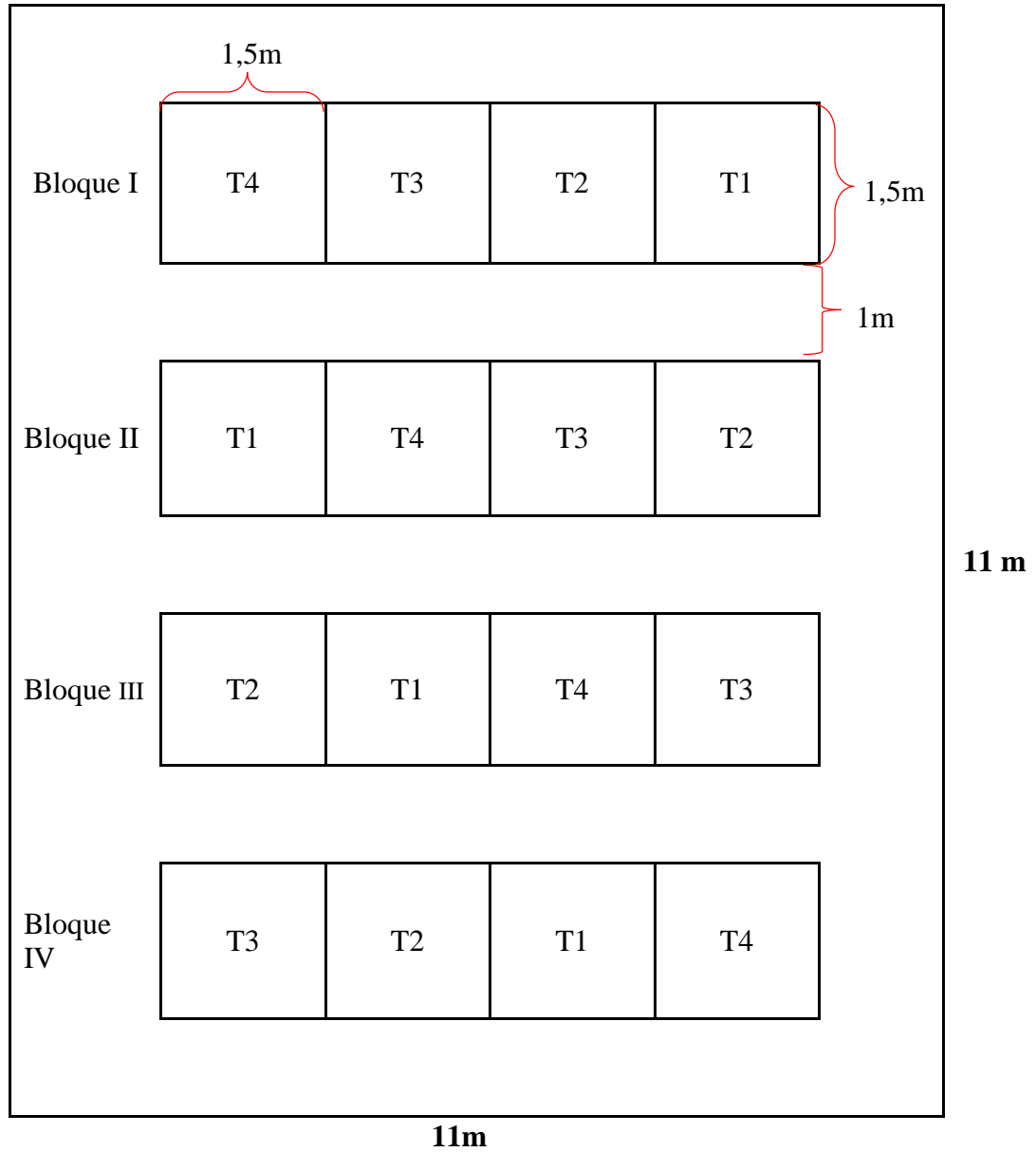


Figura 3. Distribución de los tratamientos en el campo experimental.

3.1.3 Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron está a base de uso de aceite esencial de *Chenopodium álbum*, también el uso del extractos acuoso de *Chenopodium álbum*, que se aplicaron los aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra, y se sumaron a cada una de ellas la aplicación de enmiendas orgánicas como la incorporación de kudzu y materia orgánica a base de estiércol vacuno estas diferentes combinaciones se aplicaron en 4 momentos. El primer momento se realizó a los 10 días después de la siembra (4 de septiembre del 2021), el segundo momento a los 25 días después de la siembra momento, el tercer momento a los 20 días después del segundo momento y el cuarto momento se realizó a los 40 días después del tercer momento.

Tabla 2

Tratamientos en estudio

Nº	Tratamiento	Nº de aplicaciones	Dosis a t/ha y ml/ha
T1	Testigo	4 momentos	0
T2	Enmiendas orgánicas + aceite esencial de <i>Chenopodium álbum</i> .	4 momentos	20t/ha +2000
T3	Enmiendas orgánicas + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra.	4 momentos	20t/ha +2000
T4	Enmiendas orgánicas + Extractos acuosos de origen de <i>Chenopodium álbum</i> + Jabón	4 momentos	20t/ha +2000

3.1.4 Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo con el uso del diseño de bloques completo al azar, usando 4 tratamientos y por cada tratamiento se usó 4 bloques con un total de 16 unidades experimentales se realizó el análisis de variancia (Tabla 1) y la comparación de medias según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Tabla 3

Prueba de análisis de varianza

F.V.	GL	SC	CM	F-cal	p-valor	Significación
Tratamientos	3	SCT	CMT	FCALT		
Bloques	3	SCB	CMB	FCALB		
Error	12	SCE	CME			
Total	15	SCT				

C.V: % = Coeficiente de variación

3.1.5 Variables a evaluar

Las evaluaciones fueron las siguientes:

Altura de la planta a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (cm)

Se midió la altura de planta de 10 desde el cuello de la raíz hasta el meristemo apical usando una regla graduada y el resultado se expresó en cm.

Rendimiento del rizoma (t/ha)

Los rizomas cosechados y luego fueron colocados en jabas, después se realizó el pesado del total de rizomas usando una balanza analítica y el resultado se expresó en t/ha.

Grado de severidad del *Fusarium oxysporum*

Se determinó del grado de severidad de la enfermedad de la marchitez vascular fue usando la escala 0 a 4 propuesta por Lal et al. (2017) (p. 958). Siendo las siguientes escalas:

- 0: No hay infección.
- 1: Infección leve, donde el 25% de las hojas se marchitan y una o dos hojas se vuelven amarillas.
- 2: Infección moderada, dos o tres hojas se volvieron amarillas, el 50% de las hojas se marchitaron.
- 3: Infección extensa, todas las hojas de las plantas se volvieron amarillas, el 75% de las hojas se marchitaron y el crecimiento se inhibió.
- 4: Infección completa, las hojas de la planta se vuelven amarillas, el 100% de las hojas se marchitan y las plantas mueren.

Porcentaje de incidencia del *Fusarium oxysporum* (%)

El porcentaje de incidencia de la enfermedad se realizó mediante el uso de la metodología y fórmula propuesta por Lal et al. (2017) (p.958).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{Número total de plantas}} \times 100$$

Eficiencia de control de *Fusarium oxysporum* (%)

La eficiencia de control se realizó usando los resultados del grado de severidad comparando los tratamientos con el testigo mediante la siguiente fórmula propuesta por Lal et al. (2017) (p.958):

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

3.1.6 Conducción del experimento

Instalación del experimento

El experimento se realizó el 12 septiembre del 2021 en la parcela agrícola de la Esperanza, donde se desmalezó y se limpió el área experimental, luego se preparó el terreno agrícola con arado y rastra, luego se realizó el surcado colocando según lo indicado en las características del experimento a 1,4m entre surcos o camas con altura de 0,25 m.

Siembra

El trasplante del kión se hizo usando la propagación vegetativa fraccionando al rizoma y estos ya deben estar cortado entre 4 a 5 días antes de la siembra y estar secas por completo evitando podredumbre en el suelo debido al ingreso de hongos por las heridas frescas, luego se realizó la siembra a 0,3m entre plantas y a dos hileras por cama.

Fertilización

Se fertilizó con 200 kg de nitrógeno, 150 kg de fósforo y 250 kg de potasio, esta aplicación se tomó en cuenta debido al historial de campo de dicha parcela.

Riego

El riego estuvo sujeto a las precipitaciones de la zona selva.

Control de malezas

Se realizó hasta tres deshierbos, durante todo el ciclo fenológico del kión se realizó dos aporques, el primer aporque debe coincidir con el primer deshierbo, luego el segundo a los 35 días después del primero y luego se aporca.

Control de plagas

El control de plagas se realizó de acuerdo a las evaluaciones eventuales en la parcela experimental, una vez evaluada se aplicaron el respectivo manejo de control.

Cosecha

La cosecha se realizó el 4 de mayo del 2022, cuando las hojas de la planta del kión se tornen amarillentas y se marchiten esta etapa suelo pasar a los 240 a 250 días después de la siembra en condiciones de la selva.

3.2 Técnicas de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos se hicieron mediante el uso de una cartilla de evaluación para evaluar el grado de enfermedad del fusarium y de las caracterizas agronómicas del cultivo de kión los cuales se muestran en la Tabla 18.

3.3 Técnicas para el procedimiento de la investigación

Los datos que se obtuvieron usando los instrumentos de recolección de datos pasaron a ser analizados con el uso del software estadístico Infostat, donde se analizó la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para luego realizó el análisis de varianza y la comparación de medias según Duncan.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta a los 30 ddt (cm)

En la Tabla 4 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta a los 30 ddt, donde se muestra diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), pero no entre bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 14,4% considerando como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 3

Análisis de varianza para la altura de planta a los 30 ddt (cm)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	51,43	17,14	0,84	0,5071 NS
Tratamientos	3	606,81	202,27	9,87	0,0033**
Error	9	184,44	20,49		
Total	15	842,67			
CV % =	14,4				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 5 y Figura 4), los tratamientos que presentaron mayor altura a los 30 ddt se obtuvieron con el método alternativo del tratamiento T3: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha), T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + Jabón y T3: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de *C. álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. La menor altura fue obtenida con el T1: testigo.

Tabla 5

Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 30 ddt (cm)

Tratamientos	Altura (cm)
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	35,85 a
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>Chenopodium álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	34,6 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>Chenopodium álbum</i> (2000 ml/ha)	34,5 a
T1: Testigo sin aplicación	20,8 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.2 Altura de planta a los 60 ddt (cm)

El análisis de variancia para la altura de planta a los 60 ddt (Tabla 6), existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), más no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 8,3% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 6

Análisis de varianza para la altura de planta a los 60 ddt (cm)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	61,76	20,59	0,91	0,4760 NS
Tratamientos	3	1455,92	485,31	21,34	0,0002 **
Error	9	204,70	22,74		
Total	15	1722,37			
CV % =	8,3				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 7), los tratamientos que presentaron mayor altura a los 60 ddt se obtuvieron con el método alternativo T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + Jabón, además, del T3: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha) y con el T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de *C. álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. La menor altura fue obtenida con el T1: testigo sin aplicación.

Tabla 7

Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 60 ddt (cm)

Tratamientos	Altura (cm)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>Chenopodium álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	65,2 a
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	63,5 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	59,9 a
T1: Testigo sin aplicación	41,3 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.3 Altura de planta a los 90 ddt (cm)

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza para la altura de planta a los 90 ddt, se muestra diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), pero no entre bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 7,63% considerando como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 8

Análisis de varianza para la altura de planta a los 90 ddt (cm)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	63,81	21,27	0,64	0,6069 ns
Tratamientos	3	2092,34	697,45	21,06	0,0002 **
Error	9	298,11	33,12		
Total	15	2454,25			
CV % =	7,63				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

La prueba de Duncan al 5% (Tabla 9 y Figura 4), los tratamientos que presentaron mayor altura a los 90 ddt se obtuvieron con el método alternativo del tratamiento T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + Jabón, además, del T3: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha) y con el T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de *C. álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. La menor altura fue obtenida con el testigo.

Tabla 9

Prueba de Duncan al 5% para la altura de planta a los 90 ddt (cm)

Tratamientos	Altura (cm)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	85,25 a
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	83,83 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	76,25 a
T1: Testigo sin aplicación	56,58 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

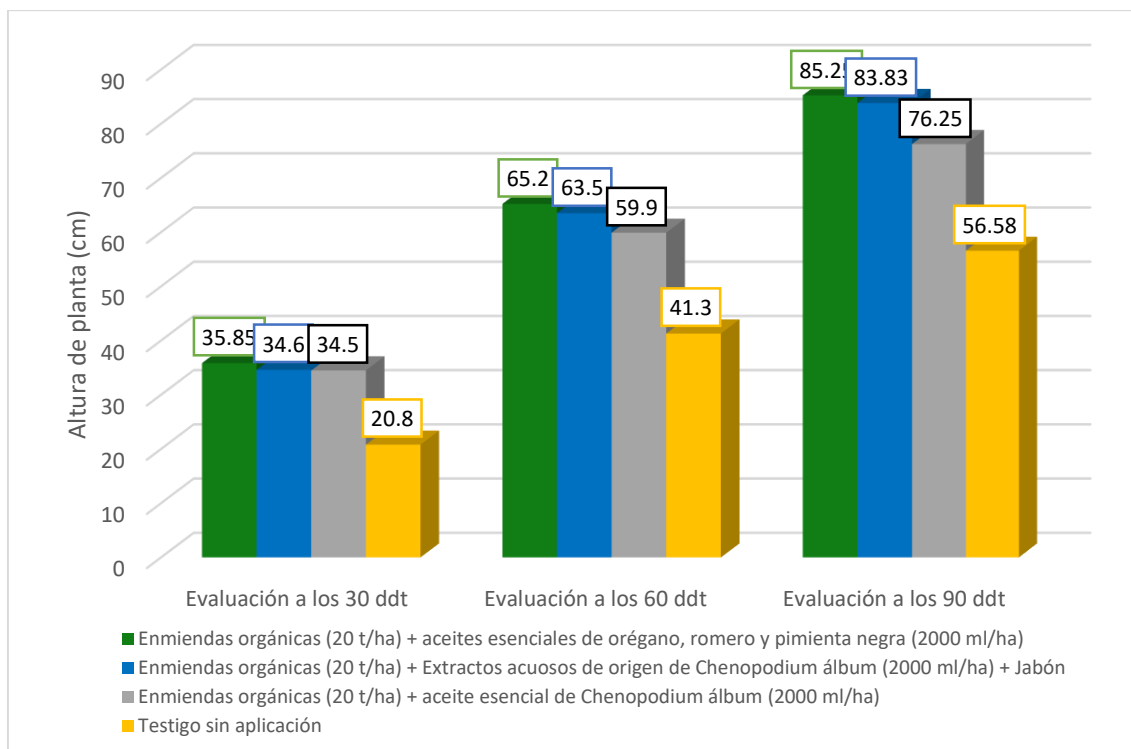


Figura 4. Altura de planta de kion.

4.4 Longitud del rizoma (cm)

El análisis de variancia para la longitud del rizoma (Tabla 10), indica que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), más no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 11,88% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 10

Análisis de varianza para la longitud del rizoma (cm)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	2,37	0,79	0,16	0,9227 ns
Tratamientos	3	88,79	29,60	5,87	0,0167 **
Error	9	45,38	5,04		
Total	15	136,54			
CV % =	11,88				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% (Tabla 11), los métodos alternativos que presentaron mayor longitud se obtuvieron con T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos

acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón, además, de T3: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha) y con T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de *C. álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. La menor altura obtuvo el T1: testigo.

Tabla 11

Prueba de Duncan al 5% para la longitud del rizoma (cm)

Tratamientos	Altura (cm)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	21,69 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	19,68 a
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	19,06 a
Testigo sin aplicación	15,19 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.5 Peso del rizoma (g)

En la Tabla 12 se presenta el análisis de varianza para el peso del rizoma se muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,01$), en cambio para bloques no existe diferencias estadísticas. El coeficiente de variabilidad fue de 18,3% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 12

Análisis de varianza para el peso del rizoma (g)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	2341,86	780,62	0,30	0,8274 ns
Tratamientos	3	93780,59	31260,20	11,86	0,0018 **
Error	9	23727,85	2636,43		
Total	15	119850,30			
CV % =	18,3				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% (Tabla 13 y Figura 5), los métodos alternativos que presentaron mayor peso se obtuvieron con los tratamientos T4: enmiendas orgánicas (20

t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. El menor peso fue obtenido en el T1: testigo.

Tabla 13

Prueba de Duncan al 5% para el peso del rizoma (g)

Tratamientos	Peso (g)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	375,3 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	304,0 a b
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	277,9 b
T1: Testigo sin aplicación	162,6 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.6 Rendimiento total del kion (t/ha)

El análisis de variancia para el rendimiento total del kion (Tabla 14), indica que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), más no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 18,3% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 14

Análisis de varianza para el rendimiento total del kion (t/ha)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	10,41	3,47	0,30	0,8274 ns
Tratamientos	3	416,79	138,93	11,86	0,0018 **
Error	9	105,45	11,72		
Total	15	532,66			
CV % =	18,3				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% (Tabla 15 y Figura 5), los métodos alternativos que presentaron mayor rendimiento total se obtuvieron con los tratamientos T4: enmiendas

orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *Chenopodium álbum* (2000 ml/ha), no encontrándose diferencias significativas entre ellas. El menor rendimiento fue obtenido en el T1: Testigo sin aplicación.

Tabla 15

Prueba de Duncan al 5% para el rendimiento total del kion (t/ha)

Tratamientos	Rendimiento (t/ha)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	25,02 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	20,27 a b
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	18,53 b
T1: Testigo sin aplicación	10,84 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

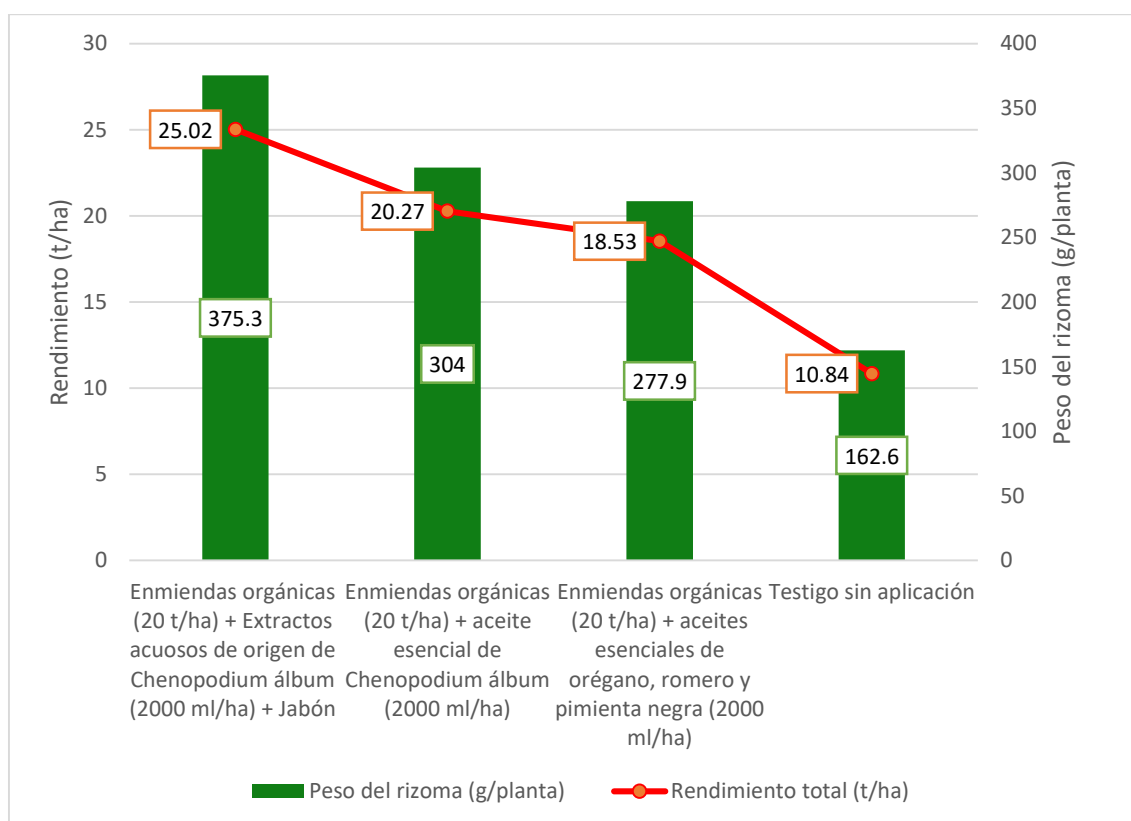


Figura 5. Peso del rizoma y rendimiento del kion.

4.7 Severidad de la enfermedad

En la Tabla 16 se muestra el análisis de varianza para la severidad de la enfermedad donde se muestra diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,01$), pero no bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 20,4% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 16

Análisis de varianza para la severidad de la enfermedad

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	0,50	0,17	0,75	0,5493 ns
Tratamientos	3	21,50	7,17	32,25	<0,0001**
Error	9	2,00	0,22		
Total	15	24,00			
CV % =	20,4				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% (Tabla 17), los tratamientos que presentaron mayor severidad se obtuvo en el T1: Testigo sin aplicación y los que presentaron menor severidad fue con el tratamiento T4, T3 y con T2 no encontrándose diferencias significativas entre ellas.

Tabla 17

Prueba de Duncan al 5% para la severidad de la enfermedad

Tratamientos	Severidad (escala)
T1: Testigo sin aplicación	4,0 a
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	1,5 b
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	1,3 b
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	1,3 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.8 Eficiencia de control de la enfermedad (%)

El análisis de variancia para el rendimiento total del kion (Tabla 18), indica que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos ($p < 0,01$), más no entre los bloques. El coeficiente de variabilidad fue de 19,5% valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Calzada, 1982).

Tabla 18

Análisis de varianza para la eficiencia de control de la enfermedad (%)

Fuente de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F cal.	p-valor
Bloques	3	312,50	104,17	0,75	0,5493 ns
Tratamientos	3	13437,50	4479,17	32,25	<0,0001 **
Error	9	1250,00	138,89		
Total	15	15000,00			
CV % =	20,5				

ns. = no significativo, ** = altamente significativo

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% (Tabla 19 y Figura 6), los tratamientos que presentaron mayor eficiencia de control se obtuvieron con los tratamientos T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón, además, del T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *Chenopodium álbum* (2000 ml/ha) y enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha) no encontrándose diferencias significativas entre ellas. El menor porcentaje de eficiencia fue obtenido en el T1: testigo.

Tabla 19

Prueba de Duncan al 5% para la eficiencia de control de la enfermedad (%)

Tratamientos	Promedio (%)
T4: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + Extractos acuosos de origen de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha) + Jabón	68,8 a
T2: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceite esencial de <i>C. álbum</i> (2000 ml/ha)	68,8 a
T3: Enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de orégano, romero y pimienta negra (2000 ml/ha)	62,5 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

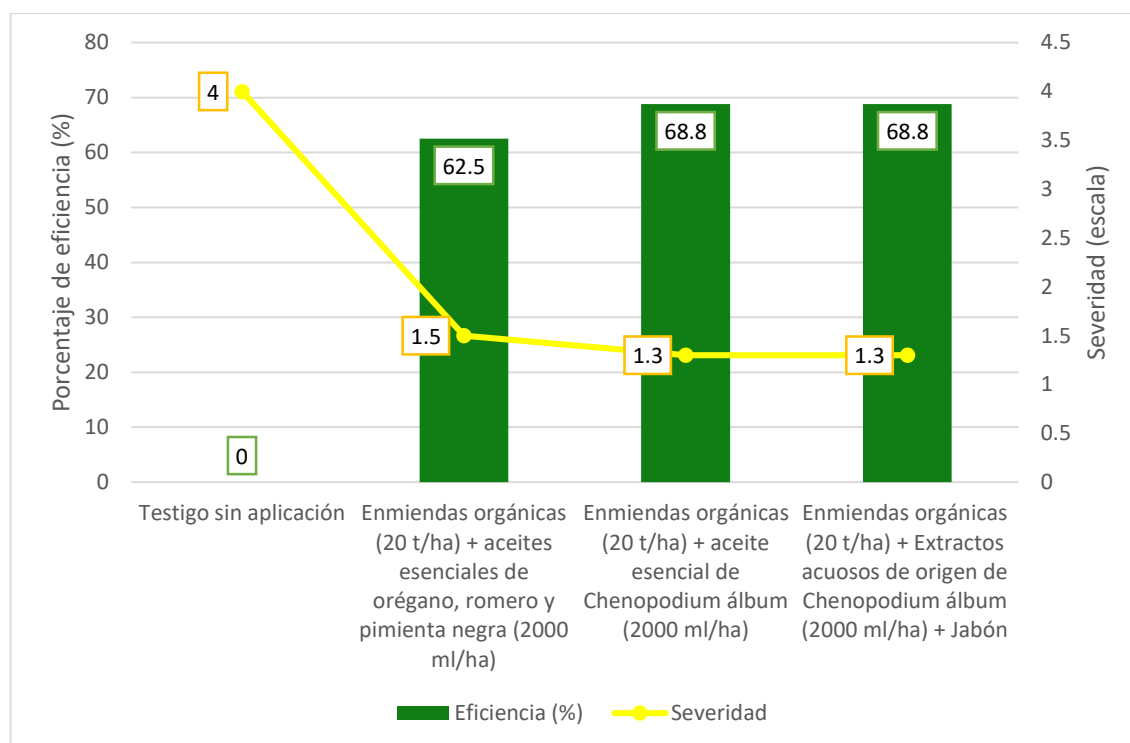


Figura 6. Peso del rizoma y rendimiento del kion.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de la investigación se realizan las siguientes discusiones:

5.1 Altura de planta (cm)

Los resultados obtenidos para altura de planta a los 30, 60 y 90 ddt, muestran que los métodos alternativos como la aplicación de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) han favorecido en el crecimiento de la planta de kion, este efecto se debe a que los tratamientos contienen enmiendas orgánicas tales como la incorporación de kudzu y materia orgánica a base de estiércol vacuno, los cuales mejoran la estructura del suelo y contienen nitrógeno, al respecto Manayay et al. (2016) indican que el nitrógeno es un nutriente que participa en la producción de proteínas y mejora la actividad fotosintética lo que aumenta el tamaño de plantas. Asimismo, el extracto acuoso de *C. álbum* y aceites esenciales de *C. álbum* influyen en el crecimiento de la planta de kion.

Los resultados obtenidos son corroborados por Aguilar-Ancota et al. (2021) quienes obtuvieron mayor crecimiento de plantas al aplicar extractos de diferentes partes de *Chenopodium album* este efecto se debe a que este producto controla el hongo patógeno permitiendo a que la planta no desgaste energía en defenderse o recuperarse de la infección y produce energía para desarrollarse y crecer.

5.2 Longitud del rizoma, peso del rizoma y rendimiento total del kion

Se muestra un efecto significativo en los métodos alternativos como enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. album* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. album* (2000 ml/ha) en el peso del rizoma y el rendimiento total del kion, ya que estos tratamientos han permitido que la planta de kion aumente el peso del rizoma y con ello el rendimiento. Los resultados son confirmados por León (2017) quien demostró que el uso de aceites esenciales y extractos acuosos de origen vegetal y el uso de enmiendas orgánicas consiguen reducir la enfermedad, esto logra mejorar el rendimiento ya que la planta produce mayor contenido de carbohidratos almacenándolos en el órgano de reserva de la planta lo que influye en un mayor crecimiento del órganos de reserva y un mayor peso del rizoma.

5.3 Severidad de la enfermedad

Los resultados obtenidos para la severidad de *Fusarium oxysporum* se muestran con los métodos alternativos con la aplicación de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. album* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. album* (2000 ml/ha) ya que estos tratamientos han reducido el daño provocado por el hongo y deteniendo el crecimiento micelial del *Fusarium oxysporum*. Los resultados son confirmados por Vásquez et al. (2013) quienes han demostrado que el uso de aceites esenciales y extractos acuosos de origen vegetal y también el uso de enmiendas orgánicas consiguen reducir la incidencia y severidad de la enfermedad, o bien retardan la aparición de síntomas. Asimismo, es corroborado por Rodríguez et al. (2020) quienes indican que el efecto de extractos vegetales logra un alto porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum*.

5.4 Eficiencia de control de *Fusarium oxysporum*

Los resultados obtenidos para el peso del rizoma y el rendimiento total del kion se muestran que los métodos alternativos como la aplicación de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) ya que estos tratamientos han suprimido la enfermedad generando mayor porcentaje de eficiencia. Los resultados son confirmados por Obregon et al. (2016) quienes han demostrado que el uso de extractos vegetales y aceites esenciales más el uso del jabón que al aplicarse de forma combinada presenta un alto porcentaje de eficiencia de control y evitan que la enfermedad se establezca.

Al respecto, Khurshid et al. (2018) menciona que el uso excesivo de fungicidas químicos aumenta la resistencia de *F. oxysporum*, siendo necesario recurrir a alternativas respetuosas con el medio ambiente como los compuestos antifúngicos naturales de plantas. Asimismo, Rauf y Javaid (2013) quienes indican que la actividad antifúngica de extractos de diferentes partes de *Chenopodium album* frente a *Fusarium oxysporum* suprimen el crecimiento del hongo de 24 a 80%, siendo el de extracto de las inflorescencias de *C. álbum* quien reportó mayor actividad antifúngica suprimiendo el crecimiento de hongos en un 80 al 100% es así que constituyentes antifúngicos de la fracción de acetato de etilo del extracto metanólica de *C. album* se utilizan como fungicidas naturales para controlar *F. oxysporum*. (p. 457).

Asimismo, Garduño-Pizaña et al. (2010) encontraron la reducción del crecimiento micelial y producción de conidios de *F. oxysporum* con el uso de aceites vegetales y extractos acuosos de *C. ambroioides* incluso se ha reportado inhibición total de *F. oxysporum* con el uso de extractos acuosos de *Chenopodium album*. Teniendo en cuenta que *Fusarium* tiene alto contenido de compuestos grasos y por tanto para su germinación y producción de micro y macroconidios requiere de sustratos ricos en C y N lo que el extracto acuoso de origen vegetal proporciona dichos sustratos donde el hongo lo asimila.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De los resultados y discusiones se concluye:

La aplicación del método alternativo T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y del T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) obtuvieron efecto significativo en la prevención y control de *Fusarium oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

El uso del tratamiento T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) han influido en las características morfológicas del cultivo de kión al promover mayor altura de planta y la longitud del rizoma.

La aplicación de T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) han influido en el rendimiento del cultivo de kión al promover mayor peso del rizoma por planta.

El uso del tratamiento T4: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de T2: enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) han influido en la reducción de la severidad de la enfermedad por lo que se obtuvo mayor eficiencia de control de *F. oxysporum* en *Zingiber officinale* “kión” bajo condiciones de Chanchamayo, Junín.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo a los resultados y conclusiones se recomienda:

Se recomienda validar los resultados sobre la influencia de las enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) la misma metodología, en kióñ” bajo condiciones de Chanchamayo, Junín.

La aplicación de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón y de enmiendas orgánicas (20 t/ha) + aceites esenciales de *C. álbum* (2000 ml/ha) se recomienda usar para el control de *F. oxysporum* en *Zingiber officinale* “kióñ” en condiciones de Chanchamayo, Junín.

Se requiere de realizar esta investigación en condiciones de otras zonas de producción de kióñ aplicando las enmiendas orgánicas (20 t/ha) + extractos acuosos de origen de *C. álbum* (2000 ml/ha) + jabón de forma preventiva.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 Referencia bibliográfica

Agrios, G. (1995). *Fitopatología*. 2ª ed. México: Editorial Limusa.

Aguilar-Ancota, R., Arévalo-Quinde, C. G., Morales-Pizarro, A., & Galecio-Julca, M. (2021). Hongos asociados a la necrosis de haces vasculares en el cultivo de banano orgánico: síntomas, aislamiento e identificación, y alternativas de manejo integrado. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 249-256.

Alburquerque, D. & Gusqui, R. (2018). Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa*, 25 (2), 489-498. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25209>

Berdonces, L. (2010). *Gran Enciclopedia de Plantas Medicinales: Diccionario de Plantas Medicinales A-J*. 1ra ed. Barcelona, España: Editorial Océano.

Bravo, C., Larriva, W. y Minchala, L. (2012). *Manejo integrado de la marchitez vascular o fusariosis (Fusarium oxysporum) en el cultivo de babaco*. 1ra ed. Cuenca, Ecuador: Editorial Los Andes.

Brunne, J. (2019). *Densidad de siembra en el rendimiento de Zingiber officinale Rosc. "kion" en Zungarococha, Iquitos, 2019* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

Carpio, V. (2016). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de una planta procesadora de kion en Arequipa* (tesis de pregrado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

Castellanos, L., Torrado, J. & Céspedes, N. (2020). Alternativas biológicas para el control de *Fusarium oxysporum* en arveja en pamplona, norte de Santander. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 12(1), 13–28. <https://doi.org/10.22490/21456453.3650>

- Ferdes, M., Al Juhaimi, F., Özcan, M. & Ghafoor, K. (2017). Inhibitory effect of some plant essential oils on growth of *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Mucor pusillus* and *Fusarium oxysporum*. *South African Journal of Botany*, 113, 457-460. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.09.020>
- Garduño-Pizaña, C., Barrera-Necha, L. & Rios, Y. (2010). Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen Mexican plants against *Fusarium oxysporum* f. sp. *gadioli* (Massey) Snyder and Hansen. *Plant Pathology Journal*, 9, 103-111.
- Gómez, B. T., Cortés, S., & Izquierdo, T. (2013). Efecto del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* Roscoe (jengibre) en modelo de hepatotoxicidad en ratas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 431-444.
- Jorge-Montalvo, P., Vílchez-Perales, C., & Visitación-Figueroa, L. (2020). Propiedades farmacológicas del jengibre (*Zingiber officinale*) para la prevención y el tratamiento de COVID-19. *Agroindustrial Science*, 10(3), 329-338.
- Khurshid, S., Javaid, A., Shoaib, A., Jaaved, A. & Qaisar, U. (2018). Antifungal Activity of Aerial Parts of *Cenchrus pennisetiformis* Against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*. *Planta Daninh*, 36, e018166627.
- Maravi, J. (2018). *Caracterización de fincas productoras de kion, piña y plátano en la microcuenca Cuyani –Pichanaki (Junin, Perú)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Manayay, C. A. L., Córdova, L. M., García, J. W., & Vásquez, J. M. (2016). Efecto antagónico de una cepa de *Trichoderma sp* sobre *Fusarium sp*. En planta de tomate Río Grande (*Solanum lycopersicum*). *UCV Hacer*, 5(1), 64–68. Recuperado a partir de <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-hacer/article/view/748>
- Manobanda, J. (2020). *Evaluación de dos extractos como inhibidores en el desarrollo de Fusarium oxysporum* (tesis de pregrado). Universidad Técnica De Ambato. Cevallos, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32426/>
- Lal, K., Singh, P. Biswas, S.K. and Yadav, S. (2017). Suitable Integrated Approach for Management of Fusarium Wilt of Tomato caused by *Fusarium*

oxysporum f.sp. lycopersici (Sacc.). *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 11(2), 953-961

León, C. (2017). *Determinación de la acción antifúngica de los aceites esenciales de pimienta negra (Piper nigrum), romero (Rosmarinus officinalis) y orégano (Origanum vulgare) sobre hongos postcosecha en ají paprika (Capsicum annuum L.)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Obregón, V., Lattar, T., Cardozo, N. y Monteros, J. (2016). Evaluación de fungicidas biorracionales para el control *Leveillula taurica* en cultivo de pimiento en invernadero. *Horticultura Argentina* 35 (86), 37-43.

Ocaña, M. (2013). *Actividad Antifúngica In Vitro de Extractos Vegetales Contra Fusarium oxysporum Snyder y Hans* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.

Pegg, K. G., Coates, L. M., O'Neill, W. T., & Turner, D. W. (2019). The Epidemiology of Fusarium Wilt of Banana. *Frontiers Plant Science*, 10, 1395-1403.

Rodríguez, A., Torres, S., Domínguez, A., Romero, A. & Silva, M. (2020). Extractos vegetales para el control de *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*, una alternativa sostenible para la agricultura. *Abanico Agroforestal*, 2, 1-13. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2020.7>.

Salgado, F. (2011). El jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Internacional de Acupuntura*, 5(4), 167-173.

Sangama, M. (2013). *Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de Fusarium sp., en el cultivo de culantro (Coriandrum sativum L.) en Lamas – San Martín – Perú* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Selva, Tarapoto – Perú.

Soto-Domínguez, A., García-Garza, R., Ramírez-Casas, Y., Morán-Martínez, J. & Serrano-Gallardo, L. B. (2012). El extracto acuoso de oregano (*Lippia graveolens* HBK) del norte de México tiene actividad antioxidante sin mostrar un efecto tóxico in vitro e in vivo. *Int. J. Morphol.*, 30(3), 937-944.

- Rauf, S. & Javaid, A. (2013). Antifungal activity of different extracts of *Chenopodium album* against *Fusarium oxysporum* f. sp. cepae, the cause of onion basal rot. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15, 367-371
- Vásquez, D.A., Montes, R., Jiménez, A. y Flores, H.E. (2013). Aceites esenciales y extractos acuosos para el manejo in vitro de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici y *F. solani*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 31 (2), 170-179.

ANEXOS

ANEXO 1. Recopilación de datos de campo

Tabla 20

Datos del experimento en campo

Altura de planta a los 30 ddt (cm)																
N° plantas	B1				B2				B3				B4			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	21	28	41	45	16	25	38	32	20	42	41	29	14	35	32	34
2	18	31	38	42	22	18	37	34	18	45	40	31	17	30	30	35
3	15	34	42	39	18	24	36	35	15	40	35	32	21	41	33	34
4	23	37	39	32	20	31	41	30	21	42	27	28	23	38	32	20
5	21	41	38	40	21	28	37	32	18	45	25	30	19	37	35	29
6	20	36	37	42	17	24	29	38	30	57	29	31	21	35	41	33
7	17	31	40	43	22	30	32	26	28	38	30	39	30	32	38	34
8	21	25	41	42	24	25	34	40	26	48	38	34	25	34	34	37
9	23	36	42	39	15	23	36	34	21	45	37	37	26	40	29	39
10	20	32	40	41	23	27	35	37	19	30	40	24	23	38	35	31
PROMEDIO	19.9	33.1	39.8	40.5	19.8	25.5	35.5	33.8	21.6	43.2	34.2	31.5	21.9	36	33.9	32.6

Tabla 21

Datos del experimento en campo

Altura de la planta a los 60 ddt (cm)

N° plantas	B1				B2				B3				B4			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	41	53	67	75	36	45	66	69	40	69	68	59	39	63	60	66
2	38	59	65	72	42	42	65	65	38	45	67	61	38	57	58	68
3	35	62	70	69	38	46	64	66	35	66	62	62	42	68	61	67
4	43	66	66	62	40	57	69	61	41	68	54	58	44	65	60	52
5	42	69	65	70	41	49	66	63	38	72	52	62	40	64	63	61
6	40	64	64	73	37	47	57	70	50	83	56	63	42	62	69	65
7	37	59	69	74	42	56	60	57	48	64	57	64	50	59	66	66
8	41	63	68	73	44	49	62	71	46	74	65	58	49	61	62	69
9	43	58	69	65	35	45	65	66	41	71	64	54	47	67	57	71
10	42	60	67	71	43	51	63	65	39	56	68	60	44	65	63	64
PROMEDIO	40.2	61.3	67	70.4	39.8	48.7	63.7	65.3	41.6	66.8	61.3	60.1	43.5	63.1	61.9	64.9

Tabla 22

Datos del experimento en campo

Altura de planta a las 90 ddt (cm)

N° plantas	B1				B2				B3				B4			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	56	66	88	95	51	62	86	89	56	80	89	80	54	82	80	86
2	53	69	86	92	57	57	85	85	54	91	88	82	53	77	78	88
3	50	72	89	89	53	61	84	86	51	56	83	83	57	89	81	86
4	58	76	87	82	55	77	89	81	57	88	75	79	59	85	82	72
5	56	79	85	90	56	64	86	83	54	91	73	81	55	84	84	81
6	55	74	84	93	52	60	77	89	66	103	77	83	57	82	89	86
7	52	69	87	93	57	76	80	77	64	84	78	85	66	79	86	85
8	56	73	89	91	59	64	82	91	62	94	86	78	64	81	82	89
9	52	68	89	88	50	62	85	85	57	91	85	75	62	87	77	91
10	55	70	88	90	58	66	83	86	55	76	88	82	59	85	83	83
PROMEDIO	54.3	71.6	87.2	90.3	54.8	64.9	83.7	85.2	57.6	85.4	82.2	80.8	58.6	83.1	82.2	84.7

Tabla 23

Datos del experimento en campo

Longitud del rizoma (cm)

N° plantas	B1				B2				B3				B4			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	15	23.6	22.5	26	19.2	16.4	13.5	20.9	14.5	25.6	19.5	23.2	14.6	17.9	23.3	22
2	9.9	18.4	21.8	27	22.3	18.7	24.2	22	12.3	22.5	22.8	22.8	18.4	20.5	14.2	18.8
3	12.2	16.2	22.5	24	20.6	18.2	17.7	22.1	12.8	22.2	18.7	18.9	17.3	20.2	22.7	15.8
4	16.8	18.4	22.2	25	14.4	15.6	17.2	22.4	10.5	28.7	22.4	16.5	17.7	12.9	16.4	22.5
5	13.3	19.7	18.4	24	12.3	17.8	15.1	22.5	12.3	22.8	18.6	16.1	20.1	18.5	16.1	17.3
6	14.7	22.8	21.5	25	16.2	21.2	13	23.6	16.6	13.9	16.5	18.4	14.8	21.2	16.7	27
7	15.8	17.1	15.8	25	15.6	18.4	12.8	22.6	16.9	28.8	15.1	22.4	15.3	20.3	17.3	19.8
8	9.3	13.7	14.3	22	12.3	15.5	20.5	21.5	18.3	29.1	22.7	16.8	20.1	17.8	18.5	21.5
9	11.4	19.4	22.2	23	12.8	16.3	21.5	19.7	17.4	23.5	18	23.1	12	18	22.1	20.4
10	12.2	18.4	20.2	23	21.5	17.8	19.1	24.3	15.3	19.9	22.3	18.9	12.5	19.2	22.5	19.8
PROMEDIO	13.06	18.77	20.14	24.4	16.72	17.59	17.46	22.16	14.69	23.7	19.66	19.71	16.28	18.65	18.98	20.49

Tabla 24

Datos del experimento en campo

Peso del rizoma (g/planta)

N° plantas	B1				B2				B3				B4			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	157	397	325	420	237	224	415	384	165	401	287	350	145	216	280	290
2	114	271	338	501	349	228	330	338	121	350	291	284	162	338	319	260
3	206	220	343	472	248	269	319	426	120	481	266	349	158	330	414	235
4	221	261	294	491	170	215	288	382	104	558	277	287	152	214	233	365
5	201	241	255	436	208	280	332	493	123	325	275	321	171	293	294	477
6	131	338	299	464	105	298	256	438	132	252	258	242	142	242	276	582
7	178	250	260	384	167	311	208	349	138	437	206	441	148	304	160	357
8	150	212	247	434	137	212	342	279	204	660	247	337	162	286	168	349
9	191	273	242	417	146	261	308	275	162	317	230	402	132	264	126	336
10	153	250	262	460	164	262	221	282	109	323	316	284	121	296	310	339
PROMEDIO	170.2	271.3	286.5	447.9	193.1	256	301.9	364.6	137.8	410.4	265.3	329.7	149.3	278.3	258	359

ANEXO 2. Imágenes de campo



Figura 7. Desinfección de la semilla, preparación del experimento y siembra del material experimental.



Figura 8. Preparación de los tratamientos.



Figura 9. Crecimiento de las plantas.



Figura 10. Evaluaciones del tratamiento 1.



Figura 11. Evaluaciones del tratamiento 2.



Figura 12. Evaluaciones del tratamiento 3.



Figura 13. Evaluaciones del tratamiento 4.