

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



“IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN E INCIDENCIA DE ENFERMEDADES FUNGOSAS CAUSANTE DE MARCHITEZ, EN *Allium fistulosum* (CEBOLLA CHINA) EN LAMAS - SAN MARTÍN”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

MOISES DIAZ RAMOS

TARAPOTO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

**“IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN E INCIDENCIA DE
ENFERMEDADES FUNGOSAS CAUSANTE DE MARCHITEZ, EN
Allium fistulosum (CEBOLLA CHINA) EN LAMAS – SAN MARTÍN”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

COMITÉ DE TESIS



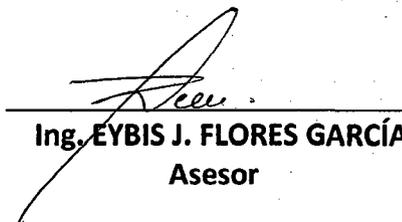
Ing. SEGUNDO D. MALDONADO VÁSQUEZ
Presidente del Jurado



Ing. M. Sc. LUIS A. LEVEAU GUERRA
Secretario del Jurado



Ing. M. Sc. GUILLERMO VÁSQUEZ RAMÍREZ
Miembro del Jurado



Ing. EYBIS J. FLORES GARCÍA
Asesor

TARAPOTO – PERÚ
2014

CONTENIDO

DE TITULOS Y SUB TITULOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Origen	3
3.2 Clasificación taxonómica	3
3.3 Características de la cebolla china	3
3.4 Densidad de siembra	5
3.5 Ecología de la cebolla china.	5
3.6 Enfermedades fungosas.	5
3.6.1. La mancha purpúrea	
3.6.2. El moho vellosos de la cebolla	
3.6.3. La putrefacción basal.	
3.6.4. Raíz rosada.	
3.6.5. Generalidades y efectos del <i>Fusarium oxysporum</i> en los cultivos.	
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1 Ubicación del experimento.	16
4.2 Historia del campo experimental	16
4.3 Características climáticas.	17
4.4 Vía de acceso	17
4.5 Material en estudio.	17
4.6 Metodología	17
4.6.1 Recolección de semillas.	
4.6.2 Manejo sanitario de la semilla.	
4.6.3 Aislamiento.	
4.6.4 Siembra en macetas.	
4.6.5 Campo definitivo.	
4.7 Diseño y característica del experimento	21
4.7.1 Diseños del experimento	
4.7.2 Característica del área experimental	
4.8 Variables registradas	23
4.8.1 De la enfermedad	
4.8.2 Del cultivo en macetas en invernadero	
4.8.3 Del cultivo en las parcela experimental	
V. RESULTADOS	27
5.1 Descripción de las características de la enfermedad	27
5.1.1 Síntomas	

5.1.2	Aislamientos.	
5.1.3	Prueba de Patogenicidad.	
5.1.4	Epidemiología.	
5.2	Incidencia y severidad de la enfermedad.	28
5.3	Respuesta del cultivo de cebolla china en invernadero.	35
5.4	Respuesta del cultivo de la cebolla china a campo experimental	39
VI.	DISCUSIONES.	41
6.1	De las enfermedades marchitez de la cebolla china	41
6.2	Incidencia y severidad de la enfermedad marchitez	42
6.3	De las variables evaluados de la cebolla china a nivel invernadero	44
6.4	De los variables evaluados de la cebolla china a nivel campo experimental	47
VII.	CONCLUSIONES	49
VIII.	RECOMENDACIÓN	50
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
X.	RESUMEN	
XI.	SUMMARY	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Densidad de siembra	20
Figura 2: Plantas enfermas	23
Figura 3: Amarillamiento de hojas	27
Figura 4: Marchitez y seca	27
Figura 5: Colonia, micelio, conidióforo y conidia de <i>F. oxysporum</i>	27
Figura 6: Amarillamiento, marchitez y seca	28

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág
Gráfico 1: Prueba de Duncan para la incidencia de plantas enfermas en porcentaje por macetas.	29
Gráfico 2: Prueba de Duncan para severidad de la enfermedad en porcentaje y grados.	30
Gráfico 3: Prueba de Duncan para la incidencia de la enfermedad en porcentaje por mata en el campo experimental	32
Gráfico 4: Prueba de Duncan para severidad de la enfermedad en porcentaje y grados de plantas afectadas en campo.	33
Gráfico 5: Prueba de Duncan para la severidad de discos afectados en porcentaje.	34
Gráfico 6: Prueba de Duncan para número de plantas por maceta a 10 días después de la siembra.	35
Gráfico 7: Prueba de Duncan para la altura de hoja acicular en maceta.	36
Gráfico 8: Prueba de Duncan para el Número de Plantas por Maceta a la cosecha	37
Gráfico 9: Prueba de Duncan para el Peso en Gramos de la Cosecha por Maceta.	38
Gráfico 10: Prueba de Duncan para el promedio de bulbos sanos por mata enferma	39
Gráfico 11: Prueba de Duncan para rendimiento en $TM.ha^{-1}$ en la fase de laboratorio y campo.	40

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Análisis de Varianza para el experimento en macetas	19
Cuadro 2: Análisis de Varianza para el experimento de campo	22
Cuadro 3: Escala de evaluación de la enfermedad.	25
Cuadro 4: Análisis de varianza para la incidencia de matas enfermas por macetas	28
Cuadro 5: Análisis de varianza para la severidad de plantas enfermas	30
Cuadro 6: Severidad de la enfermedad marchitez en porcentaje y en grados	31
Cuadro 7: Análisis de varianza para la incidencia de matas afectados por parcela experimental.	31
Cuadro 8: Análisis de varianza para la incidencia de discos afectados en porcentaje	32
Cuadro 9: Análisis de varianza para la Severidad de plantas enfermas en porcentaje de plantas afectadas por mata en campo.	33
Cuadro 10: Análisis de varianza para la severidad de discos afectados en porcentaje.	34
Cuadro 11: Análisis de varianza para el número de plantas por maceta a 10 días después de la siembra	35
Cuadro 12: Análisis de varianza para la altura de hoja acicular en maceta	36
Cuadro 13: Análisis de varianza para el número de plantas por maceta.	37
Cuadro 14: Análisis de varianza para el Peso en Gramos de la Cosecha por Maceta.	38
Cuadro 15: Análisis de varianza para el número de bulbos sanos por mata enferma.	39
Cuadro 16: Análisis de varianza para rendimiento Kg.ha ⁻¹ .	40

DEDICATORIA

**A mis queridos padres:
JOSE DIAZ PÉREZ Y MARIA
SANTOS RAMOS CUBAS,
por darme la vida, quienes
con su apoyo y esfuerzo han
contribuido con mi formación
profesional**

A LA MADRE DE MIS HIJOS

**A mis hijos: DANICA, LEIDY Y CARLOS,
Quienes son la esperanza de la continuación
de mi vida**

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero EYBIS JOSE FLORES GARCÍA, asesor, quien me apoyado en todo en la formulación, ejecución y redacción de mi tesis.

Al Ing. Jorge Luis Peláez Rivera y la Ing. Trinidad Najjar, por apoyarme al brindar sus instalación hortícola en el Fundo "El Pacífico" en Lamas

I. INTRODUCCIÓN

La cebolla es importante en el mundo por ser condimento de alto consumo por el hombre, existen diferentes especies y variedades distribuidos en varios países; en el Perú se cultiva diferentes variedades de cebolla para cosechar como bulbo y como hoja verde, se destacan el *Allium cepa* y el *Allium fistulosum*. El cultivo intensivo de la cebolla china requiere como cualquier cultivo, indudablemente de un buen manejo agronómico para producir de acuerdo a su potencial genético.

En la región San Martín, la Cebolla China tiene gran importancia debido al consumo en la alimentación y porque genera ingresos económicos directo para el horticultor e indirectos, creando fuente de trabajo para los intermediarios de los mercados locales; se cultivan 2 ha de cebolla china y el cultivo cada día va incrementando sus áreas debido a la gran demanda que existe en el mercado.

En la Provincia de Lamas, varios horticultores siembran la cebolla china, con fines comerciales y casualmente por la falta de un adecuado manejo, específicamente por la incidencia de ataque de enfermedades y desconocimiento, viene disminuyendo la producción del cultivo y por consiguiente en la economía del horticultor.

Razón por la cual, con el presente experimento intitulado "Identificación, caracterización e incidencia de enfermedades fungosas que causan marchitez en *Allium fistulosum* en Lamas San Martín, se pretende caracterizar para identificar los patógenos, así como de evaluar su incidencia y severidad que causan enfermedades en el cultivo de la cebolla china.

II. OBJETIVOS

- 2.1 Caracterizar para identificar los patógenos que causan enfermedades en el cultivo de cebolla china en Lamas durante su ciclo fenológico.**

- 2.2 Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades ocasionadas por los patógenos identificados en el cultivo de cebolla china.**

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen

La cebolla china es una especie oriunda de Asia, cultivada en China desde tiempos remoto (Maroto, 1986), de donde se ha expandido hacia a Japón y a todo el Asia Oriental; es conocida como: cebolleta o cibol (Casseres, 1984), cebolla de hoja japonesa y cebolla Welsh (Pérez, 1979), el nombre de welsh tiene su raíz en la palabra Alemán "Welshe" que significa extraño, nombre que fue probablemente aplicado cuando se introdujo en Alemania más o menos en la Edad Media (Pérez, 1979).

3.2 Clasificación taxonómica

Mostacero (1993), presenta la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Monocotiledónea

Orden: Liliiflorae-Liliales

Familia: Liliaceae

Género: *Allium*

Especie: *fistulosum*.

3.3 Características de la cebolla china

La cebolla china es una planta vivaz de bulbo ovoide achatado de color blanquecinos o rosado (Espasa, 1979 y Sarli, 1980), con hojas numerosas, fistulosas de 25 a 30 cm de longitud (Pérez, 1979); el color de la hoja al trasplante es verde claro y a la cosecha verde oscuro (Pérez, 1979), tiene olor característico

debido a presencia de sulfuro de alilo, es sentada, gruesas, carnosas, tallo pequeño forma de disco (Sarli, 1980), escapo fistuloso con umbela gruesa y espata de 2 brácteas, de flores blancas, con estambre algo salientes y sencillos. Vía semilla botánica, se cultiva en 3 meses (Espasa, 1979, Jones, 1963) y vegetativamente (Espasa, 1979) en 45 a 60 días (Espasa, 1979 y Pérez, 1979).

La cebolla china es una planta de jardín vigorosa y robusta con hojas cónicas casi perfectamente circular e inflada en el largo total de la misma, la parte interna es vacío, su base alcanza 1 cm de diámetro en promedio que disminuye hacia el ápice (Jones, 1963), no muestra inflación localizada, como en el caso de la cebolla *Allium cepa*; la inflorescencia es fácilmente distinguida, de color amarillo pálido con un nervio medio contrastante en el segmento del perianto, la apertura de las flores en la umbelífera es regular iniciándose en la parte superior o central y progresa uniforme hacia la base umbelífera, nunca se abre totalmente, es diploide $2n=16$ (Jones, 1963).

3.4 Densidad de siembra

La cebolla china se siembra a 10 x 20 cm, alcanzando 1 500 000 plantas/ha, en la cual no se nota el efecto de competencia por agua, nutrimentos, espacio y luz (Vargas, 1996); en San Martín es recomendada la siembra de cebolla china a 10 x 15 cm, para alcanzar un total de 666 666 plantas/ ha y rendimiento de 16 400,00 Kg.ha⁻¹ (Valdez, 1999).

3.5 Ecología de la cebolla china.

La cebolla china requiere de suelo fértil, franco arcilloso, con buen drenaje, pH óptimo entre 5,5 a 6,5 y con pendiente de 2 % de caída; los suelos abonados tienden a producir plantas más pesadas y cuellos gruesos haciendo más dificultoso el cuidado; los suelos arenosos se secan rápido en climas cálidos afectando el desarrollo de la planta y los elementos químicos que son necesarios para su desarrollo son NPK, Cu, Mn, Zn.

3.6 Enfermedades fungosas.

La cebolla china es atacada por numerosas especies de hongos fitopatógenos (Sharma and Sanjeev Sharma, 1999) entre ellas son:

Enfermedad	Agente causante
Mildiu veloso:	<i>Peronospora destructor</i> (Berk.) Casp.
Mancha purpurea:	<i>Alternaria porri</i> (Ellis.) Cif.
Tizón foliar:	<i>Stemphylium vesicarium</i> (Wallrs.) E. Simmons
Pudrición basal:	<i>Fusarium oxysporum</i> Schlechten ex Fr. <i>F. sp cepae</i> (Hans.) Snyd. & Hans. <i>F. solani</i> (Mart.) App. & Wallenw.
Mancha o tiznón:	<i>Colletotrichum circinans</i> (Berck.) Bolino.
Tizón o Quemado:	<i>Botrytis allii</i> Munns. <i>B. byssoidea</i> Walker. <i>B. squamosa</i> Walker. <i>B. cinérea</i> Pers. y <i>B. cepae</i> Hanzawa.
Carbón de plántula:	<i>Urocystes cepulae</i> Frost.
Podredumbre blanca:	<i>Sclerotium cepivorum</i> Berck.
Podredumbre húmeda:	<i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.

A continuación se describen a las enfermedades que causan marchitez en la cebolla china:

3.6.1 La mancha purpúrea

Presentan síntomas, con lesiones ovaladas, con margen bien delimitado entre el tejido infectado seco y la parte sana de la hoja, la parte central de la mancha es purpúrea, de allí empieza la esporulación del hongo, formando conidios muy grandes, ellos pueden verse con una lupa; cuando varias manchas aparecen en una hoja, su parte del apical se vuelve amarilla. Pueden romperse los bordos y formar una lesión grande (Harvey, 1995).

El agente causal es el hongo *Alternaria porri*, que produce conidio muy grande de 50 - 100 x 15 - 25 Un, con un accesorio apical filiforme de 30 – 150 micras; son oscuras gris y a menudo producen pigmento purpúreo; varias especies de alternaria causan manchas de la hoja, pero no la mancha purpúrea (Ellis, 1971).

Las temperaturas de 15°C – 34°C, son óptimas para el crecimiento del hongo, las conidias son muy robustas que pueden persistir más de un año en las plantas en crecimiento, se forman clamidosporas en la tierra y únicamente puede inducir una mancha de la hoja. La esporulación de *A. porri*, es esparcido (más de uno o varios cientos de conidios por la mancha de la hoja), particularmente es prevaleciente en los trópicos húmedos donde llueve (porque se lavan los inhibidores de la esporulación) y en tiempos secos (la diseminación de la conidio es favorable); la cebollas y semillas producidas bajo estas condiciones pueden llevar a los micelios y esporas de *Alternaria porri* y también pueden contaminarse los cuellos de ajo que se originan de las plantas enfermas (Miller, 1995).

3.6.2 El moho vellosos de la cebolla

La enfermedad puede ser seria en la cebolla y otra especie de *Allium*, sobre todo cuando el tiempo es relativamente fresco, húmedo prevalece. La enfermedad se caracteriza por presentar síntomas de color pálido a verde, amarillento a parduzco (Harvey, 1995).

El Stramenopila *Peronospora destructor* produce masas de esporangióforos no septados en la parte terminal y sostienen esporangios; los cuales son transparentes al principio, después se toman de color violeta, de forma fusiforme de 18 – 29 micras; las hojas de las aliáceas, se ciñen en la región donde los esporangios se forman y luego se marchitan, en el tejido muerto se coloniza rápidamente y se forman masas de esporas negras, causando manchas necróticas en las hojas (Harvey, 1995).

El patógeno se disemina por el desecho de las cosechas anteriores; los patógenos también afectan a las variedades perennes de cebolla, que se cultivan en casa, en un huerto o jardín (Harvey, 1995). La diseminación local está principalmente constituida por esporangios transportados por el viento, en donde van las zoosporas a la planta sana, germina en la superficie de la hoja y penetran en forma directa por los estomas; se disemina a gran distancia, principalmente por el material de propagación (Harvey, 1995).

3.6.3 La putrefacción basal.

Las plantas infectadas tendrán rendimiento reducido de semilla (Farr, Billis, Chamuris, and Rossman, 1989; Havey, 1995), a la emergencia la planta sufre

retraso, plantas infectadas tienen crecimiento lento, con decaimiento y putrefacción del área del plato basal, la infección es acompañada por clorosis de la hoja, seguido de hojas, que normalmente permanecen derechas y las raíces de plantas infectadas son de color castañas a castaña oscura (Havey, 1995).

El agente causante es el hongo, *Fusarium oxysporum*, que produce microconidias (normalmente unicelulares y esferoides), macroconidias (fusiformes o elipsoides y principalmente 3 - 4 septas) y clamidosporas (7,5 a 10 μ m de diámetro) que se forman en las raíces, tallo en disco, en los catafilos y tierra (Entwistle, 1990 y Abawi and Lorbeer, 1972).

Es principalmente transmitido por los trasplantes infectados, no se ha observado transmisión por semilla botánica (Entwistle, 1990), la tierra infestada con clamidosporas que se adhiere a las partes de la planta también puede servir como una fuente de inóculo (Entwistle, 1990; Havey, 1995 y Abawi and Lorbeer, 1972), estas esporas germinan y penetran las células de la raíz sanas o invaden a través de las heridas (Everts and Larcy 1990).

3.6.4 Raíz rosada.

Según Sharma and Sanjeev Sharma (1999), menciona que la enfermedad es importante en zonas tropicales y sub tropicales, por lo que predomina en climas calurosos, los problemas generalmente se presentan en almacigo; es causado por el hongo *Phoma terrestris*, este patógeno puede también afectar otros cultivos; los síntomas en las raíces inicialmente rosadas, luego rosado-rojas y finalmente violeta oscuro, estas se secan y se pudren; también se observa menor número de

hojas, menor altura de planta y la formación de bulbos se inicia precozmente, en las hojas se observan puntos negros estos corresponden a las picnidias en cuyo interior están los conidióforos con las conidias; el micelio del hongo ingresa por la punta de la raíz; la fuente de inóculo son clamidosporas y picnidias en rastrojos y en raíces, las condiciones favorables de temperatura entre 24-28°C y sobrevive en el suelo a 45 cm de profundidad .

3.6.5 Generalidades y efectos del *Fusarium oxysporum* en los cultivos.

Fusarium oxysporum es un hongo cosmopolita que existe en muchas formas patogénicas, parasitando más de 100 especies de plantas Gimnospermas y Angiospermas, gracias a los diversos mecanismos que tiene el hongo para vencer las defensas de muchas plantas (Bosland, 1988).

El hongo produce tres clases de esporas:

- **Microconidias:** Esporas generalmente unicelulares, sin septas, hialinas, elipsoidales a cilíndricas, rectas o curvadas; se forman sobre fiálides laterales, cortas, simples o sobre conidióforos poco ramificados. Las microconidias tienen 5- 12 μm de largo por 2.5- 3.5 μm de ancho (Nelson, Tammen y Baker 1981).

- **Macroconidias:** Esporas de paredes delgadas, fusiformes, largas, moderadamente curvadas en forma de hoz, con varias células y de 3 a 5 septas transversales, con la célula basal elongada y la célula apical atenuada; las macroconidias tiene un tamaño de 27 a 46 μm de largo por 3.0 a 4.5 μm de ancho (Nelson, Tammen y Baker 1981).

- **Clamidosporas:** Esporas formadas a partir de la condensación del contenido de las hifas y de las conidias, de paredes gruesas. Se forman simples o en pares, terminales o intercalares: poseen un tamaño de 5 a 15 μm de diámetro (Nelson, Tammen y Baker 1981). Gracias a ellas el hongo sobrevive en condiciones ambientales desfavorables y en el suelo como saprófito de vida libre en ausencia de plantas hospedantes (Garret, 1977).

Los hongos del género *Fusarium* son prolíferos y muy abundantes en las zonas tropicales y templadas del mundo. Además, este género es uno de los fitopatógenos que causa daño a diversas plantas cultivadas, ocasionando distintos tipos de enfermedades, tales como manchas en las hojas, pudrición de raíces y en la base del tallo, cánceres de las plantas, muerte descendente, pudrición de frutos y marchitamientos vasculares (Gonzales, Arias y Peteira 2012).

El *Fusarium* causante de marchitez siguen un patrón similar de infección; penetrando por la raíz y colonizándose en el tallo de las plantas el sistema vascular (Rodríguez y Montilla., 2002); por lo que resulta de importancia el conocimiento de *Fusarium oxysporum* y de sus razas como un aspecto para el manejo de la enfermedad o para entender el comportamiento de las variedades cultivadas; este hongo además, suele ser muy variable por su especificidad y virulencia (Lugo, 2000).

Sharaf y Farrag, (2004), encontraron que el incremento de la concentración de fitohormonas como el ácido indol acético (AIA) reduce la germinación de las esporas, el peso seco del micelio y el contenido de proteínas. La aplicación *in vivo*,

incrementó el crecimiento vegetal, el daño directo sobre el patógeno y/o la inducción de resistencia en el tejido hospedante, la cual se correlacionó con la inducción de ciertos metabolitos secundarios que tienen una función en el incremento de la tolerancia al patógeno en las plantas de tomate.

La resistencia inducida es una respuesta fisiológica “del aumento de la capacidad defensiva” provocada no solo por la infección de patógenos sino además por estímulos ambientales, lo que permite que las plantas desencadenen una protección contra posteriores desafíos bióticos y contra una amplia gama de agentes patógenos y parásitos (Choudhary, 2007).

A causa de esta respuesta (o por lo menos regulada), una señal se disemina a través de la planta e induce sutiles cambios en la expresión de genes en zonas no infectadas de la misma. La respuesta sistémica involucra la producción en algunos casos de novo de fitoalexinas y PR (proteínas relacionadas con la patogénesis). Mientras que las fitoalexinas son mayormente caracterizadas en la respuesta local, las proteínas relacionadas con la patogénesis se producen tanto local como sistémicamente (Speth, Lee y Heil, 2007).

La marchitez vascular producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, es la principal enfermedad que causa problemas en el cultivo, disminuye en un 60% el rendimiento y afecta la calidad del producto; esta enfermedad se ha reportado en por lo menos 32 países (Jones *et al.*, 1991), prospera en una diversidad de condiciones ambientales desde trópicos secos hasta climas templados (Cai, Gale, Scheider, Kitsler, Davis, Elías y Miyao, 2003).

Este hongo es capaz de secretar enzimas y pequeñas proteínas durante la colonización de los vasos xilemáticos de la planta de tomate (Houterman, Speijer, Dekker, Koster, Cornelissen y Rep, 2007); los cuales promueven la colonización del hospedante, por ejemplo por la supresión de los mecanismos de resistencia basales (Speth *et al.*, 2007). El repertorio de proteínas efectoras, determina la virulencia de un patógeno hacia un hospedante en particular (Speth *et al.*, 2007).

Se ha demostrado que la temperatura óptima para el crecimiento y esporulación de *Fusarium oxysporum* es 30 °C; pudiendo tener un comportamiento saprofitico muy vigoroso a temperaturas entre 10 y 30 °C. Es capaz de crecer y esporular sobre un amplio rango de valores de pH (óptimo a pH 7,5 - 8,5); creciendo mejor en condiciones de oscuridad continua (Olutiola, 1978). Las clamidosporas al germinar, llegan a crecer sobre las raíces en los diferentes puntos de contacto, hasta lograr entrar directamente a las mismas o por heridas (Mai y Abawi, 1987).

Carrillo-Fasio (2003), indican que el hongo *Fusarium oxysporum* causa problemas en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*) disminuyendo en un 60 % el rendimiento y afectando la calidad del producto. Esta enfermedad, la cual se ha reportado por lo menos en 32 países, prospera en una diversidad de condiciones ambientales desde trópicos secos hasta climas templados (Ascencio-Álvarez *et al.*, 2008) siendo más agresiva en climas cálidos y suelos con textura arenosa; aunque se han reportado fuertes infecciones bajo condiciones de invernadero, principalmente cuando la planta es sometida a estrés hídrico, en la etapa de floración y fructificación (Carrillo-Fasio, 2003).

Los síntomas comienzan con el amarillamiento de las hojas, marchitándolas y provocando su muerte aun cuando permanezcan adheridas al tallo; extendiéndose después al resto de la planta. Se observa además en el tallo una necrosis vascular color café en forma de anillo, la cual se extiende a la parte apical de la planta marchitando y matando a las plántulas o plantas adultas. Cuando las raíces y los tallos son colonizados, los síntomas se muestran como una pudrición necrótica, particularmente sobre las raíces laterales más pequeñas; lo cual acelera el marchitamiento del follaje (Carrillo-Fasio, 2003).

González et al., (2012), informan, que la marchitez vascular, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, es una de las enfermedades que más afecta el cultivo del tomate en la actualidad. El empleo de variedades resistentes resulta, hasta el momento, uno de los métodos más eficaces para el manejo de esta enfermedad. Este trabajo resume los mecanismos bioquímicos y moleculares que median la resistencia natural e inducida en la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*-tomate.

Garcés de Granada et al., (2003), manifiestan que el *Fusarium oxysporum* es un hongo que se presenta principalmente como saprófito en el suelo, o también como patógeno especializado, denominado forma especial (f. sp.), según la planta hospedante u hospedantes relacionados que afecte. Es posible distinguir patotipos o razas fisiológicas de una misma forma especial, cuando se determina la variedad de la especie vegetal que ataca y aún en poblaciones clonales al analizar características moleculares (DNA fingerprint, RFLPs, RAPDs). No obstante, con referencia a la especificidad como fitopatógeno, pruebas de patogenicidad

realizadas en condiciones de invernadero con el hongo causante del marchitamiento vascular en tomate (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) causó infección en plantas de clavel y de rábano en 20 y 47% respectivamente.

Mientras, Gardini (1993) Citado por Sand, *et al* 1997, en ensayos realizados directamente en el suelo natural, con aislamientos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli*, causante de marchitez vascular en plantas de coca, produjo en éstas la enfermedad en 100% y en 25% y 12.5% en achote y tomate, lo que cuestiona la especificidad del hongo, y su utilización como biocontrolador.

Así mismo, la alta sobrevivencia de sus clamidosporas, resistentes a la degradación química y microbiológica, y el registro como patógeno en animales incluyendo el hombre, (produce afecciones oftálmicas, dérmicas y toxinas) determinan que no debe usarse el hongo fitopatógeno de la coca como "micoherbicida" en plantaciones de coca, pues no sólo afecta a otras especies del género *Erythroxyton* no productoras del alcaloide, sino a plantas alimenticias y al hombre (Sand, *et al* 1997).

Desde hace aproximadamente 40 años se investigan aspectos relacionados con *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli*. En la década del sesenta una plantación de coca de la isla de Kauai (Hawaii) se vió afectada por una epidemia caracterizada por marchitamiento vascular. En esta misma época, fueron estudiadas algunas semillas del Perú que originaron porcentajes de germinabilidad y establecimiento de plántulas de 20%, la mayoría de las cuales murieron por una enfermedad caracterizada por clorosis y marchitamiento severo (Sand, *et al* 1997)..

En los años setenta se incrementó la incidencia de marchitamiento en Kauai, las plantas muertas presentaron decoloración vascular y la enfermedad se observó tanto en plántulas como en plantas adultas. En esta época se sospechó que el agente causal de la epidemia era un hongo o una bacteria que afectaba el sistema vascular. En los ochenta, se identificó a *Fusarium oxysporum* como el agente causal de la epidemia y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos planteó estudios para investigar la posibilidad de utilizarlo como micoherbicida en plantaciones de *Erythroxylum coca* y *Erythroxylum novogranatense*, obteniéndose en ensayos preliminares como resultado de la inoculación con el hongo una elevada incidencia de la enfermedad. En 1987 se aisló *Fusarium oxysporum* de plantas muertas de dos especies del género *Erythroxylum*, confirmándose así su potencial micoherbicida. La forma especial de *Fusarium oxysporum* responsable de esta enfermedad se denominó *Fusarium oxysporum* f. sp. *Erythroxyl* (Sands et al., 1997).

Según Sands et al., (1997), las plantas de *Erythroxylum coca* y *Erythroxylum novogranatense* muestran en general marchitamiento vascular. Los síntomas incluyen clorosis y decoloración vascular que resulta eventualmente en muerte. Los síntomas externos aparecen inicialmente en un sitio único de la planta afectada. En estados posteriores de la enfermedad, los síntomas se hacen más aparentes principalmente después de estrés hídrico. Los cortes de tallos de zonas de marchitamiento revelan oscurecimiento de los tejidos del xilema y decoloración vascular que se extiende desde el tejido radical al tallo. En ensayos de invernadero los síntomas característicos comienzan a ser evidentes tres semanas después del trasplante.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento.

El presente trabajo se ejecutó en el Fundo Hortícola "El Pacífico" de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera cuya ubicación política y geográfica es la siguiente:

a. Ubicación política.

Sector	:	Remoyacu
Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Región	:	San Martín

b. Ubicación geográfica.

Latitud Sur	:	6° 20' 15"
Longitud Oeste	:	76° 30' 45"
Altitud	:	814 m. s. n. m.

4.2. Historia del campo experimental.

En la parcela que se ejecutó el trabajo de investigación, se cultivó hortalizas como *Allium fistulosum*, *Coriandrum sativum*, *Lactuca sativum* y *Cucumis sativum*, en forma rotativa desde hace 7 años, así mismo, se ha observado la presencia de enfermedades fungosas causadas por diferentes especies de hongos en los cultivos mencionados que generó pérdidas por la disminución de los rendimientos y de la calidad de las hortalizas.

4.3. Características climáticas.

Según el sistema de clasificación de Holdridge (1984), el lugar donde se realizó el experimento, presenta una zona de vida de bosque seco tropical (bs-T), caracterizada con una precipitación promedio anual de 1 200 mm y una temperatura media de 24 °C.

4.4. Vía de acceso.

La principal vía de acceso que facilitó la llegada al "Fundo el Pacifico", fue la carretera Fernando Belaunde Terry, Tarapoto – Moyobamba, a 10 km., de desviación hacia la derecha por la carretera de Lamas hasta llegar a la ciudad.

4.5. Material en estudio.

Para el presente experimento se utilizó semillas vegetativas de cebolla china.

4.6. Metodología

4.6.1 Recolección de semillas.

Se colectó dos tipos de semilla vegetativa, procedentes de la ciudad de Chiclayo compradas en el Mercado N° 2 de Tarapoto y la otra del mismo horticultor de Lamas, se trasladándose al Laboratorio de Sanidad Vegetal- Fitopatología de la Universidad Nacional de San Martín, ubicado en el distrito de Morales, para realizar el manejo sanitario y evaluar las muestras en medios de cultivo y en macetas.

4.6.2. Manejo sanitario de la semilla.

Las semillas vegetativas cebolla china, fueron manejadas bajos los principios de erradicación y terapia, con la finalidad de reducir el nivel inóculo de la parte externa e interna superficial y disminuir o evitar el ingreso de enfermedades al campo definitivo.

En la erradicación se utilizó el método cultural que consistió en separar y erradicar de las semillas vegetativas de apariencia sana, los catafilos secos, semillas vegetativas podridas y limpieza de raíces secas. La hidroterapia fue aplicado a los tratamientos 1 y 3, que consistió en someter a un tratamiento térmico a la semilla a temperatura de $48\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ (Commonwealth Mycology Institute Kew, 1991), utilizando el equipo de baño maría durante 20 minutos, se sacaron las semillas y se esparcieron en papel periódico previamente esterilizado calor seco (121°C por 20 minutos), se cubrieron con el mismo papel para evitar la contaminación de microorganismos del ambiente se dejo por 24 horas.

La cantidad semilla vegetativa de los tratamientos 1 y 3, fueron embolsado en bolsa de papel y trasladado a los experimentos respectivos.

4.6.3. Aislamiento.

Muestras de la semilla vegetativa que presentaban catáfilos con costra negras en los catafilos y pudrición húmeda de raíces, se cortaron tallos y la base de los catafilos se sembró en medio de cultivo papa dextrosa Agar al 2 % glucosado, donde se reporta: *Aspergillus niger* y *Fusarium oxysporum*. Su identificación se

realizó utilizando clave taxonómicas de Barnett and Hunter 1971; Ellis 1971 y 1976, y Toussoun and Nelson 1968.

4.6.4. Siembra en macetas.

En la azotea de los ambientes del Laboratorio de Sanidad Vegetal – Fitopatología, se instaló una batería experimental bajo el diseño estadístico DCA (diseño completamente al azar), con cuatro tratamientos establecidos de conformidad con el experimento de campo. El sustrato tuvo la siguiente proporción 40 % de materia orgánica más 60 % de suelo limoso, se desinfectó solarizando por 30 días, y luego fue colocado en baldes de 5 Kg, en donde se sembró 7 bulbos de cebolla china por balde.

Cuadro 1: Análisis de Varianza para el experimento en macetas

F.V	G.L
Tratamientos	$r-1 = 3$
Error	$t-1 = 12$
Total	$rt-1 = 15$

4.6.5. Campo definitivo.

a. Limpieza del terreno.

Las malezas fueron eliminadas por el método mecánico, utilizando pala de corte, con rastrillo reunió los restos de la maleza y colocadas en mantas fueron transportadas hacia afuera del terreno experimental.

b. Preparación del campo.

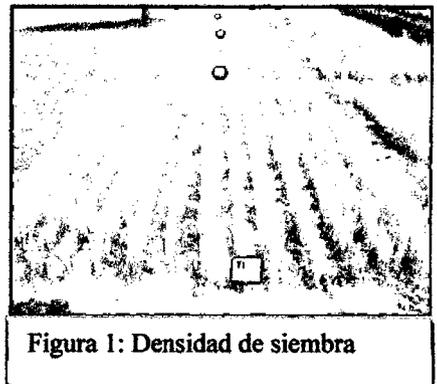
Con la ayuda de un motocultor se removió el suelo entre 10 a 15 cm de profundidad, seguidamente se realizó el nivelado y el limpiado de raíces de malezas, dejando listo para la instalación del campo experimental.

c. Instalación del campo experimental.

De conformidad a los croquis establecidos en el proyecto de tesis para bloque y tratamientos del presente estudio, y utilizando estacas de madera rolliza se procedió al parcelado del campo experimental.

d. Siembra.

La siembra se realizó en forma manual con distanciamiento de 10 cm entre plantas y 20 cm entre hileras, colocando un bulbo por hoyo, la densidad de siembra de 66 bulbos/m² (660 000 bulbos/ha).



e. Riego.

Después de la siembra se inició con riego para dotarle de humedad al suelo y este a su vez dote a los bulbos sembrados el agua, para que inicie el proceso diferenciación celular, como efecto se de la emisión de raíces y hoja. Posteriormente el riego fue aplicado en las parcelas experimentales con dos frecuencias diarias mañana y tarde, lo que permitió dar las condiciones ambientales favorables al hospedante para su crecimiento, desarrollo y por

otro lado evitar estrés hídrico, la condición del ambiente fue favorable para el patógeno.

f. Control de malezas.

La maleza predominante en las parcelas experimentales fueron: *Portulaca oleracea*, *Amaranthus spp*, *Setaria sp*, *Ipomoea purpurea*, *Chenchrus equinatus* y otros; su control realizamos eliminando las malezas en forma mecánica utilizando machete ancho, cada 10 días.

g. Cosecha.

La cosecha de la cebolla china realizamos en forma manual, se pesó en una balanza de torsión y se registró el peso por parcela de cada tratamiento, con los datos estimamos la producción por ha.

4.7. Diseño y característica del experimento

4.7.2. Diseños del experimento

Se utilizó el Diseño Completamente Randomizado (DCR), para el experimento en macetas con 4 tratamientos y 4 pruebas, y el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en campo con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

a. Componentes en estudio de la semilla vegetativa de cebolla china

T1: Semilla introducida, con termoterapia a 48°C por 20 minutos.

T2: Semilla introducida termoterapia

T3: Semilla local, con termoterapia a 48°C por 20 minutos.

T4: Semilla local sin termoterapia.

Cuadro 2: Análisis de Varianza para el experimento de campo

F.V	G.L
Bloques	$r-1 = 3$
Tratamientos	$t-1 = 3$
Error	$(r-1)(t-1) = 9$
Total	$r.t - 1 = 15$

4.7.3. Característica del área experimental

Del experimento

Área total	:	268,25 m ²
Ancho	:	14,50 m
Largo	:	18,50 m
Área neta experimental	:	192,00 m ²

Bloques

Área	:	64,75 m ²
Ancho	:	3,00 m
Largo	:	18,50 m

Parcela

Área de la parcela	:	12,00 m ²
Ancho	:	3,00 m
Largo	:	4,00 m
Distanciamiento entre hileras	:	20,00 cm
Distanciamiento entre golpes	:	10,00 cm
N° de semillas por golpe	:	01

4.8. Variables registradas

4.8.1. De la enfermedad

a) Síntomas.

Se describió la sintomatología de la enfermedad al momento de la recolección de las muestras de plantas enfermas en las macetas y el campo experimental.



Figura 2: Plantas enfermas

b) Tiempo de aparición de los síntomas

Se realizó observaciones diarias para determinar el tiempo de aparición de la enfermedad durante el ciclo del cultivo.

c) Aislamiento del patógeno

Determinado la presencia del patógeno, se procedió a cortar las muestras enfermas en cuadrados de 2 mm x 2 mm conteniendo diferentes fases del desarrollo de avance de la enfermedad (inicial, medio y avanzado). Las muestras se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2 ‰ durante 2 minutos, esta se dejó posar sobre papel toalla para secarlo, seguidamente se sembró en la parte central de la placa de Petri el cual contenía PDA glucosado al 1 % distribuyendo 4 muestras, los cuales fueron sellados, etiquetadas e incubadas a $27\text{ °C} \pm 2$. Una vez desarrollado el hongo, se procedió al reaislamiento y multiplicación.

d) Identificación y caracterización del patógeno

Las hojas u otro órgano de la planta que presentaron síntomas de la enfermedad, fueron analizadas en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, las cuales fueron analizadas mediante el uso de cinta adhesiva de plástico, que consistió en pegar la cinta adhesiva en la muestra enferma, luego se adhirió en el porta objeto portando en el centro una gota de lactofenol; esta muestra preparada fue analizada con la ayuda del microscopio y se determinó los signos del patógeno.

e) Incidencia de la enfermedad en plantas en invernadero y campo.

En la parcela experimental neta (9 m²), se contó el número de plantas afectadas y el número de plantas no afectadas. Con estos datos se determinó la incidencia de la enfermedad en campo con la siguiente:

$$\text{Formula : } I = (NPE / NPT) \times 100$$

Donde :

I : Incidencia

NPE : Número de plantas enfermas

NPT : Número de plantas sanas + Número de plantas enferma

f) Severidad de la enfermedad en invernadero y campo.

Se evaluó 7 plantas por maceta y el número de plantas por fila de 5 filas, contando el número de plantas enfermas y el número de plantas sanas; con la que se determinó la severidad en plantas.

Cuadro 3: Escala de evaluación de la enfermedad.

Grado	Descripción
0	Ninguna plantas enferma
1	Plantas enfermas hasta 5 %
2	Plantas enfermas hasta 20 %
3	Plantas enfermas hasta 50 %
4	Plantas enfermas hasta 70 %
5	Plantas enfermas hasta 100 %

Fuente: Rodríguez y Montilla 2002

4.2.1. Del cultivo en macetas en invernadero

a) Número de planta por maceta

Se contabilizó a los 10 días después de la siembra la cantidad de plantas que brotaron de los bulbos sembrados y luego se registró al momento de la cosecha, se anotó todas las plantas de las macetas por tratamiento.

b) Altura de planta

Al momento de la cosecha y con la ayuda de una wincha de 3 m., se registró la altura de las hojas aciculares de 10 plantas tomadas al azar por macetas de 4 Kg.

c) Rendimiento de la cebolla china en maceta

Esta labor se realizó al momento de la cosecha, pesándose las matas de cada maceta en gramos en la Balanza de Torsión marca Ohaus, por tratamiento. Los datos registramos para los análisis respectivos.

4.4.1 Del cultivo en las parcela experimental

a) Altura de planta

Esta labor se efectuó al momento de la cosecha y con la ayuda de una wincha de 3 m, se llevó a cabo el registró de la altura de las hojas aciculares de 10 plantas tomadas al azar por parcela.

b) Rendimiento

Luego de la cosecha se registró el peso de 1 m² por parcela y con estos datos, se estimó el rendimiento por hectárea las pérdidas económicas por tratamiento.

c) Análisis económico

Para determinar el análisis económico se elaboró los costos de la producción por hectárea de la parcela; así mismo, se determinó el análisis beneficio costo

V. RESULTADOS

5.1 Descripción de las características de la enfermedad

5.1.1 Síntomas:

Se observó amarillamiento, marchitez y seca de las hojas, podredumbre de raíces y en todo el disco del tallo de la cebolla de crema a marrón y en cortes histológicos de los tallos afectados observados al microscopio se observó que el lumen de los tubos conductores mostraban de color crema a marrón, además al realizar el corte histológico del tejido enfermo se observó escaso contenido de sabia en los tubos conductores, mientras que el tallo sano es de color blanco y con abundante flujo de sabia.



Figura 3: Amarillamiento de hojas



Figura 4: Marchitez y seca

5.1.2 Aislamientos.

Las colonias al inicio son de color blanco a crema y luego se tornan de color purpúrea, presentó micelio hialino septados, clamidosporas intercalares y terminales, conidios que salen de fialosporas hialinas unicelulares y son pluricelulares en forma falcada, cuyas característica pertenece a la especie *Fusarium oxysporum*.

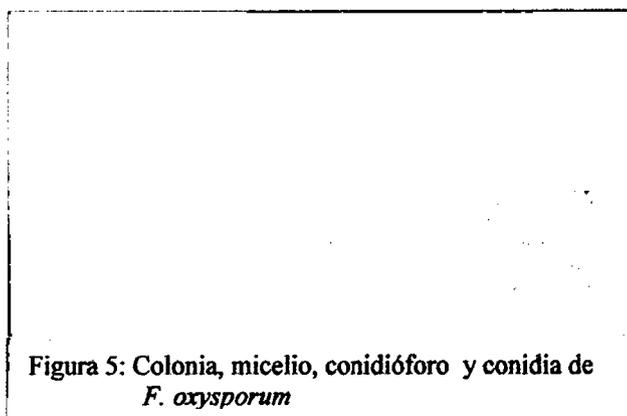


Figura 5: Colonia, micelio, conidióforo y conidia de *F. oxysporum*

5.1.3 Prueba de Patogeneidad.

Las plantas inoculadas con aislamientos de *Fusarium oxysporum*, de muestras colectadas en la ciudad de Lamas, se observaron los síntomas de marchitez, pudrición de raíces, tallo y catafilos. Estos síntomas son similares a observados en el campo.



Figura 6: Amarillamiento, marchitez y seca

5.1.4 Epidemiología.

La enfermedad se pudo observar en semillas vegetativas procedente de Chiclayo y de Lamas, es claro notar que la enfermedad está ingresando por semilla vegetativa, luego se incrementa en el campo de cultivo a través de la raíces infectadas que quedan después de las cosecha y se dispersa cuando se prepara el campo para una nueva siembra. La enfermedad aparece en forma dispersa en el campo de cultivo durante la fase productiva.

5.2 Incidencia y severidad de la enfermedad.

Cuadro 4: Análisis de varianza para la incidencia de matas enfermas por macetas.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamiento	3	4122.16	1374.05	17.67	0.001**
Error	12	933.40	77.78		
Total	15	5055.56			

$X = 24.16 \%$ $R^2 = 81.15\%$ $C.V = 36.49 \%$ $S_x = 24.16$

Existe alta significancia estadística entre los tratamientos estudiados en laboratorio, su coeficiente de variabilidad es alto por que las semillas vegetativas sembradas en cada prueba, mostraron la enfermedad en macetas muy heterogéneas.

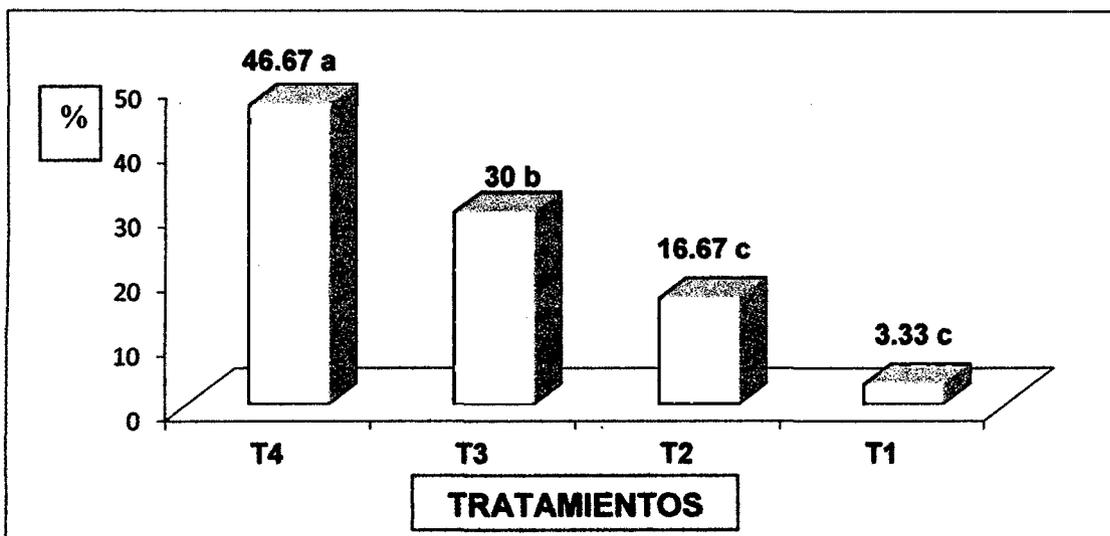


Gráfico 1: Prueba de Duncan para la incidencia de plantas enfermas en porcentaje por macetas.

A pesar de haber realizado la limpieza de los catafilos y raíces secas, eliminación de bulbos con síntomas de pudrición seca y la termoterapia realizada, en el gráfico 1, se observa claramente que la marchitez afectó a todos los tratamientos con diferencia estadística significativa entre ellos. Se ha obtenido mayor incidencia en el tratamiento 4 con 46.67 % de matas enfermas y mientras que el tratamiento 1 con 3.33 % de matas enfermas registró la más baja incidencia; explicándonos, que las semillas son la fuente de inóculo para el ingreso en los campos donde se cultiva la cebolla china en la región San Martín; por otro lado se observa que las semillas proveniente de campos de agricultores de la región, tiene mayor incidencia debido al incremento del inóculo por los ciclos secundarios que ocurre en el campo.

Cuadro 5: Análisis de varianza para la severidad de plantas enfermas

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamiento	3	12450.00	4150	15.65	0.0002 **
Error	12	3181.00	265.00		
Total	15	15631.86			

X= 51.18 % R²= 79.64% C.V= 31.82 %

Los resultados del cuadro 5, nos indican que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamiento estudiados. El coeficiente de determinación R² de 79.64 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 31,82 %, muestra que la enfermedad es muy variable en el campo.

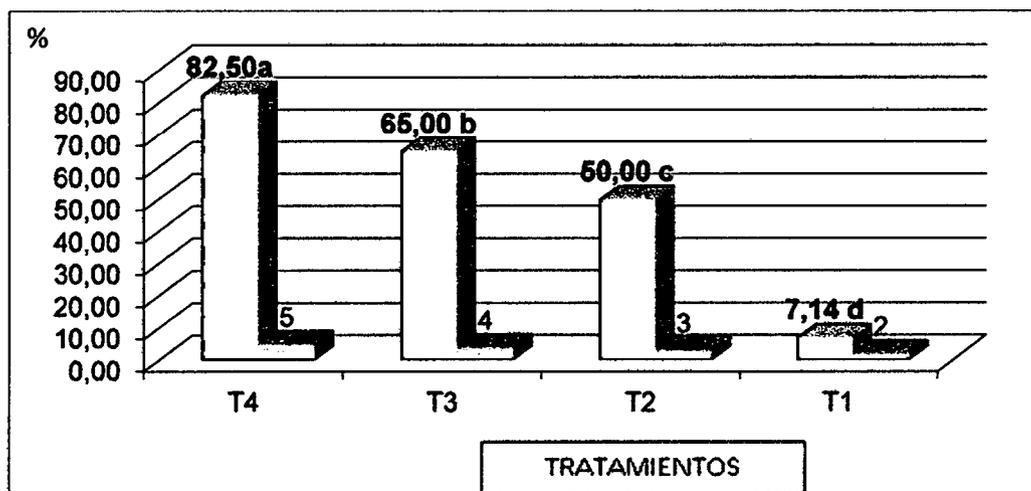


Gráfico 2: Prueba de Duncan para severidad de la enfermedad en porcentaje y grados.

En el presente gráfico se muestra la severidad de las plantas enfermas por mata fluctuando entre 7.14 % a 82.50 %. Así mismo se muestran que los tratamientos T2, T3 y T4, muestran grados de severidad de la enfermedad de 3, 4, y 5. Con las prácticas del manejo de la semilla vegetativa antes de la siembra, logramos disminuir a la enfermedad al grado 2 en el tratamiento 1, que corresponde semilla vegetativa aplicada termoterapia.

Cuadro 6: Severidad de la enfermedad marchitez en porcentaje y en grados

Tratamientos	Severidad de la enfermedad	
	Porcentaje de plantas enferma/ matas	Grados
T1	7.14	1
T2	50.00	3
T3	65.00	4
T4	82.50	5

Esto nos indica que las semillas seleccionadas y tratadas con agua caliente a 48 °C +/- 2, disminuye el ingreso de la enfermedad (T1), pero si la semilla es infectada en campos de agricultores en San Martín, la infección es muy fuerte (T3). Al igual que la incidencia, la severidad muestra menor infección, cuando se selecciona y se hace tratamiento térmico con agua caliente.

Cuadro 7: Análisis de varianza para la incidencia de matas afectados por parcela experimental.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Bloques	3	1979.86	659.95	40.15	0.0001**
Tratamiento	3	117.07	39.02		0.0138
Error	9	147.95	16.44		
Total	15	2244.88			

** : Altamente significativo * : significativo

X= 11.69 R²= 93.40 % C.V= 34.69 % Sx= 4.05

Los resultados la incidencia de matas afectados por parcela experimental (cuadro 7), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre bloques y significativo entre los tratamientos estudiados. El coeficiente de determinación R² de 93.40 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 34,82 %, muestra que la enfermedad es muy variable en cada parcela experimental estudiada por tratamiento.

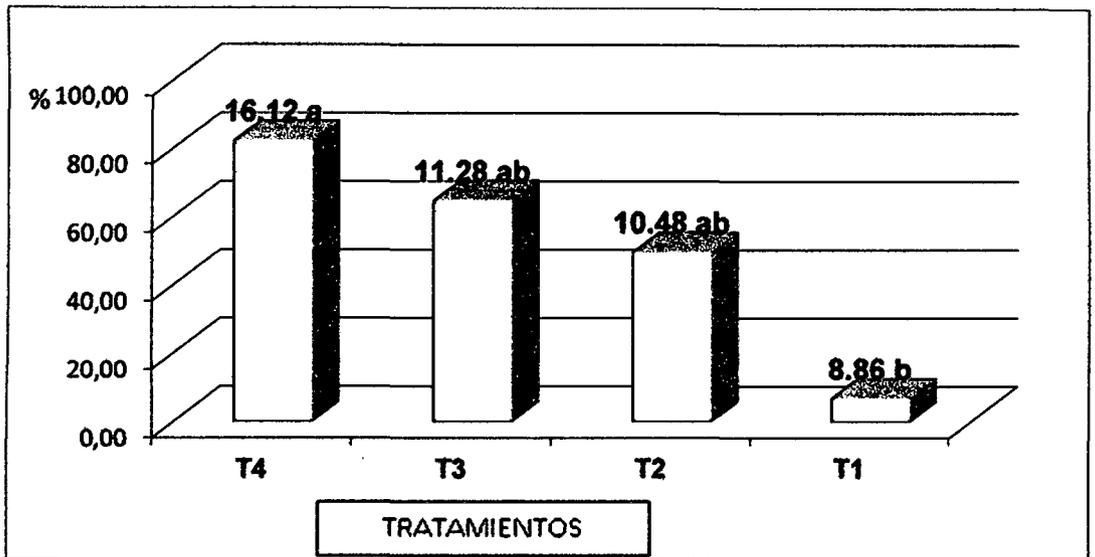


Gráfico 3: Prueba de Duncan para la incidencia de la enfermedad en porcentaje por mata en el campo experimental.

Los resultados de la prueba de Duncan sobre la incidencia de la enfermedad por mata en el campo experimental (gráfico 3), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T4, con 16.12 % obtuvo mayor incidencia en campo y el tratamiento T1 con 8.86 %, registró menor incidencia.

Cuadro 8: Análisis de varianza para la incidencia de discos afectados en porcentaje.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Bloques	3	17170.63	5723.55	11.67	0.0019**
Tratamiento	3	776.20	258.00	0.53	0.6743
Error	9	4413.14	490.34		
Total	15	22359.98			

X= 53 R²= 80.26 % C.V= 11.72 % Sx= 22.14

Los resultados de la severidad de la enfermedad (cuadro 7), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre bloques. El coeficiente de determinación R² de 80.26 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 11.72 %, dentro de rango para trabajo de investigación en campo según lo establecida por calzada 1970.

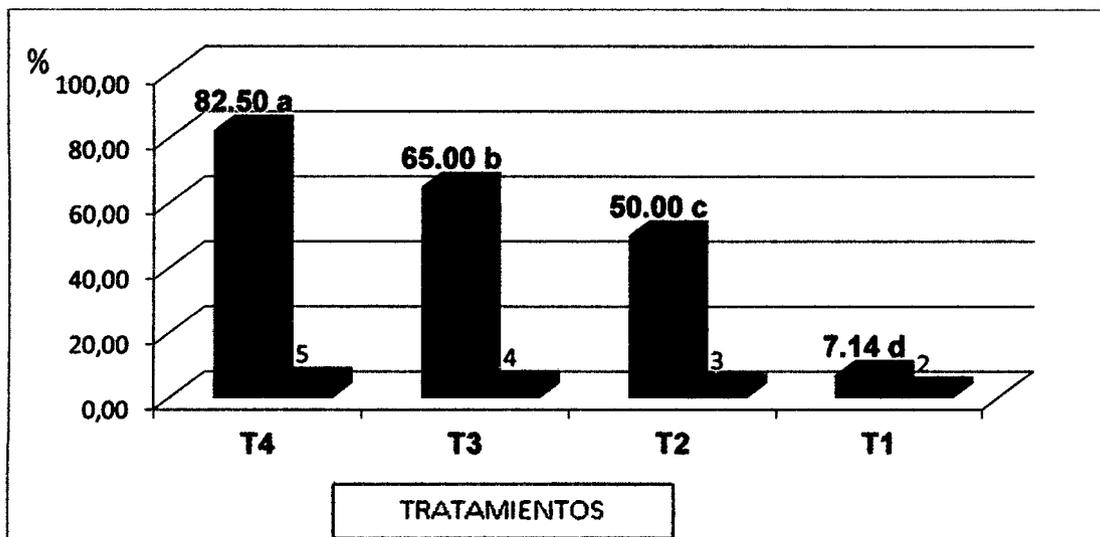


Gráfico 4: Prueba de Duncan para severidad de la enfermedad en porcentaje y grados de plantas afectadas en campo.

Cuadro 9: Análisis de varianza para la Severidad de plantas enfermas en porcentaje de plantas afectadas por mata en campo.

Tratamientos	Severidad de la enfermedad	
	Porcentaje de plantas enferma por matas	Grados
T4	82.50	4
T3	65.00	4
T2	50.00	3
T1	7.14	2

Los resultados de la prueba de Duncan sobre la severidad de la enfermedad expresada en porcentaje y grados de plantas afectadas en campo (gráfico 4 y cuadro 9), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T4, con 82.50 % obtuvo mayor severidad con grado 5 y el tratamiento T1 con 7.14 %, registró menor severidad con grado 2.

Cuadro 10: Análisis de varianza para la severidad de discos afectados en porcentaje.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Bloques	3	631,11	210,37	5,20	*
Tratamiento	3	450,49	150,16	3,71	*
Error	9	364,29	40,47		
Total	15	1445,90			

** : Altamente significativo

* : Moderadamente significativo

X= 6,36 %

R²= 74,00%

C.V= 10,64%

Los resultados de la severidad de la enfermedad (cuadro 10), nos indica que existe diferencia estadística significativa entre bloques. El coeficiente de determinación R² de 74.00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 3.36 %, muestra que la enfermedad es variable en cada parcela experimental estudiada por tratamiento.

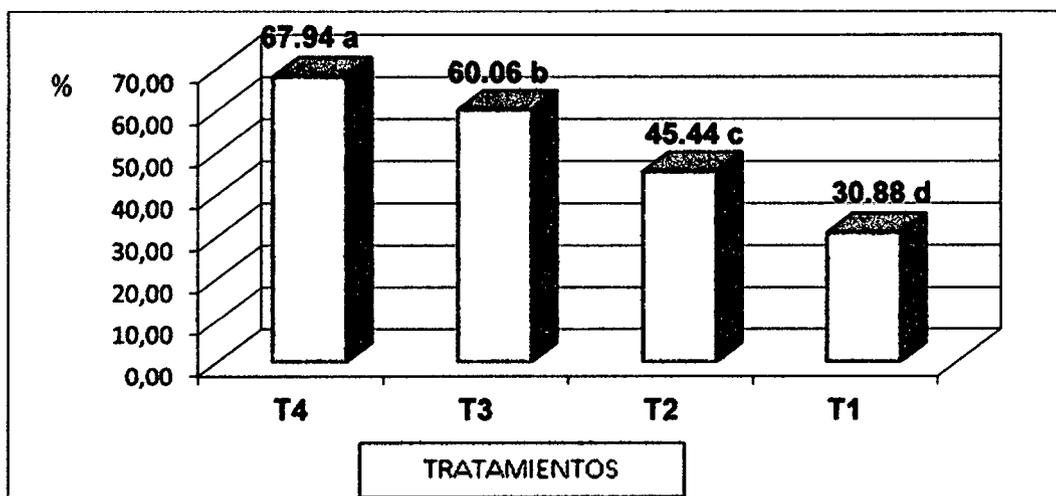


Gráfico 5: Prueba de Duncan para la severidad de discos afectados en porcentaje.

Los resultados de la prueba de Duncan sobre la severidad de la enfermedad expresada en porcentaje en discos afectados en campo (gráfico 5), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T4, con 67.940 % obtuvo mayor severidad con grado 4 y el tratamiento T1 con 30.88 %, registró menor severidad con grado 3.

5.3. Respuesta del cultivo de cebolla china en invernadero.

Cuadro 11: Análisis de varianza para el número de plantas por maceta a 10 días después de la siembra.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamientos	3	22,52	7,5	79,15	**
Error	36	3,41	0,09		
Total	39	25,93			

** : Altamente significativo

X= 7,50

R²= 86,00%

C.V= 1,25%

Los resultados del análisis de varianza para el número de plantas por maceta a 10 días después de la siembra (cuadro 11), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R² de 86,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 1,25 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

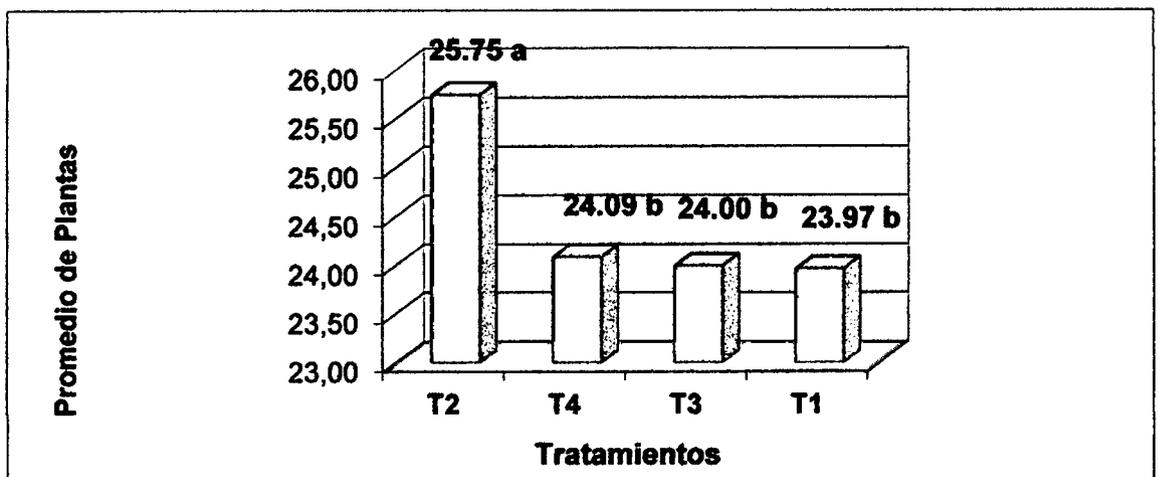


Gráfico 6: Prueba de Duncan para número de plantas por maceta a 10 días después de la siembra.

Los resultados de la prueba de Duncan para número de plantas por mata a 10 días después de la siembra (Gráfico 6), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T2, con 25,75 plantas obtuvo mayor número de plantas maceta y el tratamiento T1 con 23,97 %, registró el menor número plantas por maceta.

Cuadro 12: Análisis de varianza para la altura de hoja acicular en maceta.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamiento	3	53,25	17,75	53,22	**
Error	36	12,00	0,33		
Total	39	65,25			

** : Altamente significativo

X= 0,57%

R²= 81,00%

C.V= 2,10%

Los resultados del Análisis de varianza para la altura de hoja acicular en maceta (cuadro 12), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R² de 81,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 2,10 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

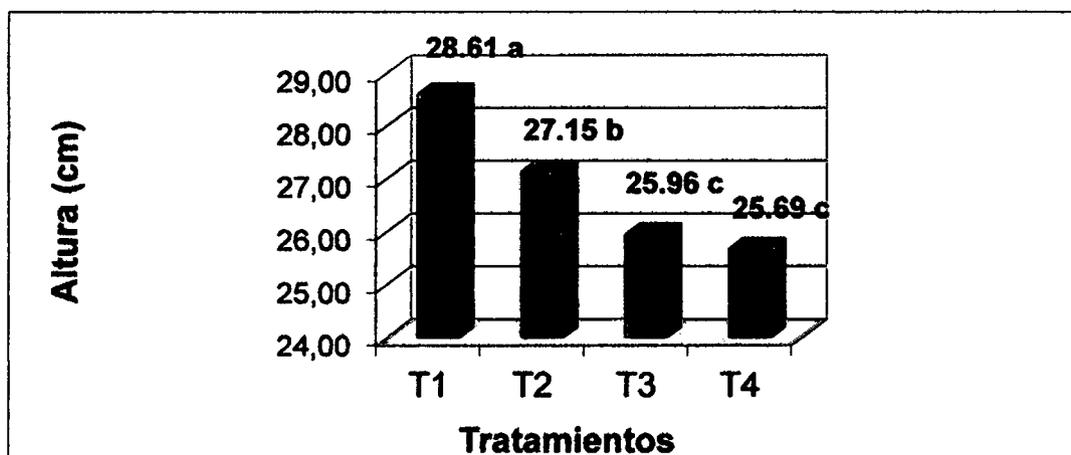


Gráfico 7: Prueba de Duncan para la altura de hoja acicular en maceta.

Los resultados de la prueba de Duncan para la altura de hoja acicular en maceta (Gráfico 7), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T1, con 28.61 cm obtuvo mayor altura de planta en maceta y el tratamiento T4 con 25.69 cm, registró la menor altura plantas por maceta.

Cuadro 13: Análisis de varianza para el número de plantas por maceta.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamiento	3	1566,60	522,20	728,65	**
Error	36	25,80	0,71		
Total	39	1592,40			

** : Altamente significativo

X= 0,84

R²= 98,00%

C.V= 3,90%

Los resultados del Análisis de varianza para el número de plantas por maceta (cuadro 13), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R² de 98,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 3,90 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

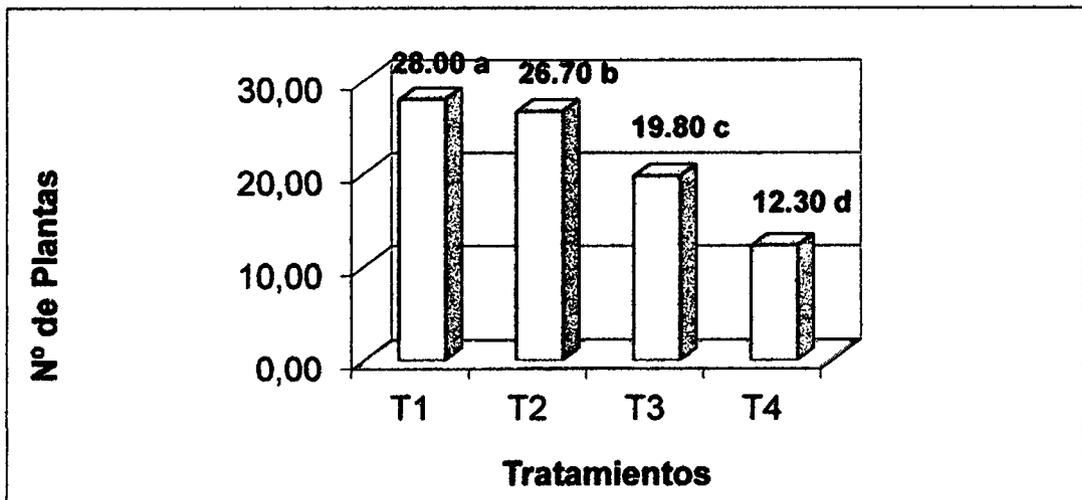


Gráfico 8: Prueba de Duncan para el Número de Plantas por Maceta a la cosecha.

Los resultados de la prueba de Duncan para el Número de Plantas por Maceta a la cosecha (Gráfico 8), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T1, con 28.00 plantas por maceta obtuvo mayor número de planta por maceta y el tratamiento T4 con 12.30 plantas por maceta, registró la menor número plantas por maceta.

Cuadro 14: Análisis de varianza para el Peso en Gramos de la Cosecha por Maceta.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Tratamiento	3	8906,87	2868,95	681,21	**
Error	36	156,90	4,35		
Total	39	9063,77			

** : Altamente significativo

X= 132,25

R²= 98,00%

C.V= 1,5%

Los resultados del Análisis de varianza para el peso en gramos de la cosecha por maceta (cuadro 14), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R² de 98,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 1,5 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

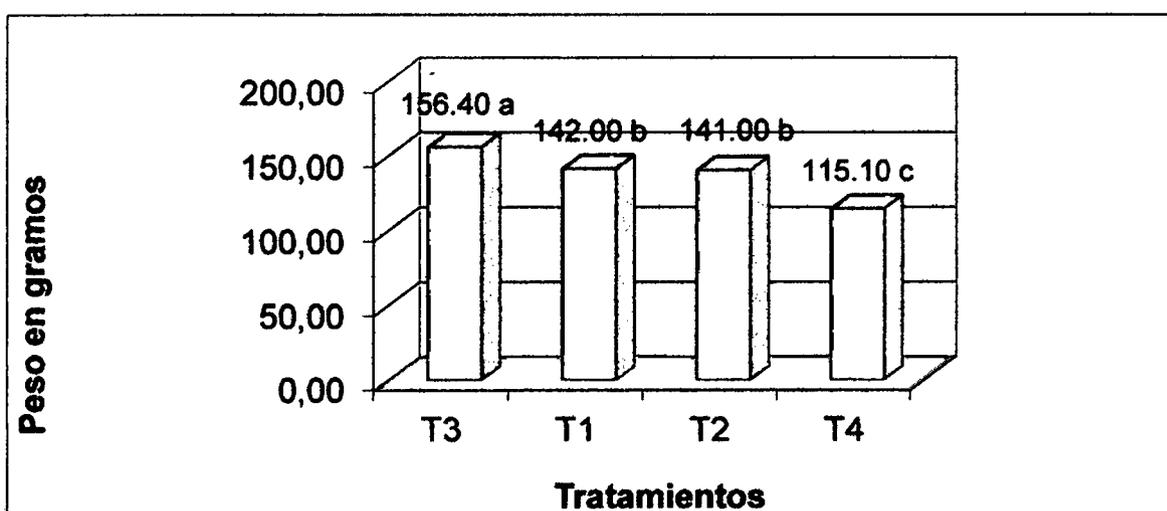


Gráfico 9: Prueba de Duncan para el Peso en Gramos de la Cosecha por Maceta.

Los resultados de la prueba de Duncan para el peso en gramos de la cosecha por maceta (Gráfico 9), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T3, con 156.40 g obtuvo mayor peso de planta por maceta y el tratamiento T4 con 115,10 g, registró la menor peso de plantas por maceta.

5.4. Respuesta del cultivo de la cebolla china a campo experimental.

Cuadro 15: Análisis de varianza para el número de bulbos sanos por mata enferma.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Bloques	3	5,16	1,72	11,18	**
Tratamiento	3	0,15	0,05	0,34	NS
Error	9	1,38	0,15		
Total	15	6,70			

** : Altamente significativo

NS : No significativo

$\bar{X} = 0,39$

$R^2 = 79,00\%$

C.V = 14,43%

Los resultados del Análisis de varianza para el número de bulbos sanos por mata enferma (cuadro 15), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R^2 de 79,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 14,43 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

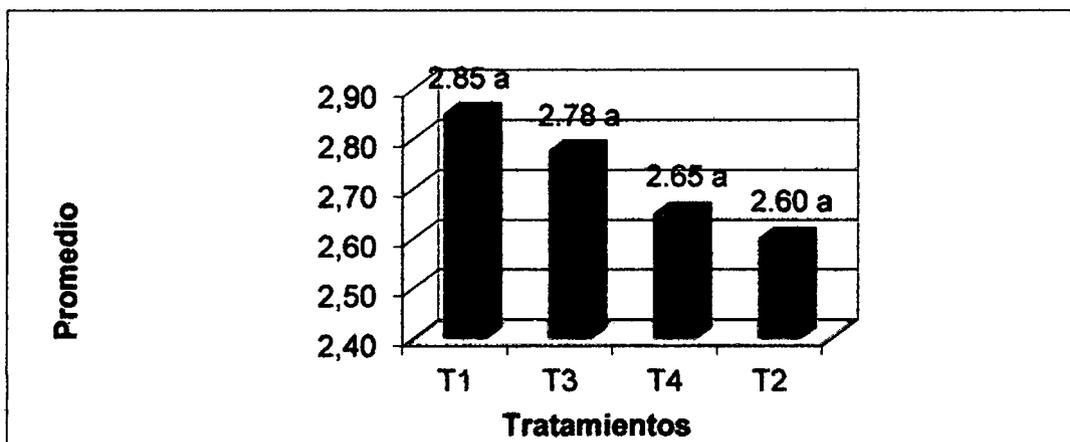


Gráfico 10: Prueba de Duncan para el promedio de bulbos sanos por mata enferma

Los resultados de la prueba de Duncan para el promedio de bulbos sanos por mata enferma (Gráfico 10), nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T1, con 2,85 plantas obtuvo mayor número de bulbos por planta y el tratamiento T2 con 2,60 plantas registró la menor número de plantas por maceta.

Cuadro 16: Análisis de varianza para rendimiento Kg.ha⁻¹.

F de V.	GL	SC	CM	F c.	Signf.
Bloques	3	5150,00	1716,67	0,53	NS
Tratamiento	3	185046050,00	61682016,67	19142,69	**
Error	9	29000,00	3222,22		
Total	15	185080200,00			

** : Altamente significativo

NS : No significativo

X= 56,74

R²= 99,00%

C.V= 0,46%

Los resultados del Análisis de varianza para rendimiento Kg.ha⁻¹. (Cuadro 16), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El coeficiente de determinación R² de 99,00 %, nos da alta homogeneidad con respecto a la evaluación realizada, su coeficiente de variabilidad de 0,46 % es óptimo para trabajos en invernadero (Calzada 1970).

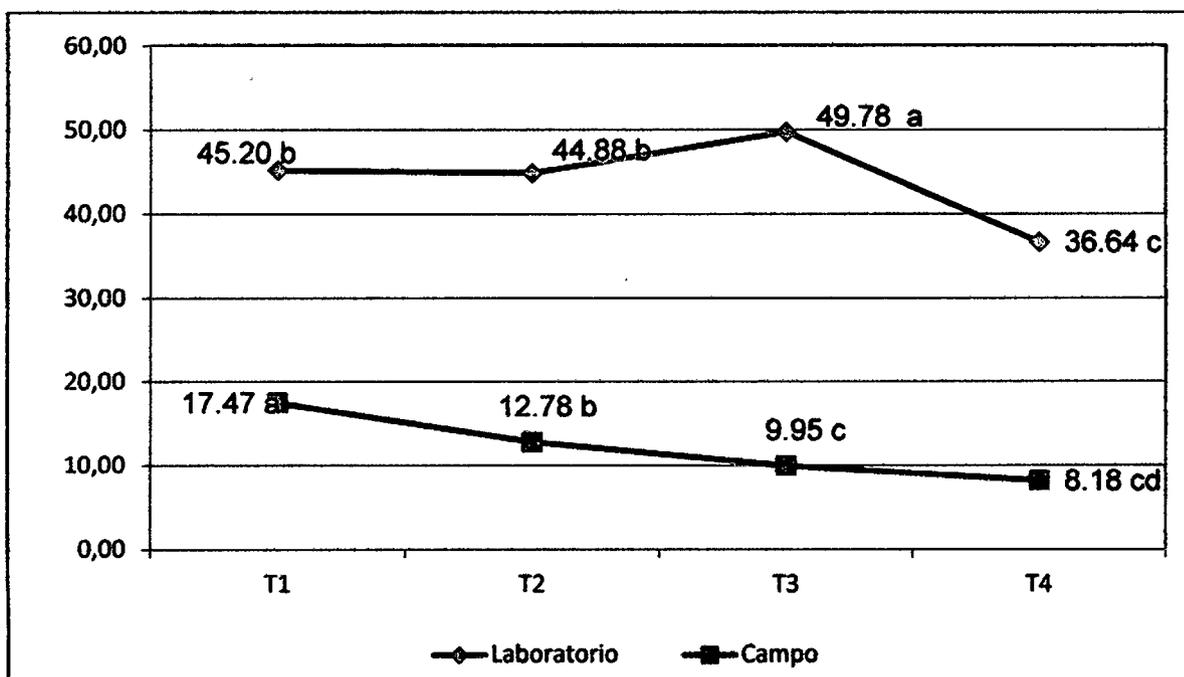


Gráfico 11: Prueba de Duncan para rendimiento en TM.ha⁻¹ en la fase de laboratorio y campo.

VI. DISCUSIÓN

6.1 De las enfermedades marchitez de la cebolla china

Según los síntomas, características de aislamiento, la prueba de patogenicidad y su epidemiología, nos indican que el agente causal fue identificado como *Fusarium oxysporum*, cuyos síntomas presentaron un crecimiento achaparrado de la planta, clorosis de la hoja, produciéndose desecamiento de las hojas, y las raíces de las plantas infectadas presentaron un color castaño a castaño oscuro, traduciéndose en un pobre desarrollo de las raíces y por consiguiente del crecimiento estructural de la planta.

Todos estos síntomas coinciden con los observados en las plantas que sirvieron de base para realizar los ensayos a nivel de laboratorio e invernadero cuyas semillas procedieron de la ciudad de Chiclayo y de Lamas y con aquellos señalados por Barnett and Hunter (1991), Maude (1990) y Havey (1995).

Es importante indicar que los resultados obtenidos tienen similitud con lo descrito por Entwistle (1990); Havey (1995) y Habawi and Lorbeer, (1972), quienes mencionan que el hongo es principalmente transmitido por los trasplantes infectados, principalmente por desecho de cosecha y el material de propagación. Según estos resultados en nuestra región no contamos con semilla vegetativa sana que nos garantice obtener plantaciones con buenos rendimientos y calidad de cosecha, por otra parte se está diseminando e infestando continuamente los campos de nuestros horticultores.

6.2. Incidencia y severidad de la enfermedad marchitez.

La incidencia y severidad de la enfermedad observados en los resultados de los cuadros 4, 5, 6, 7, 8 y 9, nos muestran diferencia estadística de significativa a altamente significativa entre tratamientos, indicándonos que la enfermedad está dispersado en el campo. Los gráficos 1, 2, 3 y 4 nos muestran los resultados de la prueba de Duncan donde se observa que existe diferencia estadística entre los tratamientos estudiados; teniendo mayor incidencia y severidad a nivel de macetas en invernadero y en las parcelas experimentales a nivel de campo, en donde el tratamiento T4, seguido del tratamiento T3 con grados entre 4 y 5 (más de 50 % y 75 %) de severidad de plantas afectadas por matas enfermas.

El tratamiento T1, registró menor incidencia y severidad de la enfermedad marchitez de la cebolla china, y estuvo relacionado con el efecto térmico aplicado, que incremento el contenido de proteínas (Sharaf y Farrag, 2004), esta resistencia inducida, fue una respuesta fisiológica del aumento de la capacidad defensiva, que desencadenó protección contra posteriores desafíos bióticos y contra una amplia gama de pestes, apreciaciones concordante con lo que indica Choudhary, 2007; Heil, 2002.

La explicación de los tratamiento que tienen una mayor incidencia de la marchitez de la cebolla china, se traduce que la enfermedad ingresa en semillas procedente de Chiclayo - Lambayeque (Entwistle, 1990); por lo tanto, se debe realizar prácticas de manejo de la enfermedad, tales como limpieza de catafilos secos, eliminación de raíces secas, eliminar bulbos podridos, realizar terapia de la semilla y protección con fungicidas (Agrios 2005 y Mont 2000); por otro lado, como no se

cuenta con semilla certificada en el Perú, se puede utilizar semilla común que se introduce de otras regiones o de lo contrario antes de propagar en campo de los horticultores es necesario someter al control legal a través de la cuarentena, para eliminar toda planta que muestre la enfermedad y solo cosechar los bulbos sanos.

El análisis de varianza para el número de discos afectados (cuadro 10), nos indica que existe diferencia significativa entre bloques y los tratamientos observados.

En el gráfico 5, la prueba de Duncan nos indica que existe diferencia estadística entre los tratamientos, teniendo mayor infección el tratamiento 4 con 67,94 %. La infección estuvo relacionada por los síntomas aparecidos en la variable de porcentaje de discos afectados, como consecuencia de la enfermedad de la marchitez de la cebolla, que es un hongo muy prolífico y muy abundante en las zonas tropicales, debido a que presenta variabilidad de mecanismos de defensa las cuales vencen los mecanismos de defensas de muchas plantas, explicando de esta manera el porcentaje obtenido (Bosland, 1988; Gonzales *et al*, 2000). Básicamente se traduce que las semillas de cebollas chinas procedentes de la ciudad de Lamas no son recomendables para usar como semilla común para propagación; las semillas procedentes de Chiclayo tienen menor infección como se muestra en los tratamientos 1 y 2 (30,88 y 45,44 %). Esta observación nos manifiesta que los tratamientos con hidroterapia, reducen la incidencia en los tratamientos 1 y 3 respectivamente.

6.3. De las variables evaluados de la cebolla china a nivel invernadero

a. Número de plantas por macetas a 10 días después de la siembra.

El análisis de varianza para el número de plantas por mata en maceta (cuadro 11), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos estudiados. En el gráfico 6, de la prueba de Duncan, se observó que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, el mayor número de plantas por mata en maceta obtuvo el tratamiento 2 con 25,75 plantas/mata, superando estadísticamente a los tratamientos 1, 3 y 4. A esta edad de plántula no se observó síntomas de marchitez de la hoja por la enfermedad; la diferencia observada se debe al tamaño y calidad del bulbo de la cebolla china y por consiguiente a su vigorosidad y mecanismos de defensa que determinaron el mayor número de plantas (Lugo, 2000; Sharaf y Farrag, 2004; Choudhary, 2007; Speth, 2007).

b. Altura de hoja acicular en maceta.

La repuesta del análisis de varianza para la altura de hoja acicular en maceta (cuadro 12), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos.

En el gráfico 2, se observa que el tratamiento 1 obtuvo la mayor altura de la hoja acicular con 28,61 cm, diferenciándose estadística de los demás tratamientos, el tratamiento 2 con 27,15 cm ocupó el segundo lugar, mientras que los tratamientos 3 y 4 ocuparon el tercer lugar sin diferencia estadística significativa alguna.

La enfermedad reduce la altura de la planta, porque algunas raíces de las se infectan tardíamente y no se observa síntomas de marchitez al momento de la cosecha.

La mayor altura de planta observada en el tratamiento 1, estuvo relacionada con la aplicación de termoterapia, y que se correlacionó con la mayor producción de metabolitos secundarios que tienen una función en el incremento de la tolerancia del *fusarium oxysporum* en las plantas de la cebolla china (Sharaf y Farrag, 2004). Sugiriendo, que las semillas vegetativas de cebolla china procedente de la ciudad Chiclayo - Lambayeque, al no tener mayor infestación e infección, tiene mejor crecimiento que las semillas obtenidas en el mismo campo del agricultor, por lo tanto es necesario que los horticultores obtengan semillas de procedencia conocida y con garantía para evitar introducción de enfermedades.

c. Número de plantas por maceta.

La respuesta del análisis de varianza para el número de plantas por maceta (cuadro 6), nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos estudiados.

En el gráfico 3, se muestra que el tratamiento 1, obtuvo el mayor número de plantas por maceta con 28,00 plantas, seguido del tratamiento 2 que obtuvo 26,70 plantas, respecto a los tratamientos 3 y 4, los cuales alcanzaron 19,80 plantas y 12,30 plantas respectivamente. El mayor número de plantas obtenida es una indicación de la buena performance fotosintética de la planta, de la

vigoresidad, trayendo como consecuencia un crecimiento estructural de la planta y un mayor número de plantas (Speth *et al*, 2007).

d. Peso en gramos de la cosecha por maceta.

En análisis de varianza para el peso en gramos de la cosecha por maceta (cuadro 7), nos revela que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos observados.

El gráfico 4, nos muestra que el tratamiento 1 el que alcanzó mayor peso en gramos de la cosecha por maceta con 142.00 gramos, seguidos por los tratamientos 2 y 3 que no tienen diferencia estadística con pesos de 141.00 y 130.00 gramos, respectivamente, siendo el tratamiento 4 el que obtuvo el menor peso en 115,10 gramos.

El mayor peso en gramos de la cosecha por maceta, nos informa que en el tratamiento 1, disminuyó el accionar de la fuente del inóculo del hongo *Fusarium oxysporum*, como consecuencia, las raíces incrementaron su crecimiento y absorbieron mayor cantidad de sales minerales, aunado con la humedad existente en el suelo, afectando en un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo, especialmente las hojas, que capitalizó la energía radiante, con la finalidad de producir una mayor conversión de fotosintatos, derivándose para que los bulbos del cultivo de la cebolla china (Holdridge, 1984; Sharaf y Farrag, 2004)

6.4. De las variables evaluadas a nivel de campo experimental.

a. Número de bulbos sanos.

En el análisis de varianza (cuadro 9), se observa que existe diferencia altamente significativa entre bloques, esto nos indica que la randomización permitió mejorar la respuestas en el campo.

Mientras que la prueba de Duncan, se nota claramente la diferencia estadística entre los tratamientos 1 con 2,85 unidades de bulbos sanos/mata, seguido del tratamiento 3 con 2,78 unidades de bulbos sanos, es claro notar que los tratamientos 2 y 4 obtuvieron menor número de bulbos sanos, indicando que tuvieron mayor infección en bulbos. Los tratamientos que obtuvieron mayor número de bulbos sanos, estuvieron directamente relacionados por la termoterapia aplicada que desencadenó mayor protección, induciéndole sutiles cambios en la expresión de los genes en zonas no infectadas de la misma (Speth *et al*, 2007).

En los tratamientos que obtuvieron menor número de bulbos sanos, se relacionó porque el *Fusarium Oxysporum* fue capaz de secretar enzimas y proteína, que promovió la colonización del hospedante y disminuyó la supresión de los mecanismos de resistencia ya sea en el tallo, hojas, bulbos y raíces del cultivo de la cebolla china (Bosland, 1988; Gonzales, Arias y Peteira, 2012; Rodríguez *et al.*, 2007; Lugo, 2000; Houterman *et al.*, 2007; Speth *et al.*, 2007; Speth *et al.*, 2007).

b. Rendimiento en Kg.ha⁻¹.

En el análisis de varianza (cuadro 15), se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos.

En la prueba de Duncan, se nota claramente la diferencia estadística entre los tratamientos estudiados, reportando el tratamiento T1 peso de 17,397.50 Kg.ha⁻¹, calificado como uno de los mejores tratamientos en estudio que supero los rendimiento obtenidos por Valdez 1999 de 16 400 Kg.ha⁻¹, seguido del tratamiento 2 con 12,775.00 Kg.ha⁻¹, explicándonos que las semillas procedentes de la Ciudad de Chiclayo tiene menor infección de *Fusarium oxysporum*, haciéndose efectiva la técnica de hidroterapia que reduce satisfactoriamente la incidencia de *Fusarium oxysporum*. Además, se observó que a nivel de la incidencia y severidad están por debajo del 10 % pero mayor de 5 % de matas o plantas afectadas.

Los rendimientos en maceta a nivel de invernadero superan en más 200 % al rendimiento en campo, por que se tuvo mayor densidad de siembra, condiciones buena dotación de abonos, riego dos veces al día y sin competencia de malezas.

VII. CONCLUSIONES.

- 7.1** El agente causal de la marchitez de las hojas en el cultivo de *Allium fistulosum* en Lamas, es el hongo *Fusarium oxysporum* y se disemina a través de semilla vegetativa proveniente de las ciudades de Chiclayo – Lambayeque y Lamas – San Martín.
- 7.2.** La menor incidencia y severidad de la marchitez de la cebolla china se observó en el tratamiento 1 (semillas vegetativas aplicadas el principio de erradicación y terapia).
- 7.3.** Se obtuvo mayores valores en altura de hoja acicular (cm), número de plantas, peso de cosecha (g) en el tratamiento T1, en la siembra en macetas en el invernadero.
- 7.4.** Se obtuvo mayor número de plantas por matas en el tratamiento T2 con 25.75 plantas, en la siembra en macetas en el invernadero.
- 7.5.** Se obtuvo mayores bulbos sanos y mayor rendimiento a la densidad de siembra de 501 501 bulbos.ha⁻¹, con el tratamiento T1 (17,397.50 Kg.ha⁻¹), en las parcelas experimentales a nivel de campo en Lamas.

VIII. RECOMENDACIONES.

- 8.1. Las semillas vegetativas de cebolla china procedentes de otras regiones deben ser limpiadas y realizar tratamientos hidrométricos para reducir la enfermedad.**
- 8.2 En plantaciones futuras se debe sembrar con semillas asexuales para evitar la diseminación de enfermedades radiculares de la cebolla china.**

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abawi, G. S. and J. W. Lorbeer. (1972). Several aspects of the ecology and pathology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Phytopathology* 62:870-876.
2. Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. 5th Edition. Editorial ELSEVIER, Paul Minnesota USA. 938pp.
3. Ascencio-Álvarez, A. V. (2008). Marchitez Vascular del Tomate: I Presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. , 114-120.
4. Barnett, H. L. and Hunter, B. B. (1972). *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* 3th Edition Burges, Publishing Company Printed United State Of America 180 pp.
5. Bosland, P. W. (1988). *Fusarium oxysporum* a pathogen of many plant species. *Advances in plant pathology*. 6: 281- 289.
6. Booth, C. (1970). *Fusarium oxysporum* CMI descriptions of plant pathogenic fungi and bacteria. No. 211. Commonwealth Agricultural Bureaux. London.
7. Cai, G., Gale, I. R., Scheider, R. W., Kistler, H. C., Davis, R. M., Elias, K. S., and Miyao, E. M. (2003). Origin of race 3 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* at a single site in California. *Phytopathology* 93:1014–1022.
8. Camasca, A. (1994). *Horticultura Práctica*. Primera edición, Editado por CONCYTEC. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú 4, 41 p.
9. Carrillo-Fasio, J. (2003). Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder y Hansen, en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el valle de Culiacán Sinaloa, México. *Revista de Fitopatología*., 123-127.

10. Casseres, E. (1984). Producción de Hortalizas. 2da edición. IICA. San José Costa Rica. 386 p.
11. Chisholm, S. T. Coaker, G. Day, B. Staskawicz, B. J. (2006). Host-microbe interactions: shaping the evolution of the plant immune response. *Cell*. 124: 803-814.
12. Choudhary, K. P. (2007). Induced systemic resistance (ISR) in plants: mechanism of action. *Indian J. Microbiol*, 289-297.
13. Commonwealth Mycology Institute C.A.B. (1991). Manual de Patólogos Vegetales. Oficina Regional de la FAO, Para América Latina. Segunda Edición. Printed Great Britain. 436p.
14. Douglas, D. (1984). Manual de Horticultura para el Perú. Editorial Manfer. Vol. II. Barcelona – España.
15. Ellis, M. B. (1971). Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
16. Entwistle, A. R. (1990). Root diseases. Pp. 103-154 in *Allied Crops. Volume II* (H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster, Eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
17. Espasa, C. (1979). Enciclopedia Universal Ilustrada. Europeo Americano. Tomo XII. Madrid Barcelona, Impreso en España. 799 p.
18. Everts, K. L. and Larcy, M. L. (1990). The influence of dew duration, relative humidity and leaf senescence on conidial formation and infection of onion by *Alternaria porri*. *Phytopathology* 80:1203 – 1207.
19. Farr, D. F.; Billis, G. F.; Chamuris G. P and Rossman, A. (1989). *Fungi on Plants and Plant Products in the United States*. APS Press, St. Paul, MN, USA.

20. García, M. (1978). *Patología Vegetal Práctica*. 4ta Reimpresión. Editorial LIMUSA. México.
21. Garcés de Granada, E. Orosque de Amesquiza. Bautista, G. R. (2001). *Fusarium oxysporum*. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 6 No. 1. <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/V6N1/Art1V6N1.pdf>
22. Garret, S. D. (1977). *Pathogenic root infecting fungi*. Cambridge press. 294p.
23. González, I. Arias, Y. y Peteira, B. (2012). Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* Tomate. *Rev. Protección Veg.* 27:1 La Habana – Cuba. Gonsalves, A. 2000. *Fusarium oxysporum*. University of Hawaii at Manoa, extension. *Plant Pathology*. , 1-3.
24. Havey, M. J. (1995). *Fusarium basal plate rots*. In *Compendium of Onion and Garlic Diseases*. (H.F. Schwartz and S.K. Mihan, Eds.). APS press, St. Paul, MN, USA. Pp. 10 –11.
25. Holdridge, R. (1978). *Ecología Basada en las Zonas de Vida*. Editorial MCA, San José de Costa Rica.
26. Houterman, P. M, Speijer, D. Dekker, H. L, de Koster, C. G, Cornelissen, B. J. C, Rep, M. (2007). The mixed xylem sap proteome of *Fusarium oxysporum* infected tomato plants. *Mol Plant Pathol.* 8:215-221.
27. Jones, H. (1963). *Onions and Their Allies Botany Cultivation and Utilization*. London/ Leonard Hill (Books). Limited Inter science Publisher New York.
28. Jones, J. Dangi, J. L. (2006). The plant immune system. *Nature.* 444: 323-329.
29. Lugo, C. N. (2000). Características culturales y patogénicas en aislamiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* procedentes de plantaciones comerciales de tomate. *Agronomía Tropical*, 519-530.

30. Mai, W. and Abawi, G. (1987). Interactions among root knot nematodes and *Fusarium* wilt fungi on host plant. *Annu. Rev. Phytopathology* 25:317-338.
31. Mont. R. (2002). Manejo Integrado de las enfermedades de las plantas. SENASA. Lima, Perú. 163 p.
32. Maroto, J. V. (1986). Horticultura Herbácea Especial. 2da Edición. Ediciones Mundi –Prensa Madrid – España. 590 p.
33. Miller, S. R. (2008). *Fusarium* and *Verticillium* wilts of tomato, potato, pepper, and eggplant. The Ohio state university., 1-4.
34. Mostacero, L. J. y Mejía, C. F. (1993). Taxonomía de Fanerógamas Peruanas. CONCYTEC. Trujillo – Perú.
35. Nelson, P. E., Tammen, R. y Baker, R. (1981). Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. 51-80. In M. E. Mace, A: A: Bell and C. C. H. Beckman. (Eds.). *Fungal wilt diseases of plants*. Academic Press. New York.
36. Olutiola, P. (1978). Growth, sporulation and production of pectic and cellulolytic enzymes in *Fusarium oxysporum*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 70(1): 109-114.
37. Pérez, J. (1979). Determinación de la Dosis Óptima de Caliza en Suelo de Iquitos. Usando planta Indicadora Cebolla China. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 110 p.
38. Rodríguez, D. A, y Montilla, J. O. (2002). Disminución de la marchitez causada por *Fusarium* en tomate con extracto de *Citrus paradisi*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*.63:46-50.
39. Sands, D. C., Ford, E. J., Miller, R. V., Sally, B. K., Mccarthy, M. K., Anderson, T. W., Weaver, M. B., Morgan, C. T., Pielgeram, A. L. y Darlington, L. C. (1997).

Characterization of a vascular wilt of *Erythroxylum coca* caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli* forma especialis nova. Plant disease 81: 501- 504

40. Sarli, A. 1980. Horticultura Ed. Omega Barcelona España.
41. Sharaf, E. F. y Farrag, A. A. (2004). Induced resistance in tomato plants by IAA against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Pol J Microbiol. 53(2):111-116.
42. Speth, E. B.; Lee Y. N.; Heil, S. Y. (2007). Pathogen virulence factors as molecular probes of basic plant cellular functions. Curr Opin Plant Biol. 2007; 10: 580-586.
43. Sharma, R. C. and Sanjeev Sharma. (1999). Fungal Disease of Onion and Garlic in India. Disease of Horticulture Crops–Vegetables, Ornamentals and Mushrooms. Editors L. R, & R. C. Sharma. Indus Publishing. Co New Delhi pp. 350-369.
44. Toussoun, T. A. and P. E. Nelson. (1968). A Pictorial Guide to the indentations of *Fusarium* species according to taxonomies System Snyder and Hansen. Pennsylvania State University. Press. United State of América. 20 pp.
45. Vargas, S. V. R. (1996). Cultivo de Cebolla China en Sustrato Mejorado. Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 65 p.
46. Valdez, J. (1999). Evaluación de Cuatro Densidades de Siembra en los Rendimiento de Cultivo de Cebolla China (*Allium fistulosum* L.) Variedad Criolla Nacional en el Bajo Mayo. Tesis de Título profesional. Universidad Nacional de San Martín. 41 p.

X. RESUMEN

El objetivo fue evaluar la incidencia y severidad de enfermedad fungosa en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum*) bajo el efecto de la erradicación e hidroterapia. El ensayo realizamos en el campo hortícola "Fundo el Pacifico" y en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), empleando el diseño de bloques completamente randomizado conformado por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. En la fase de laboratorio se obtuvo mayor número de plantas por mata en el tratamiento T2 con 25.75, mayor altura de hoja acicular en el tratamiento T1 con 28.61 cm, mayor número de plantas en el tratamiento T1 y mayor peso de cosecha en el tratamiento T1 con 142 g. En campo se obtuvo 67.94 % de discos afectados en el tratamiento T4, el número de bulbos sanos por mata no influyó significativamente, asimismo se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento T1 con 1.7467 kg/ha. Se concluye que el tratamiento hidrotérmico reduce la incidencia de enfermedades fungosas.

Palabras claves: *Allium fistulosum*, erradicación, fitoterapia, incidencia, severidad, enfermedades fungosas.

XI. SUMMARY

The objective was to assess the incidence and severity of fungal diseases in the cultivation of china onion (*Allium fistulosum*) under the effect of eradication and hydrotherapy. The trial was conducted in the horticultural field "Pacific Fund" and the Plant Health Laboratory of the University National of San Martín (UNSM), using the completely randomized blocks design consisting of four treatments and four replications. In the laboratory phase showed higher number of plants per mat for T2 to 25.75, the tallest in the acicular leaf T1 to 28.61 cm, greater number of plants in the T1 and major crop in the treatment T1 with 142 g. Field was a 67.94% of affected discs in the treatment T4, the number of healthy bulbs kills not influenced significantly, also resulted in a higher yield for T1 with 1.7467 kg / ha. It is concluded that the hydrothermal treatment reduces the incidence of fungal diseases.

Key words: *Allium fistulosum*, eradication, phytotherapy, incidence, severity, fungal diseases.