

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN
LA MARCHITEZ DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN
EL DISTRITO DE MAGDALENA – CHACHAPOYAS –
AMAZONAS.**

Autor: Bach. Emilser Chuquimbalqui Chichipe

Asesor: Ing. Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Co asesor: D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN
LA MARCHITEZ DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN
EL DISTRITO DE MAGDALENA – CHACHAPOYAS –
AMAZONAS.**

Autor: Bach. Emilser Chuquimbalqui Chichipe

Asesor: Ing. Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Co asesor: D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios que me ha brindado la sabiduría, salud, la vida, para así llegar a lograr mis metas y la oportunidad para lograr este sueño tan anhelado.

A mis padres: Orlando Chuquimbalqui Culqui y Eunice Chichipe Torrejón, quienes siempre han buscado mi felicidad por encima de ellos y que con esfuerzo me brindaron la oportunidad de realizarme como profesional.

A mis hermanos por ser mis amigos y estar en los buenos y malos momentos y por sus consejos permanentes para siempre seguir adelante.

A mis amigos por ser tan leales, colaboradores y el apoyo incondicional que me brindaron en toda la carrera universitaria.

Emilser Chuquimbalqui Chichipe

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y en particular a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, por los conocimientos teóricos prácticos recibidos y la formación profesional.

Al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), el cual tiene a su cargo al Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal.

A todos los profesores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la UNTRM, al *D. Sc.* Pedro Javier Mansilla Córdova y en especial al Ing. *Ms.* Santos Triunfo Leiva Espinoza por su apoyo como asesor de la presente investigación.

A los investigadores, co-investigadores, tesisistas y trabajadores del Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal de la UNTRM.

A mis padres por ser el motor de mi vida.

A todas las personas que han formado parte de mi vida profesional quiero darles las gracias por su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

Vicerrectora de Investigación

Ing. *MSc.* ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

**Decano de la Facultad de Ingeniería
y Ciencias Agrarias**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El Docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), **Ing. Ms Santos Triunfo Leiva Espinoza**, profesor nombrado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN LA MARCHITEZ DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN EL DISTRITO DE MAGDALENA – CHACHAPOYAS – AMAZONAS**. Del tesista **Bach. Emilser Chuquimbalqui Chichipe**, egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A).

El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis antes mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, abril del 2019



Ing. Ms. Santos Triunfo Leiva Espinoza
Asesor

VISTO BUENO DEL CO – ASESOR

El **D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova**, profesor contratado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: **DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN, A LA MARCHITEZ DE LA TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN EL DISTRITO DE MAGDALENA – CHACHAPOYAS – AMAZONAS – 2018**. Del tesista **Bach. Emilser Chuquimbalqui Chichipe**, egresado de la Carrera Profesional de Ingeniería agrónoma de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A).

El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis antes mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, abril del 2019



D. Sc. Pedro Javier Mansilla Córdova

Co-asesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Ing. GUILLERMO IDROGO VÁSQUEZ

PRESIDENTE



Ing. Mg. LIZETTE DANIANA MÉNDEZ FASABI

SECRETARIO



D. Sc. JUAN CARLOS GUERRERO ABAD

VOCAL



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 25 de ABRIL del año 2019, siendo las 17:00 horas, el aspirante: EMILSER CHUQUIMOLQUI CHICHIPE defiende públicamente la Tesis titulada: "DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN LA MARCHITEZ DE LA TARA (Carpalpinia spinosa) EN EL DISTRITO DE MAGDALENA - CHACHAPOYAS - AMAZONAS" para optar el Título Profesional en INGENIERO AGRÓNOMO otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:
 Presidente: ING. GUILLERMO FERRER VÁSQUEZ
 Secretario: ING. Mg. LIZETTE DANIANA MENDEZ FASABI
 Vocal: D. Sc. JUAN CARLOS GUERRERO ABAD



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideraran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado (X) No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 19:00 horas del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.

 PRESIDENTE
  SECRETARIO
  VOCAL

OBSERVACIONES:

.....

.....



ANEXO 3-K

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL**

Yo EMILSER CHUQUIMBALQUI CHICHIPE
identificado con DNI N° 72805563 Estudiante()/Egresado (x) de la Escuela Profesional de
INGENIERÍA AGRÓNOMA de la Facultad de:
INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: DETERMINACIÓN DE FACTORES QUE FAVORECEN
LA MARCHITEZ DE LA TARA (Coccospinia spinosa) EN EL DISTRITO DE MAGDALENA
CHACHAPOYAS - AMAZONAS.



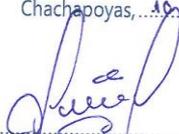
..... que presento para
obtener el Título Profesional de: INGENIERO AGRÓNOMO

- 2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- 3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- 4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 10 de abril de 2019


.....
Firma del(a) tesista

ÍNDICE

	pag.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS	vi
VISTO BUENO DEL CO – ASESOR	vii
JURADO EVALUADOR DE TESIS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. Característica básica de la investigación.	20
2.1.1. Tipo y ubicación del lugar donde se realizó la investigación.....	20
2.2. Características del área de investigación.	21
2.3. Material experimental.	21
2.4. Materiales utilizados.	21
2.5. Diseño de la investigación	22
2.5.1. Factores en Estudio.....	22
2.6. Población y muestra.....	22
2.6.1. Población:	22
2.6.2. Muestra:	22
2.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento.	23
2.7.1. Técnicas de recolección de datos.....	23

2.7.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	24
2.7.3.	Descripción y distribución de los sectores evaluados.	24
2.8.	Variables de estudio y su metodología de evaluación	25
2.8.1.	Identificación de parcelas.	25
2.8.2.	Recolección de muestras de suelo para el análisis de materia orgánica y concentración de carbono - nitrógeno.	25
2.8.3.	Recolección de muestra de raíz de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) para la caracterización morfológica del fitopatógeno causal de la marchitez de la tara.	26
2.9.	Procedimiento metodológico	26
2.9.1.	Recolección de datos.	26
2.9.2.	Evaluación de la temperatura y humedad relativa para establecer relación entre la incidencia de marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).	26
2.9.3.	Determinación de materia orgánica y concentración de carbono/nitrógeno.....	27
2.9.4.	Evaluación de Incidencia de marchitez en plantas de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	27
2.9.5.	Caracterización morfológica del fitopatógeno probablemente causante de la marchitez de la tara.....	28
2.9.6.	Test de patogenicidad.	29
2.10.	Análisis de datos	31
III.	RESULTADOS.....	32
3.1.	Determinación de los niveles de incidencia de la marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) por sectores.....	32
3.2.	Comparación de temperatura por sectores tomadas en los meses de setiembre, octubre y noviembre en el distrito de Magdalena.	33
3.3.	Comparación de humedad relativa por sectores tomadas en los meses de setiembre, octubre y noviembre en el distrito de Magdalena.	34

3.4.	Correlación entre la temperatura y humedad relativa respecto a la incidencia de marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	34
3.5.	Correlación entre la materia orgánica, carbono y nitrógeno respecto a la incidencia de marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	35
3.6.	Caracterización morfológica.....	36
3.7.	Test de patogenicidad.....	38
IV.	DISCUSIÓN	39
V.	CONCLUSIONES	41
VI.	RECOMENDACIONES.....	42
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
	ANEXOS 1:	44
	ANEXO 2. Galería de fotografía	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de correlación entre la temperatura, humedad relativa y la incidencia de marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) en ocho sectores.	35
Tabla 2. Nivel de correlación entre la materia orgánica, carbono, nitrógeno y la incidencia de marchitez (<i>Caesalpinia spinosa</i>) en ocho sectores.	35
Tabla 3. Comparación Tukey para el nivel de incidencia por sectores.	44
Tabla 4. Análisis de varianza por sectores.....	44
Tabla 5. Ficha de evaluación de M.O, C y N.....	45
Tabla 6. Data de origen que corresponden al número de plantas de tara con presencia de marchitez de la tara.	46
Tabla 7. Data de origen que corresponden a promedios de la evaluación de temperatura y humedad relativa.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio. (A). Departamento de Amazonas. (B). Distrito de Magdalena. (C). Sectores de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) en estudio.....	20
Figura 2. Identificación y distribución de ocho sectores definidos de acuerdo a la altitud, accidentes geográficos y con plantas de tara con presencia de marchitez.....	24
Figura 3. Distribución de plántones de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) para el test de patogenicidad.	30
Figura 4. Determinación de los niveles de incidencia por sectores.	32
Figura 5. Conglomerado de porcentaje de marchitez de la tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) por sectores.....	33
Figura 6. Temperatura en °C, tomadas en ocho sectores de plantaciones de tara (<i>Cesalpinia spinosa</i>) en el distrito de Magdalena.....	33
Figura 7. Humedad relativa en porcentaje (%), tomadas en ocho sectores de plantaciones de tara (<i>Cesalpinia spinosa</i>) en el distrito de Magdalena.	34
Figura 8. (A). Aislamiento de muestras de raíz de tara. (B). Desarrollo del fitopatógeno en medio de cultivo. (C). Estructura de <i>Fusarium sp.</i> según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (D). Imágenes observadas de <i>Fusarium sp.</i> en microscopio invertido con fluorescencia.	37
Figura 9. (A). Micelio de <i>Fusarium sp.</i> (B). Inoculación del micelio de <i>Fusarium sp.</i> mediante discos. (C). Plántones con síntomas del problema (D). Planta con síntomas de marchitez en campo.	38
Figura 10. Instalación de termo higrómetro (Data Logger).....	49
Figura 11. Evaluación de incidencia de la marchitez de la tara.....	49
Figura 12. Muestreo para análisis de suelo.....	50
Figura 13. Aislamiento mediante muestras de raíz de tara.	50
Figura 14. Inoculación en raíces primarias de tara mediante discos de PDA contenidos con micelio de <i>Fusarium sp.</i>	51
Figura 15. Micelio de <i>Fusarium sp.</i> de 15 días de crecimiento.....	51
Figura 16. Planta de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) con síntomas de marchitez.	52
Figura 17. Plántones de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) con síntomas de marchitez.....	52

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar los factores que favorecen la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) en el distrito de Magdalena Provincia de Chachapoyas, Amazonas. Se desarrolló en plantas de tara ubicadas en el distrito de Magdalena y en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNTRM. Donde la variable dependiente en estudio para la evaluación fue la incidencia y como variables independientes fueron la temperatura, humedad relativa, materia orgánica, concentración de C/N, fitopatógeno y síntomas relacionados con la marchitez de la tara. La investigación presentó un diseño descriptivo correlacional. Para el análisis de los factores evaluados para determinar cuál de ellos influyen en la incidencia de la marchitez se empleó la Correlación de Pearson, análisis de varianza, se realizó la prueba de comparación de Tukey al 5% de significación. Con la caracterización morfológica del fitopatógeno que ocasiona la marchitez de la tara se caracterizó a *Fusarium sp*, el cual fue corroborado realizando un test de patogenicidad en plántones de tara producidos en vivero, lo cual presentó gran similitud a los síntomas observados en plantaciones de tara instaladas en parcelas en producción, donde se determinó que el principal factor que influye en la proliferación de *Fusarium sp*. causante de la marchitez de la tara es la alta humedad relativa. Además en esta investigación se determinó que la materia orgánica, carbono y el nitrógeno no influye en la incidencia de *Fusarium sp*. en plantaciones de tara sembradas en el Distrito de Magdalena.

Palabras claves: Tara, Incidencia, caracterización morfológica, patogenicidad, *Fusarium sp*.

Abstract

The objective of this research work was to determine the factors that favor the wilt of the tara (*Caesalpinia spinosa*) in Magdalena district Province of Chachapoyas, Amazonas. It was developed in tara plants located in the district of Magdalena and in the Plant Health Laboratory of the UNTRM. Where the dependent variable under study for the evaluation was the incidence and independent variables were temperature, relative humidity, organic matter, concentration of C / N, phytopathogen and symptoms related to the wilt of tara. The research presented a descriptive correlational design. For the analysis of the factors evaluated to determine which of them influence the incidence of wilt, the Pearson Correlation was used, analysis of variance, the Tukey comparison test was performed at 5% significance. With the morphological characterization of the phytopathogen that causes the wilt of the tara, *Fusarium sp.* was characterized, which was corroborated by performing a pathogenicity test on tara seedlings produced in the nursery, which showed great similarity to the symptoms observed in tara plantations installed in plots in production, where it was determined that the main factor influencing the proliferation of *Fusarium sp.* The cause of the wilt of the tara is the high relative humidity. In addition, in this research it was determined that the organic matter and nitrogen do not influence the incidence of *Fusarium sp.* in tara plantations installed in the district of Magdalena.

Key words: Tara, incidence, morphological characterization, pathogenicity, *Fusarium sp.*

I. INTRODUCCIÓN

La tara o taya, un recurso del bosque propio de la biodiversidad nativa peruana, es una de las especies forestales más importantes del Perú. Sus frutos tienen numerosas propiedades, y sus derivados son utilizados en el campo de la medicina, textil, artesanía, industria del cuero y muchos más (Villanueva Mendoza, 2007).

En el distrito de Magdalena un constante incremento de la incidencia y severidad del síntoma del decaimiento de la tara (*Caesalpinia spinosa*), está llevando a la muerte a plantaciones, que en su momento fueron altamente productivas y representaron la principal fuente de ingresos para las familias. Esto se puede revertir fomentando el uso de estrategias de control sostenible y con el menor impacto económico y ambiental.

Según Delgado, (2013) en el Perú, las principales plagas y enfermedades que atacan a la tara (*Caesalpinia spinosa*), aún no están totalmente determinados y reportados; a la fecha se conoce: el pulgón negro (*Aphis craccivora* Koch 1854), queresá parda (*Coccus hesperidum* Linnaeus 1758), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), perforador y barrenador de tallos (*Spodoptera* sp.), salivazo (*Aenolamia* sp.) y ratas (*Rattus* sp.) y dentro de las enfermedades resaltan la oídiosis (*Oidium* sp.), chupadera fungosa (*Rhizoctonia* sp.) y fumagina (*Fumago* sp.).

En el Perú existen escasas investigaciones básicas relacionados a los problemas fitosanitarios en el cultivo de tara; sin embargo, existen experiencias del uso de la biotecnología que podría reprimir los problemas causados por patógenos e insectos en varios cultivos importantes (S. Leiva, comunicación personal, 11 de mayo de 2018). Si bien es cierto, existen experiencias exitosas que podrían contribuir con el control de plagas y enfermedades de otros cultivos, es necesario que, para el caso de la tara, se pueda dar inicio con la caracterización de los factores que ocasiona este principal problema fitosanitario que actualmente afronta.

La humedad, al igual que la temperatura, influye sobre el inicio y desarrollo de las enfermedades infecciosas de las plantas a través de varios mecanismos interrelacionados. Puede presentarse en forma de lluvia o agua de riego sobre la superficie de la planta o en torno a las raíces de ésta, como humedad relativa en la

atmósfera y como rocío. El efecto más importante de la humedad al parecer se centra sobre la germinación de las esporas de los hongos y sobre la penetración del tubo germinativo en el hospedante. (Agris G. , 1995)

El objetivo de la investigación fue determinar los factores que favorecen a la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), esto responde la necesidad de generar información y conocimiento que beneficie a los agricultores del distrito de Magdalena, sabiendo que es sumamente importante ya que ocasiona pérdidas económicas, también representará un valioso aporte para luego se desarrolle más investigaciones.

Por lo que la investigación se centró en determinar los factores que favorecen, a la presencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), que es hasta ahora el principal problema fitosanitario.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron: Determinar la relación existente entre la temperatura, humedad relativa, materia orgánica y la concentración de C/N con los fitopatógenos relacionados con la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), determinar los niveles de incidencia de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), caracterización del fitopatógeno relacionado con la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), y determinar los síntomas mediante un test de patogenicidad en plántones de vivero.

La evaluación en campo en parcelas de tara instaladas con el método de tres bolillo y cuadrantes, para obtención de datos de temperatura y humedad relativa se realizó a través de un termo higrómetro (*Data Logger*), programado para la toma de datos en un intervalo de 2 horas cada dos días instalados en los ocho sectores en estudio, la materia orgánica y la concentración de C/N fueron analizados en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

La caracterización morfológica del fitopatógeno relacionado con la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), se desarrolló mediante el método de aislamiento con muestras de raíz en el Laboratorio de Investigación en Sanidad Vegetal de la UNTRM, para la caracterización se consultó el libro de Barnett y Hunter donde se pudo apreciar estructuras claras e idénticas al fitopatógeno en estudio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Característica básica de la investigación.

En la investigación se aplicó técnicas de campo, con observaciones de temperatura y humedad relativa registradas cada dos días para determinar nivel de relación entre la incidencia y las variables de caracterización morfológica para lo cual se desarrolló en el laboratorio con observaciones diariamente. Presenta un diseño descriptivo correlacional, utilizando la técnica de observación directa. El trabajo se realizó en una asociación de variables donde se evaluó la relación de la temperatura, humedad relativa, materia orgánica y la concentración C/N con respecto a los datos obtenidos con la evaluación de incidencia de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), luego se caracterizó morfológicamente al fitopatógeno que ocasiona la marchitez de la tara mediante aislamiento de muestras de raíz, para lo cual se hizo comparaciones con estructuras observadas en el microscopio con estructuras morfológicas de hongos que ocasionan marchitamiento, para corroborar si es el agente causal de la marchitez de la tara del hongo en estudio se realizó un test de patogenicidad con plantones de tara de cuatro meses de edad en el vivero de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

2.1.1. Tipo y ubicación del lugar donde se realizó la investigación

La investigación se realizó en las parcelas de tara (Figura 1C) en el distrito de Magdalena (Figura 1B), provincia Chachapoyas región Amazonas (Figura 1A).

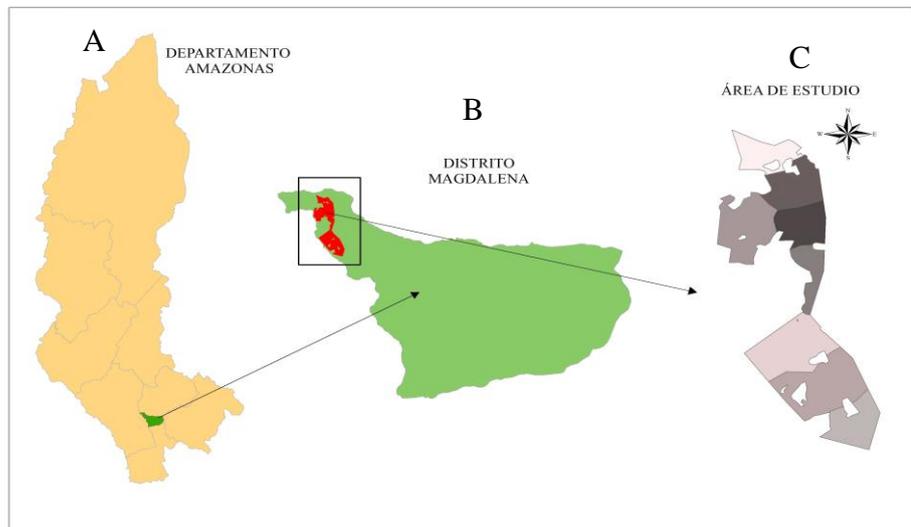


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio. (A). Departamento de Amazonas. (B). Distrito de Magdalena. (C). Sectores de tara (*Caesalpinia spinosa*) en estudio.

2.2. Características del área de investigación.

La investigación se realizó en parcelas con plantaciones de tara (*Caesalpinia spinosa*), instaladas mediante el método de 3 bolillos y cuadrantes con una distancia de 4 m x 4 m, con método de riego por gravedad, las cuales fueron georreferenciadas, las muestras fueron recolectadas de las parcelas donde se encontró mayor incidencia de marchitez. La ejecución se desarrolló durante tres meses de trabajo en campo y tres meses de trabajo en laboratorio.

2.3. Material experimental.

Material investigativo.

- Plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*).
- Fitopatógeno relacionado con la marchitez de la tara.

2.4. Materiales utilizados.

Materiales y herramientas.

- Agua destilada
- Alcohol al 70%
- Bolsas plásticas
- Cinta Maskintape
- Cooler
- Espátula
- Lejía al 1%
- Libreta de apunte
- Mechero
- Palana
- Papel aluminio
- Papel toalla
- Pinza
- Placas Petri
- Plumón indeleble N° 2
- Tablero de campo
- Vasos de vidrio de 50 ml.

Equipos

- Cámara fotográfica
- Cámara de flujo laminar
- GPS
- Incubadora
- Microscopio invertido con fluorescencia IX83 Olympus.
- Termo higrómetro – Data Logger

2.5. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación presentó un diseño descriptivo correlacional, ya que el objetivo fue investigar y evaluar la relación existente entre los factores que determinan la presencia del fitopatógeno relacionado con la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), identificar y caracterizar al género fúngico relacionado con la marchitez de la tara y realizar un análisis de esta en las parcelas evaluadas en el distrito de Magdalena.

2.5.1. Factores en Estudio

- Plantaciones de tara.
- Factores ambientales.
- Factores agronómicos.
- Fitopatógeno relacionado con la marchitez de la tara.

2.6. Población y muestra

2.6.1. Población:

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, Censo Nacional Agrario 2012, el distrito de Magdalena cuenta con 2148 parcelas (unidades agropecuarias), de las cuales el 5%, es decir 107 parcelas corresponden al cultivo de tara. Según la misma fuente una parcela consta de 2,25 hectáreas por lo que la zona de estudio cuenta con 48 parcelas.

2.6.2. Muestra:

De acuerdo al cálculo del “n” muestral (Pita Fernandez, 2001), se considerará para el estudio 28 parcelas de tara.

Demostración:

$$n = \frac{Z^2 t . p . q . N}{e^2 (N - 1) + Z^2 . p . q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra
N = Tamaño de la población
Zt = Valor de la Z tipificado
p = Probabilidad de éxito
q = Probabilidad de fracaso
e = Error máximo permisible

En este caso:

α = 10% **e** = 0.1 **N**= 48
Zt = 1 ,645 **e**² = 0,01

$$n = \frac{(1,645)^2(0,5)(0,5)(48)}{(0,1)^2 (48 - 1) + (1,645)^2(0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{(0,67050625)(48)}{(0,47) + (0,67050625)}$$

$$n = \frac{32,1843}{1,14050625}$$

$$n = 28,2193105 \approx \mathbf{28}$$

2.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos y procedimiento.

2.7.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica que se utilizó para la recolección de datos en esta investigación realizada en campo y en el Laboratorio de Investigación de Sanidad Vegetal (LABISANV) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, fue la observación directa.

2.7.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los datos fueron trabajados en fichas de evaluación las mismas que fueron utilizadas para obtener datos cuantitativos precisos de variables como: Temperatura, humedad relativa, materia orgánica y concentración de carbono/nitrógeno con respecto a la incidencia de la marchitez de la tara.

2.7.3. Descripción y distribución de los sectores evaluados.

Para la clasificación y sectorización de sectores y parcelas se tuvo en cuenta características como: Edad de las plantas, pendiente, tipo de suelo, altitud y plantas de tara con presencia de marchitez que no hayan sido fertilizadas o tratadas con algún producto químico ni manejadas bajo criterios técnicos (entrevista directa con el productor).

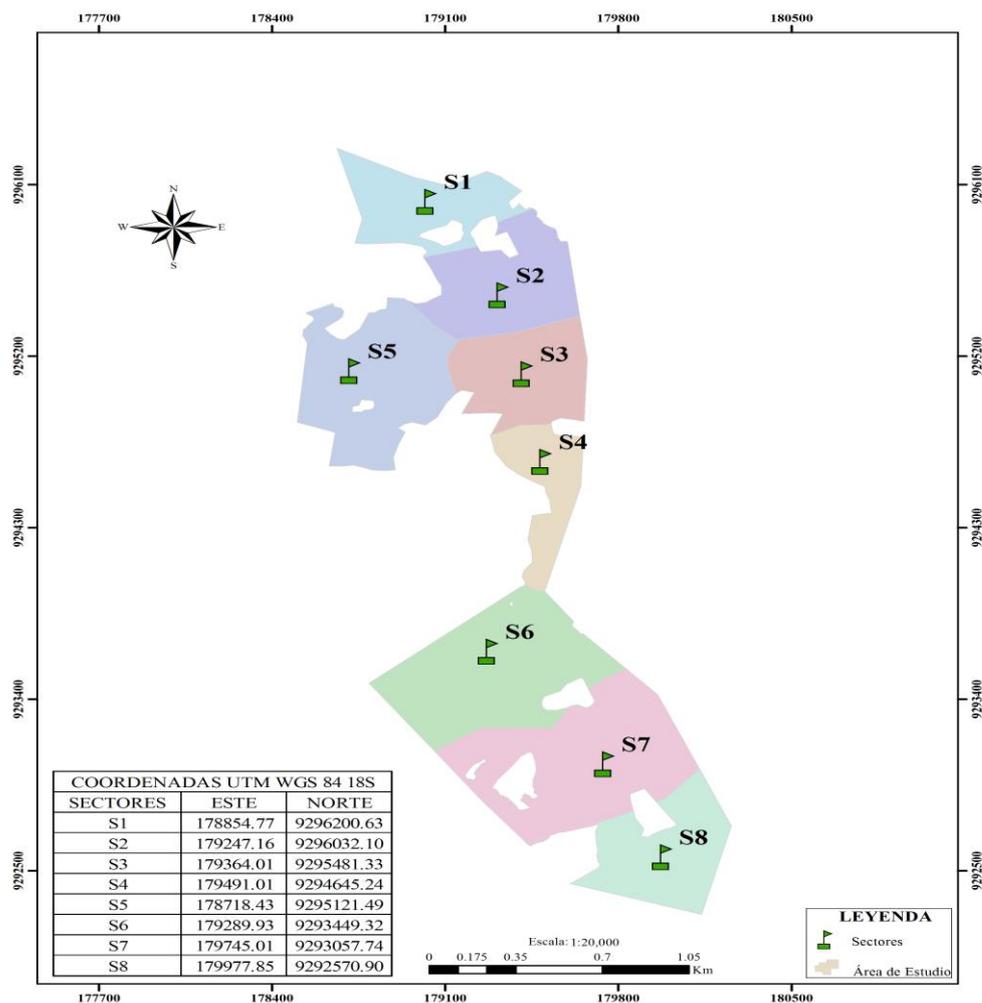


Figura 2. Identificación y distribución de ocho sectores definidos de acuerdo a la altitud, accidentes geográficos y con plantas de tara con presencia de marchitez.

2.8. Variables de estudio y su metodología de evaluación

2.8.1. Identificación de parcelas.

Las parcelas identificadas fueron georreferenciadas para su ubicación, en cuanto a su sectorización se tuvo en cuenta características como: Modalidad de cultivo tradicional y orgánica en lo cual no se evidenció el registro de ninguna aplicación de agroquímicos (se constató mediante una entrevista directa con el productor), y que presenten síntomas de marchitez.

2.8.2. Recolección de muestras de suelo para el análisis de materia orgánica y concentración de carbono - nitrógeno.

a. Determinación del número de sub muestras.

Una vez que se identificaron las 28 parcelas de tara en producción para la recolección de sub muestras, se realizó el siguiente procedimiento:

Para la recolección de muestras de suelo se utilizó el sistema de muestreo estratificado con afijación proporcional para cada parcela identificada.

Demostración:

$$n = \frac{Z_t \cdot S}{E}$$

Dónde:

$$n = ? ; Z_t = 1,645 ; S = 0,135931841; \alpha = 0,10$$

$$E = 0,10$$

$$n = \frac{(1,645) \cdot 0,1359311841}{0,10}$$

$$n = 5,00000004227109 \approx 5$$

En tal sentido en cada unidad de muestreo, se tomó 5 sub muestras de cada parcela, obteniendo un total de 140 sub muestras, donde finalmente se obtuvo un total de 28 muestras las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas, con la debida rotulación y se trasladó al laboratorio para su respectivo análisis.

b. Recolección de las sub muestras.

Para la recolección de las sub muestras el tipo de muestreo realizado fue en zig-zag, de la siguiente manera.

Reconocimiento de la parcela.

- Con la ayuda de una pala se tomó 100 gr a una profundidad de 20 cm.
- Luego se colocó en bolsas plásticas, para ser rotuladas.
- Finalmente se trasladó al Laboratorio de Investigación de suelos y aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

2.8.3. Recolección de muestra de raíz de tara (*Cesalpinia spinosa*) para la caracterización morfológica del fitopatógeno causal de la marchitez de la tara.

Para la obtención de muestras del material vegetal, según la naturaleza de la parte afectada se recolectó tejidos leñosos (raíz) de las plantas de tara, el tipo de muestreo que se utilizó fue al azar, para lo cual se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Pendiente del terreno (no mayor a 10%).
- Distanciamiento entre plantas (4m x 4m).
- Presencia de cultivos asociados a la tara (*Caesalpinia spinosa*).
- Plantas con síntomas de marchitez.
- Presencia de malezas (herbáceas, anuales).

2.9. Procedimiento metodológico

2.9.1. Recolección de datos.

Para la recolección de información de campo de temperatura y humedad relativa se instaló un termo higrómetro digital (*Data Logger*), la incidencia de marchitez de la tara fue evaluada mediante una observación directa y registradas en un cuaderno de campo.

2.9.2. Evaluación de la temperatura y humedad relativa para establecer relación entre la incidencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

Las variables en estudio fueron evaluados por lo que muchos hongos requieren valores críticos de estos factores y en algunos casos cierta interacción entre la temperatura y la humedad relativa del ambiente. (Ames de Icochea, 1997).

El registro de la temperatura y humedad relativa se efectuó con la ayuda de un termihigrometro (*Data logger*) de marca WatchDoog A160 con aproximación de +2, programado para almacenar en su memoria los datos de temperatura y humedad relativa cada dos horas durante veinte y cuatro horas empezando desde las 8:00 am a 8:00 am del siguiente día, el almacenamiento de datos se efectuaron cada dos días, dicho equipo fue colocado en una planta de tara (*Caesalpinia spinosa*) a 1.50 m aproximadamente del nivel del suelo establecido en cada sector, los datos fueron medidos en los meses de setiembre, octubre y noviembre.

Se tuvo en cuenta este parámetro, por lo que existe una variación de temperatura en la mañana y en las tardes (De la Cruz Pérez *et al.*, 2015).

2.9.3. Determinación de materia orgánica y concentración de carbono/nitrógeno.

Se evaluó a partir de un análisis de suelo en el Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

2.9.4. Evaluación de Incidencia de marchitez en plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*).

Para una evaluación de incidencia por planta entera, debe ser utilizada para las enfermedades que afectan a toda la planta o enfermedades en las que una sola infección es suficiente para detener la comercialización del producto (Di Piero, 2014).

La evaluación de la incidencia de la marchitez de la tara se realizó mediante el conteo de plantas con síntomas de marchitez. Para lo cual se realizó de la siguiente manera.

- Se identificó 100 plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) de tres a diez años de edad que representa la muestra de una población, la parcela es de 2500 m² aproximadamente.
- Se realizó una identificación de los síntomas de las 100 plantas identificadas con aparente marchitez, esta variable se trabajó con la siguiente fórmula.

$$\%I = \frac{\text{Total de plantas con marchitez}}{100 \text{ plantas}} \times 100$$

Donde.

%I= Porcentaje de incidencia de marchitez

2.9.5. Caracterización morfológica del fitopatógeno probablemente causante de la marchitez de la tara.

Para la caracterización se tomó en cuenta las características más importantes de los hongos descritos por Agrios (1995), sus esporas y cuerpos fructíferos (estructuras portadoras de las esporas).

También se tomó en cuenta las características que describe (Ellis, 1991) en su libro Dematiaceus Hyphomycetes.

El libro que se utilizó para realizar la caracterización del fitopatógeno asociado con la marchitez de la tara fue de Barnett & Hunter (2003).

Para realizar el aislamiento y caracterización se utilizó un total de 50 placas Petri, estas fueron utilizadas por lo que se realizó dos repeticiones de aislamientos de muestras de raíz las cuales fueron recolectadas en diferentes fechas, también se realizó de tres a cuatro repiques para purificar al hongo o fitopatógeno en estudio.

a. Aislamiento del probable fitopatógeno causal de la marchitez a partir de muestras de raíz de plantas de tara.

Procedimiento

- Las muestras de raíz fueron cortados en segmentos de 0,5 cm x 05 cm aproximadamente.

- Luego se desinfectó con lejía al 1% por 30 segundos seguidamente con alcohol al 70 % de concentración también por 30 segundos.
- Se enjuagó tres veces con agua destilada estéril y se dejó secar por 20 minutos en papel toalla.
- Luego se realizó la siembra en PDA (Agar Papa Dextrosa) en placas Petri de 9 cm por 1.5 cm.
- Luego se colocó en una incubadora de cultivo a 24 °C por aproximadamente cuatro a cinco días o hasta observar presencia de micelio.

b. Identificación morfológica del fitopatógeno.

Procedimiento

- Se cogió placas con el hongo desarrollado de 10 días de crecimiento aproximadamente.
- Luego con la ayuda de una cinta transparente adhesiva se cogió al micelio del hongo para ser colocado en una lámina portaobjeto para ser llevado al microscopio.
- Luego en el microscopio invertido con fluorescencia Olympus IX83 se observó con un aumento de 60X.

2.9.6. Test de patogenicidad.

El test se realizó con la finalidad de observar los síntomas del daño que ocasionó el fitopatógeno identificado morfológicamente en plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) de las parcelas ubicadas en el distrito de Magdalena, para el test se utilizó plantones producidas en vivero de cuatro meses de edad con la finalidad de comparar los síntomas observados en campo.

Los plantones fueron producidos con sustrato desinfectado con una proporción de 2:1:1 en bolsas de 7" x 5".

Los tejidos seleccionados para la aplicación del test de patogenicidad fueron las raíces primarias, y se tuvo en cuenta las pautas establecidas en el postulado de *Koch*.

Se utilizaron veinte plántones y se distribuyó de la siguiente manera como se muestra en la figura N° 03.

Primero:

- Obtención del micelio en discos del fitopatógeno en estudio producidos en placas Petri.

Segundo:

- Selección de las veinte plantas donde a diez se realizó cortes en las raíces primarias de las cuales ocho fueron inoculadas y dos fueron testigos.

Procedimiento.

- Se preparó la placa con el micelio del fitopatógeno identificado en el microscopio.
- Se realizó el corte de las raíces primarias con un bisturí N° 11.
- Luego se realizó la extracción de discos con el micelio del fitopatógeno caracterizado morfológicamente en el laboratorio con un sacabocado de 0.5 cm de diámetro.
- Las plantas fueron inoculados a nivel de las raíces primarias.
- Luego se regó.



Figura 3. Distribución de plántones de tara (*Caesalpinia spinosa*) para el test de patogenicidad.

2.10. Análisis de datos

Para el análisis de los datos de las variables de la investigación se realizó por sectores, constituidos por plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en el distrito de Magdalena, los cuales fueron evaluados y medidos con instrumentos y materiales de campo.

Los datos de las variables de temperatura, humedad relativa, materia orgánica carbono y nitrógeno se aplicó el análisis de la correlación de *Pearson*. Luego se realizó el análisis de varianza (ANVA); para determinar el nivel de incidencia por cada sector en estudio se aplicó la prueba de comparación de Tukey al 5% de probabilidad.

III. RESULTADOS

3.1. Determinación de los niveles de incidencia de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) por sectores.

En la figura 4 muestra los valores hallados respecto a los niveles promedio de la incidencia de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) tomados en ocho sectores en el distrito de Magdalena. Aquí se puede observar que visiblemente en el sector S6, en donde se encontró mayor nivel de incidencia (6.37%), el sector S3 en donde se expresó menor nivel de incidencia con 2.79% de plantas afectadas por marchitez de la tara. Cuando los resultados se sometió a la prueba de comparación múltiple Tukey (0.05), se encontró que el sector S6 es estadísticamente diferente del resto de sectores.

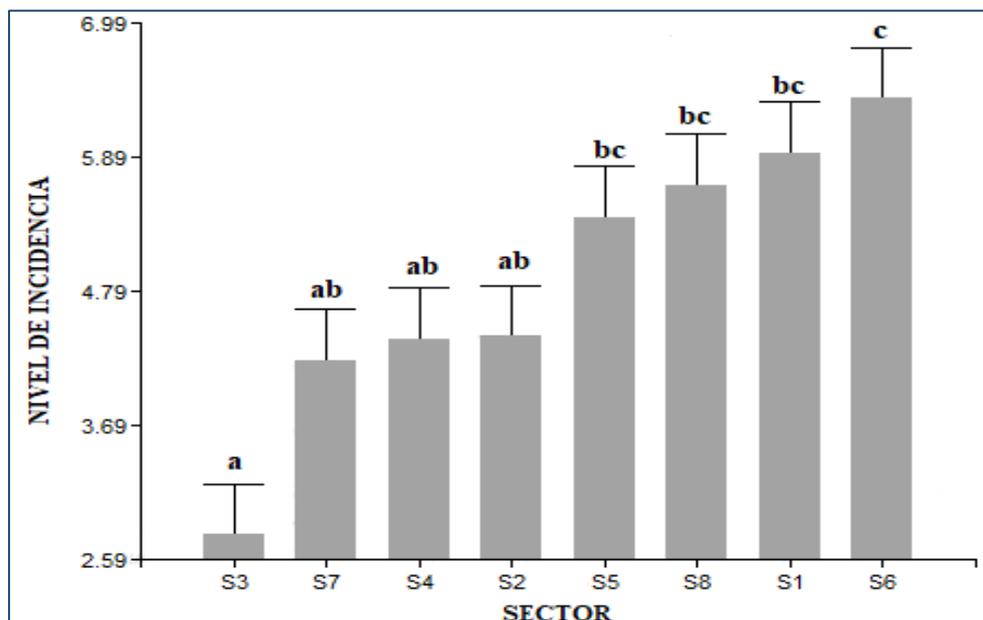


Figura 4. Determinación de los niveles de incidencia por sectores.

En la figura N° 5 el conglomerado realizado se puede observar la formación de 4 grupos donde el primer y tercer grupo está formado por el sector 3 (S3) y el sector 6 (S6) respectivamente; el segundo grupo está formado por tres sectores que son el sector 7 (S7), sector 4 (S4) y el sector 2 (S2) tienen una relación de similitud entre ellos respecto al porcentaje de incidencia de marchitez; lo mismo se puede observar en cuarto grupo donde existe una relación de similitud entre los sectores S5, S8 y S1.

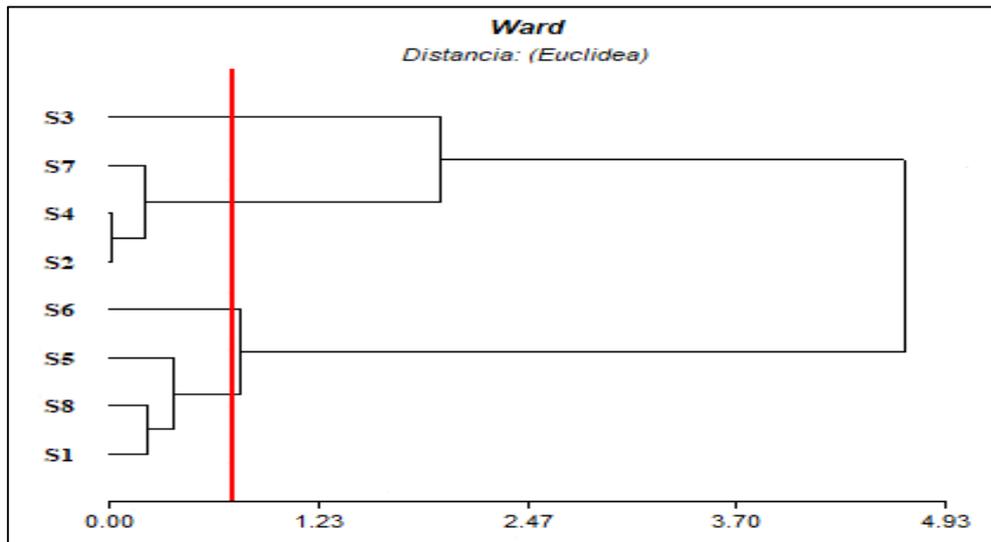


Figura 5. Conglomerado de porcentaje de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) por sectores.

3.2. Comparación de temperatura por sectores tomadas en los meses de setiembre, octubre y noviembre en el distrito de Magdalena.

En la figura 6 muestra los valores hallados respecto a la temperatura promedio, tomados en ocho sectores en el distrito de Magdalena, en los meses de setiembre, octubre y noviembre. Aquí se puede observar que visiblemente en el mes de octubre y noviembre el sector S7 se encontró mayor grado de temperatura con 23.57 °C y 23.51 °C respectivamente, donde también se expresó menor grado de temperatura en el mes de setiembre con 15.70 °C.

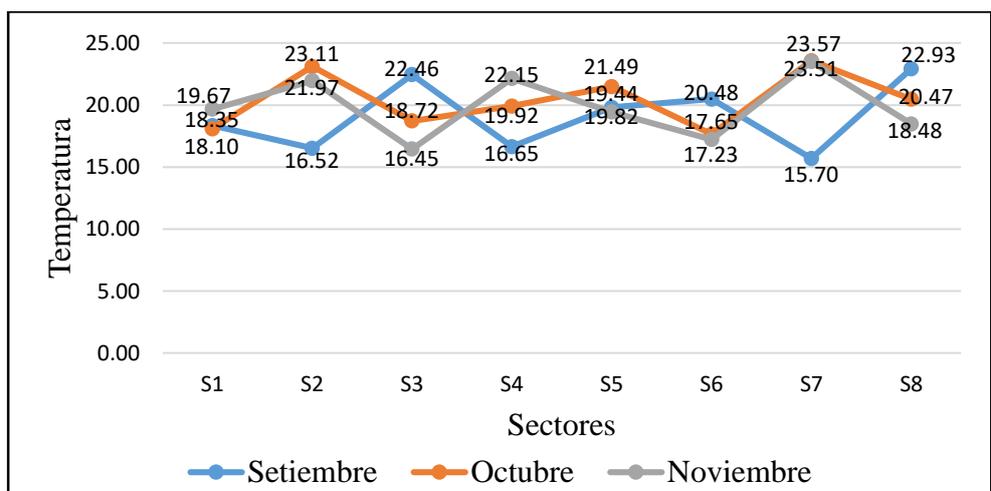


Figura 6. Temperatura en °C, tomadas en ocho sectores de plantaciones de tara (*Cesalpinia spinosa*) en el distrito de Magdalena.

3.3. Comparación de humedad relativa por sectores tomadas en los meses de setiembre, octubre y noviembre en el distrito de Magdalena.

En la figura 7 muestra los valores hallados respecto a la humedad relativa promedio, tomados en ocho sectores en el distrito de Magdalena, en los meses de setiembre, octubre y noviembre. Aquí se puede observar que visiblemente en el mes de noviembre el sector S3 y en el sector S6 con 95.13 % y 94.75 % respectivamente se encontró mayor porcentaje de humedad relativa, también se puede observar que en el mes de setiembre se expresó menor grado de temperatura en el mes de setiembre en el sector S3 y en el sector S8 con 56.21 % y 53.70 % respectivamente.

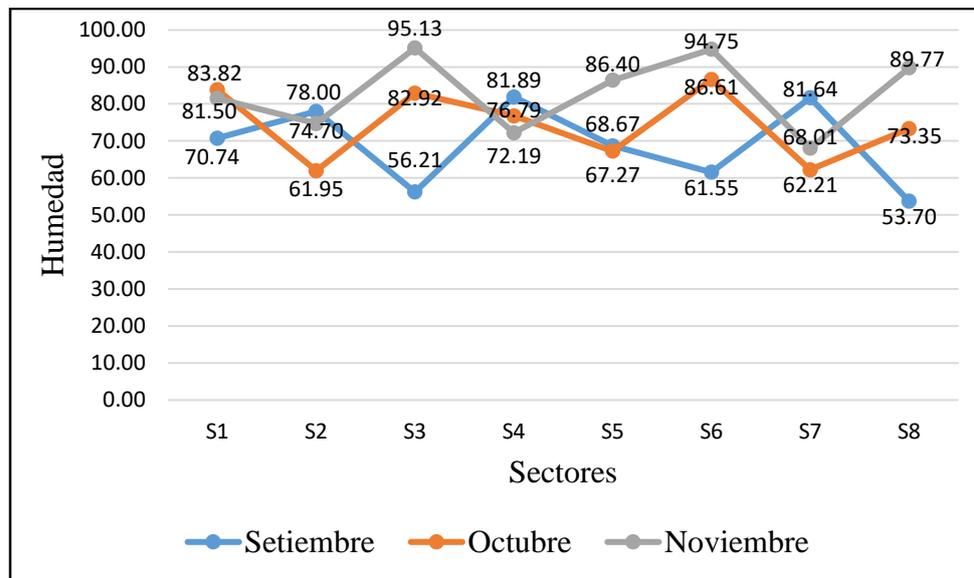


Figura 7. Humedad relativa en porcentaje (%), tomadas en ocho sectores de plantaciones de tara (*Cesalpinia spinosa*) en el distrito de Magdalena.

3.4. Correlación entre la temperatura y humedad relativa respecto a la incidencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

Tabla 1

Nivel de correlación entre la temperatura, humedad relativa y la incidencia de marchitez de la tara (Caesalpinia spinosa) en ocho sectores.

		Humedad	Temperatura	Incidencia
Humedad	Correlación de Pearson	1	-0.748**	0.283**
	Sig. (bilateral)		0.000	0.000
	N	224	224	224
Temperatura	Correlación de Pearson	-0.748**	1	0.098
	Sig. (bilateral)	0.000		0.146
	N	224	224	224
Incidencia	Correlación de Pearson	0.283**	0.098	1
	Sig. (bilateral)	0.000	0.146	
	N	224	224	224

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En la tabla 1 se muestra los niveles de correlación de *Pearson* existente entre las variables de temperatura y humedad relativa, nos indica que existe significancia, donde el nivel de correlación es altamente significativa entre la variable humedad relativa y la incidencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*). Según el análisis de la correlación de *Pearson* la temperatura no muestra una correlación significativa con respecto a la incidencia de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

3.5. Correlación entre la materia orgánica, carbono y nitrógeno respecto a la incidencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

Tabla 2

Nivel de correlación entre la materia orgánica, carbono, nitrógeno y la incidencia de marchitez (Caesalpinia spinosa) en ocho sectores.

		C	M.O	Incidencia	N
C	Correlación de Pearson	1	0.471*	-0.120	0.292
	Sig. (bilateral)		0.012	0.542	0.131
	N	28	28	28	28
M.O	Correlación de Pearson	0.471*	1	0.281	0.289
	Sig. (bilateral)	0.012		0.147	0.136
	N	28	28	28	28
Incidencia	Correlación de Pearson	-0.120	0.281	1	-0.157
	Sig. (bilateral)	0.542	0.147		0.424

	N	28	28	28	28
N	Correlación de Pearson	0.292	0.289	-0.157	1
	Sig. (bilateral)	0.131	0.136	0.424	
	N	28	28	28	28

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Según la tabla 2 se muestra los niveles de correlación de *Pearson* existentes entre las variables de materia orgánica, carbono y nitrógeno, análisis químicos realizados a los suelos de las parcelas con plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*), nos indica que no existe significancia entre las variables mencionadas con relación al porcentaje de incidencia de marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*), de acuerdo a la correlación de Pearson con nivel de significancia de 0.05 (Bilateral).

3.6. Caracterización morfológica.

La caracterización morfológica del fitopatógeno causante de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) se consultó el libro de Barnett & Hunter (2003), donde se pudo apreciar estructuras claras e idénticas al fitopatógeno en estudio. Se desarrolló la metodología de aislamiento a partir de muestras de raíz tal como se muestra en la figura 6A. El crecimiento de las estructuras del micelio se desarrolló en placas con medio de cultivo PDA (Agar Papa Dextrosa) como se muestra en la figura 6B, después de haber transcurrido 10 días desde la inoculación se evidenció el desarrollo de las estructuras del hongo, se realizó la observación de la muestra en un microscopio invertido con fluorescencia IX83 Olympus con un aumento de 60X, donde se evidenció estructuras idénticas al género de *Fusarium sp.*, como se muestra en la figura 6D, lo cual corroborando y comprobando con lo descrito por Barnett, H y Hunter, B. se pudiese tratar de *Fusarium sp.* tal como se muestra en la figura 6C.

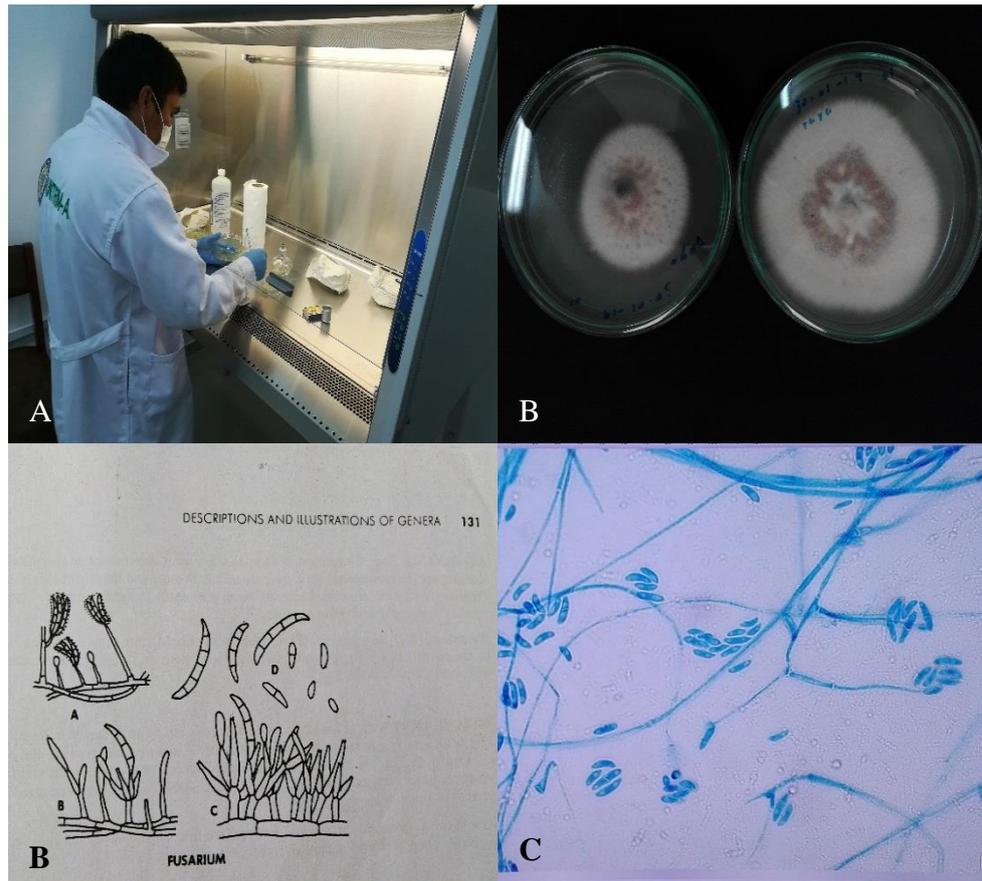


Figura 8. (A). Aislamiento de muestras de raíz de tara. (B). Desarrollo del fitopatógeno en medio de cultivo. (C). Estructura de *Fusarium sp.* según Barnett, H y Hunter, B. (1998). (D). Imágenes observadas de *Fusarium sp.* en microscopio invertido con fluorescencia.

Durante la caracterización del hongo en estudio se observó características como: micelio similar al algodón en el centro con una coloración color púrpura figura 6B, macroconidios de dos a tres celdas ligeramente curvados en forma de canoa y conidioforos delgados figura 6D, son idénticas a lo descrito en el libro de Barnett & Hunter, (1998), donde menciona que las principales características del género *Fusarium* son : Micelio extenso y similar al algodón en cultivo, a menudo con un matiz de rosa, púrpura o amarillo en el micelio en medio, conidioforos variables, delgados y simples, o robustos, cortos, ramificados irregularmente o con una espiral de filides, solteros o agrupados, conidios hialinos, variables, principalmente de dos tipos, a menudo mantenidos en pequeñas cabezas húmedas, macroconidios de varias celdas, ligeramente curvados o doblados en los extremos puntiagudos, típicamente en forma de canoa, microconidia de células ovoides u oblongas, llevadas individualmente o en cadenas, algunos conidios intermedios, 2 o 3 celdas, oblongos o ligeramente curvados.

3.7. Test de patogenicidad.

Estas pruebas son rápidas, efectivas y facilitan la detección de un agente infeccioso gracias a la rapidez que se pueden observar sus efectos. (Agrios, 2005).

Este test se realizó con la finalidad de observar y determinar los síntomas ocasionados por el hongo en estudio *Fusarium sp.* Figura 7A. Para la inoculación (Figura 7B), se utilizó 20 plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) sanas libre de fitopatógenos que fueron producidos en vivero, donde se inoculó mediante discos en las raíces primarias con la finalidad de observar los síntomas que presentan los plantones, los síntomas se comenzaron a notar a los 15 días después de la inoculación como se muestra en la figura 7C, la cual se hizo una comparación con los síntomas que presenta las plantas en campo como se muestra en la figura 7D, donde se evidenció los síntomas observados en los plantones y en las plantas en campo son semejantes o iguales.



Figura 9. (A). Micelio de *Fusarium sp.* (B). Inoculación del micelio de *Fusarium sp.* mediante discos. (C). Plantones con síntomas del problema (D). Planta con síntomas de marchitez en campo.

IV. DISCUSIÓN

Según lo evaluado entre la humedad relativa y la temperatura se determinó que la humedad relativa representa mayor influencia con respecto a la incidencia de marchitez en plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) causado por *Fusarium sp.*, lo que no sucedió con la temperatura que no presenta influencia alguna. Esto concuerda con lo estudiado por Mora *et al.*, (2002), donde evaluaron la incidencia de escoba de bruja *Fusarium oxysporum* y *F. subglutinas* en huertos comerciales de mangos donde seleccionaron 10 plantas para su evaluación, el progreso de la enfermedad o incidencia lo obtuvieron mediante la estimación por planta, en la cual obtuvieron que el factor que influye en la incidencia de *Fusarium oxysporum* es la alta humedad relativa con respecto a la temperatura.

También Ceja Torres y Morales Garcia, (2000), en su estudio utilizaron un muestreo estratificado, sus evaluaciones de incidencia de la enfermedad del cancro del aguacate (*Persea americana*), se relacionó con la altitud de los huertos, donde consideró zonas bajas 1300 a 1600 msnm, zonas altas 1901 a 2300 msnm en cuatro localidades, donde obtuvieron una incidencia de la enfermedad del cancro del aguacate muy variable obteniendo un 90 % en altitudes superiores a 1900 msnm, donde el principal factor que favoreció la incidencia de la enfermedad fue la presencia de sombra riego por aspersion y la alta humedad relativa.

Los análisis químicos realizados de materia orgánica, carbono y nitrógeno en suelos con plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) al realizar la correlación de Pearson se determinó que no existe una relación con el porcentaje de incidencia de marchitez, lo que concuerda con el trabajo de Lopez & Palacios, (2014), en la cual fertilizaron con abonos orgánicos (lombricomposta) y aplicación de riego con fertilización química, donde el objetivo de sus trabajo fue determinar la severidad de la pudrición de los tallos en el cultivo de maíz, se menciona que en el bloque donde aplicaron la lombricomposta se presencié un efecto significativo en la nutrición de la planta, pero no hubo efecto sobre la severidad de pudrición de los tallos de maíz causados por *Fusarium sp.*

La abundancia de nitrógeno se refleja en la producción de crecimiento joven y succulento y puede prolongar la fase vegetativa retardando la madurez de las plantas

haciéndolas más susceptibles a los fitopatógenos, como también la disminución de la disponibilidad del nitrógeno también aumenta la susceptibilidad a la marchitez por *Fusarium*, como es en el caso del tomate, sin embargo es la forma de nitrógeno que dispone el hospedante que afecte la incidencia o severidad de la enfermedad, casi todas aumenta o disminuye la severidad tratadas de diferentes formas con nitrógeno. (Agrios G. , 1995).

En sus investigaciones Retana.*et al*, (2017), recolectaron 3 muestras de plantas enfermas de apio verde (*Apium graveolens*) con síntomas visibles como marchitamiento y daño en la base del tallo, utilizaron PDA (Agar Papa Dextrosa) como medio de cultivo, donde observaron el crecimiento de colonias de apariencia algodonosa, posteriormente se torno de color púrpura en el centro del mismo, luego observaron caracteres morfológicos como el tamaño y forma de macroconidios, formación de clamidosporas y la estructura de conidioforos que pertenecen a *Fusarium sp.*, el cual es al agente causal de la marchitez.

Leyva Mir. *et al*, (2017), es su trabajo de investigación, caracterización de especies de *Fusarium* causantes de pudrición de raíz del trigo en el bajío, MÉXICO, utilizaron muestras de raíz de trigo para su aislamiento cortados de 0.5 cm, utilizaron lejía al 1.5 %, agua destilada, luego colocaron en placas Petri conteniendo medio de cultivo agar papa dextrosa (PDA). Los aislados de *Fusarium* lo caracterizaron mediante la observación y el registro de caracteres morfológicos usando microscopía óptica con un microscopio compuesto, la caracterización lo hicieron con las claves específicas y descripciones reportadas por Nelson.*et al*. (1983) y Leslie y Summerell (2006).

El test de patogenecidad se realizó con el fin de observar y determinar los síntomas ocasionado a partir del hongo caracterizado *Fusarium sp.*, lo cual se realizó la inoculación mediante discos de PDA con micelio de *Fusarium sp*, la misma inoculación realizó Dulanto y Maldonado, (2013), donde colocaron discos de agar de 0.8 cm de diámetro con micelio de *Fusarium sp.*, los síntomas de pudrición de la corona del tallo del banano fueron observados en un periodo de 10 días después de la inoculación.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- Entre la temperatura y la humedad relativa se determinó que la humedad relativa es el factor es mas favorable a la incidencia de la marchitez, lo que ocasiona el decaimiento o muerte de las plantaciones de tara (*Caesalpia spinosa*),.
- Existió una relación de similitud entre los sectores intervenidos, lográndose conformar dos grupos el primero de ellos, integrados por los sectores **S2, S3, S4, S6 y S7** los que son similares y refieren poseer niveles de incidencia muy próximos unos de otros, caso similar sucede en los sectores **S5, S8 y S1**.
- Los síntomas observados mediante el test de patogenicidad y la caracterización morfológica respectiva, permiten determinar que el agente causal de la marchitez de la tara (*Caesalpinia spinosa*) corresponden al hongo del género *Fusarium sp.*

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar los factores ambientales temperatura y la humedad relativa, factores agronómicos materia orgánica, la concentración de carbono - nitrógeno los cuales son factores que favorecen a la proliferación de microorganismos fitopatógenos que causan enfermedades como la marchitez.
- La incidencia de las enfermedades fitopatógenas son favorecidas por factores ambientales y agronómicos, es por ello son de observar o evaluar en el inicio de la infección del fitopatógeno, para reprimir su proliferación y evitar el decaimiento o muerte de los cultivos.
- Plantear programas de manejo integrado para la prevención y control de *Fusarium sp.* ya que es el género agente causal de enfermedades en diferentes cultivos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (1995). *Fitopatología* (Segunda ed.). (G. N. Editores, Ed.) Mexico: Editorial Limusa, S.A.
- Agrios, C. (2004). *Fitopatología*. (3ra Ed. ed.). México: Limusa S. A.
- Ames de Icochea, T. (1997). *Enfermedades Fungosas y Bacterias de Raíces y Tubérculos Andinos*. Lima.
- Barnett, H., & Hunter, B. B. (2003). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Cuarta ed.). Columbia.
- Bohorquez Parra, L. F., & Diaz Torres, Y. K. (2010). *Evaluación de aislamientos de Fusarium spp. de diferentes orígenes, frente a factores de crecimiento asociados a patogenicidad*. Bogota.
- Ceja Torres, L. F., & Morales García, J. L. (2000). Etiología, Distribución e Incidencia del Cancro del Aguacate (*Persea Americana*) Mill. en Cuatro Municipios del Estado de Michoacan, Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*.
- Delgado, I. G. (2013). *Plagas y enfermedades de la tara Caesalpinia spinosa*. Cajamarca.
- Di Piero, M. R. (2014). Evaluación y medición de las enfermedades de plantas. *Departamento de Fitotecnia*, 4-5.
- Dulanto Bejarano, J. A., & Maldonado Duque, E. A. (2013). Hongos asociados a la pudrición de la corona en frutos de banano orgánico (*Musa spp. L.*) en Piura, Perú. *Revista Agraria y Ambiental*, IV.
- Ellis, M. B. (1991). *Dematiaceous Hyphomycetes*. England.
- Leyva Mir, S. G., Vega Portillo, H. E., & Tovar Pedraza, J. M. (2017). Caracterización de Especies de *Fusarium* Causantes de Pudrición de raíz del Trigo en el bajo, Mexico. *Agro Ciencia*.
- Lopez Valenzuela, B., & Palacios Mondaca, C. (2014). Reducción de la fertilización sintética con composta y optimización del riego sobre la pudrición del tallo (*Fusarium spp*) del maíz. *Scientia Agropecuaria*.
- Mora Aguilera, A., Teliz, O. D., & Mora Aguilera, G. (24 de Abril de 2002). Progreso Temporal de “Escoba de Bruja” (*Fusarium oxysporum* y *F. subglutinans*) en Huertos de Mango (*Mangifera indica* L.) .Haden en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*.
- Pita Fernandez, S. (2001). Determinación del tamaño muestral. *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística*, 2-3.
- Retana, K., Ramirez Coche, J. A., Castro, O., & Blanco, M. M. (2017). Caracterización morfológica y molecular de *Fusarium oxysporum* F. sp. *Apii* asociado a la marchitez del apio en Costa Rica. *Agronomia Costarricense*.
- Villanueva Mendoza, C. M. (2007). *La Tara el Oro Verde de los Incas*. Lima.

ANEXOS 1:

Tabla 3

Comparación Tukey para el nivel de incidencia por sectores.

Sector	Medias	n	E.E	Grupos
S3	2.79	28	0.42	A
S7	4.22	28	0.42	AB
S4	4.39	28	0.42	AB
S2	4.42	28	0.42	AB
S5	5.39	28	0.42	BC
S8	5.65	28	0.42	BC
S1	5.92	28	0.42	BC
S6	6.37	28	0.42	C

Tabla 4

Análisis de varianza por sectores.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sector	263.98	7	37.71	7.66	<0.0001
Error	1062.85	216	4.92		
Total	1326.82	223			

Tabla 5

Ficha de evaluación de M.O, C y N

		C %	M.O %	N %
SECTOR 1	Parcela 1	2.29	3.94	0.20
	Parcela 2	3.14	5.42	0.27
	Parcela 3	2.23	3.84	0.19
SECTOR 2	Parcela 1	3.26	5.62	0.28
	Parcela 2	3.09	5.32	0.27
	Parcela 3	2.91	5.02	0.25
SECTOR 3	Parcela 1	2.17	3.74	0.19
	Parcela 2	3.94	6.80	0.34
	Parcela 3	2.57	4.43	0.22
	Parcela 4	2.97	5.12	0.26
SECTOR 4	Parcela 1	2.86	4.93	0.25
	Parcela 2	2.29	3.94	0.2
	Parcela 3	2.91	5.02	0.25
SECTOR 5	Parcela 1	3.26	5.62	0.28
	Parcela 2	2.29	3.94	0.2
	Parcela 3	4.00	6.9	0.34
	Parcela 4	1.71	2.96	0.15
SECTOR 6	Parcela 1	4.03	6.95	0.35
	Parcela 2	1.71	2.96	0.15
	Parcela 3	3.97	6.85	0.34
SECTOR 7	Parcela 1	2.86	4.93	0.25
	Parcela 2	4.03	6.95	0.35
	Parcela 3	3.20	5.52	0.28
	Parcela 4	3.37	5.81	0.29
	parcela 5	2.34	4.04	0.20
SECTOR 8	Parcela 1	2.86	4.93	0.25
	Parcela 2	2.29	3.94	0.20
	Parcela 3	2.80	4.83	0.24

Tabla 6

Data de origen que corresponden al número de plantas de tara con presencia de marchitez de la tara.

		SECTOR 1			SECTOR 2			SECTOR 3				SECTOR 4				SECTOR 5				SECTOR 6				SECTOR 7					SECTOR 8		
		Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
S E T I E M B R E	Eval 1 1-set	0	0	1	1	1	0	2	0	1	2	2	0	0	3	2	0	0	2	3	3	2	0	2	0	1	3	2	0		
	Eval 2 4-set	0	1	2	2	1	0	2	0	1	2	2	0	0	3	2	0	0	2	3	3	2	0	2	0	1	3	2	0		
	Eval 3 7-set	2	1	3	2	2	0	2	0	1	2	2	0	0	3	2	0	3	2	3	3	2	0	2	3	1	3	2	0		
	Eval 4 10-set	2	2	3	2	2	2	2	0	1	2	2	2	0	3	2	0	3	2	3	3	2	0	2	3	1	3	2	2		
	Eval 5 13-set	4	3	4	2	2	2	2	0	1	2	2	2	0	3	2	0	3	4	3	3	2	1	2	3	1	3	2	2		
	Eval 6 16-set	4	3	4	2	2	2	2	0	1	2	2	2	2	4	2	2	3	4	5	5	3	1	2	3	1	3	4	2		
	Eval 7 19-set	5	5	6	3	2	2	2	0	2	2	3	2	2	4	3	2	5	4	5	5	3	1	2	4	2	3	4	2		
	Eval 8 22-set	5	5	6	3	3	4	3	0	2	2	3	2	2	4	3	2	5	4	5	5	3	1	5	4	2	5	4	4		
	Eval 9 25-set	5	6	6	3	3	4	3	0	2	3	3	4	2	4	3	2	5	4	5	5	3	1	5	4	2	5	4	4		
	Eval 10 28-set	5	6	6	3	3	4	3	0	2	3	3	4	2	4	3	2	5	5	5	5	3	2	5	4	2	5	4	4		
O C T U B R E	Eval 11 01-oct	5	6	6	3	4	4	3	0	2	3	3	4	4	6	5	2	5	5	5	6	3	2	5	4	2	5	5	4		
	Eval 12 04-oct	5	6	7	4	4	4	3	0	2	3	3	4	4	6	5	3	6	5	7	6	3	2	5	6	2	5	5	4		
	Eval 13 07-oct	5	6	7	4	4	5	3	0	2	3	4	4	4	6	5	3	6	5	7	6	3	2	5	6	4	5	5	5		
	Eval 14 10-oct	6	6	7	4	4	5	3	2	3	4	4	4	4	6	5	3	6	7	7	6	3	2	5	6	4	5	5	5		
	Eval 15 13-oct	6	6	8	4	4	5	4	2	3	4	4	4	6	6	5	3	6	7	7	6	3	2	5	6	4	7	5	5		
	Eval 16 16-oct	6	7	8	5	5	5	4	2	3	4	4	5	6	8	6	3	8	7	7	8	3	4	6	6	4	7	7	6		
	Eval 17 19-oct	6	7	8	5	5	5	4	2	3	4	4	5	6	8	6	5	8	7	8	8	5	4	6	6	4	7	7	6		
	Eval 18 22-oct	6	7	8	5	5	6	4	2	3	4	4	5	6	8	6	5	8	7	8	8	5	4	6	8	4	7	7	6		
	Eval 19 25-oct	7	7	8	6	5	6	4	2	3	4	6	5	7	8	6	5	8	7	8	8	5	4	6	8	5	7	7	6		
	Eval 20 28-oct	7	7	8	6	5	6	4	2	3	4	6	5	7	8	8	5	8	8	8	8	5	4	6	8	5	9	7	6		
	Eval 21 31-oct	7	7	8	6	6	6	5	2	3	4	6	7	7	9	8	5	8	8	9	9	5	4	7	8	5	9	8	8		
N O V I E M B R E	Eval 22 03-nov	7	8	8	7	6	7	5	3	4	5	6	7	7	9	8	7	8	8	9	9	5	4	7	9	6	9	8	8		
	Eval 23 06-nov	7	8	9	7	6	7	5	3	4	5	6	7	7	9	8	7	10	8	9	9	5		7	9	6	9	8	8		
	Eval 24 09-nov	7	8	9	7	6	7	5	3	4	5	7	7	8	9	8	7	10	8	9	9	5	4	7	9	6	9	8	8		
	Eval 25 12-nov	8	8	9	7	7	7	5	3	4	5	7	8	8	9	8	7	10	9	9	9	5	6	7	9	6	10	8	10		
	Eval 26 15-nov	8	8	9	7	7	7	6	3	4	5	7	8	8	9	8	7	10	9	10	9	6	6	7	9	6	10	8	10		
	Eval 27 18-nov	8	8	9	8	7	7	6	3	4	6	7	8	8	9	8	9	10	9	10	9	6	6	7	10	6	10	8	10		
	Eval 28 21-nov	8	8	9	8	7	8	6	3	5	6	8	8	9	9	8	9	10	9	10	9	6	6	7	10	7	10	8	10		

Tabla 7

Data de origen que corresponden a promedios de la evaluación de temperatura y humedad relativa.

			Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8
SEPTIEMBRE	Eval 1 1-set	Tem	19.73	16.36	24.96	18.26	18.86	18.46	14.99	23.22
		HR	52.48	64.46	38.27	68.78	70.79	76.73	89.14	54.46
	Eval 2 4-set	Tem	18.17	17.12	20.14	16.29	20.18	18.62	13.48	24.23
		HR	73.43	75.65	72.56	91.63	71.25	71.42	84.33	47.39
	Eval 3 7- set	Tem	18.54	15.67	22.64	16.54	19.51	18.68	13.58	20.49
		HR	68.30	77.79	51.21	89.35	74.39	61.45	81.69	56.04
	Eval 4 10 - set	Tem	17.79	16.16	21.29	15.71	19.82	20.47	15.36	23.38
		HR	64.68	78.48	57.23	79.19	63.45	63.70	81.94	47.38
	Eval 5 13 - set	Tem	16.64	13.98	21.48	14.94	20.82	20.66	14.88	24.78
		HR	72.99	76.53	62.22	90.34	64.69	56.01	77.80	43.59
	Eval 6 16- set	Tem	18.03	15.91	24.34	16.62	20.34	23.40	17.87	21.91
		HR	72.95	77.85	48.04	78.95	62.84	50.45	84.46	65.89
	Eval 7 19-set	Tem	16.98	16.14	21.01	15.35	17.12	20.41	16.84	21.59
		HR	82.72	82.76	63.46	84.41	75.26	62.37	82.36	64.83
	Eval 8 22- set	Tem	17.20	17.08	21.18	17.06	19.86	20.99	16.68	24.26
		HR	90.37	92.56	61.04	79.44	71.31	65.21	84.62	54.01
	Eval 9 25- set	Tem	20.29	18.77	20.76	17.06	20.96	20.83	17.40	26.56
		HR	69.98	82.44	71.87	89.54	74.36	70.65	86.18	43.26
	Eval 10 28- set	Tem	20.16	17.98	26.82	18.69	20.68	22.29	15.89	18.85
		HR	59.47	71.51	36.24	67.28	58.33	37.47	63.89	60.17
OCTUBRE	Eval 11 01- oct	Tem	16.25	15.46	20.30	15.84	18.91	20.72	17.08	25.06
		HR	83.27	90.13	74.51	95.44	73.81	68.90	89.88	52.65
	Eval 12 04- oct	Tem	18.47	18.33	23.68	18.41	17.74	16.49	21.73	18.99
		HR	86.39	89.10	61.32	70.33	76.01	94.69	66.79	72.78
	Eval 13 07-oct	Tem	16.53	24.06	17.99	20.29	23.84	16.31	27.66	20.42
		HR	85.08	46.42	67.16	64.44	44.30	73.44	40.56	64.08
	Eval 14 10-oct	Tem	17.93	29.68	20.33	19.58	19.92	17.03	24.01	19.44
		HR	74.05	32.18	66.98	76.71	85.04	98.24	63.43	82.27
	Eval 15 13-oct	Tem	18.25	25.03	17.73	21.58	22.38	16.93	21.22	17.59
		HR	84.06	49.82	93.61	74.49	69.26	97.34	74.35	96.51
	Eval 16 16-oct	Tem	17.15	23.24	15.88	20.34	21.48	16.93	24.73	18.17
		HR	97.62	60.21	87.86	66.01	60.16	85.60	57.57	92.34
	Eval 17 19-oct	Tem	16.63	24.04	17.08	21.53	24.06	17.01	25.11	20.98
		HR	93.23	57.99	93.18	75.19	51.53	83.04	48.78	58.93
	Eval 18 22-oct	Tem	17.64	23.86	16.83	18.96	20.54	17.16	25.26	19.67
		HR	77.31	58.09	97.56	89.39	80.98	98.76	61.76	86.29
	Eval 19 25-oct	Tem	18.22	24.01	18.41	20.85	22.79	17.87	23.23	20.48
		HR	93.99	66.64	96.06	83.54	67.72	95.44	69.45	74.87
	Eval 20 28-oct	Tem	18.78	25.99	17.76	21.97	22.99	18.09	24.94	25.23
		HR	88.29	57.29	99.03	76.73	62.39	88.92	56.59	52.78

	Eval 21	Tem	23.21	20.48	19.98	19.74	21.76	19.63	24.33	19.16
	31-oct	HR	58.74	73.59	74.84	72.46	68.77	68.34	55.14	73.36
NOVEMBRE	Eval 22	Tem	19.63	26.52	18.62	19.78	18.16	17.12	22.22	17.83
	03-nov	HR	71.43	50.35	77.55	78.80	90.66	91.83	69.99	90.07
	Eval 23	Tem	20.08	23.01	16.99	22.98	19.48	16.96	19.71	16.71
	06-nov	HR	72.49	63.44	95.33	61.85	84.09	94.98	82.79	99.53
	Eval 24	Tem	18.81	20.36	13.71	22.33	19.01	17.03	21.92	16.08
	09-nov	HR	85.39	72.47	93.31	57.09	74.57	89.36	72.16	99.85
	Eval 25	Tem	19.40	20.74	15.68	23.81	20.49	16.49	25.93	17.58
	12-nov	HR	77.96	73.39	99.69	58.73	68.19	91.48	43.79	80.24
	Eval 26	Tem	19.73	19.76	15.79	20.16	18.58	17.63	23.47	18.26
	15-nov	HR	73.90	85.57	100.00	84.51	95.68	96.53	73.35	100.00
	Eval 27	Tem	19.41	21.72	17.63	23.02	20.41	17.59	23.99	18.27
	18-nov	HR	98.43	91.13	100.00	84.88	96.77	100.00	79.31	100.00
	Eval 28	Tem	20.66	21.65	16.74	22.96	19.95	17.81	27.35	24.64
	21-nov	HR	90.92	86.56	100.00	79.49	94.86	99.04	54.69	58.68

ANEXO 2. Galería de fotografía



Figura 10. Instalación de termo higrómetro (*Data Logger*).



Figura 11. Evaluación de incidencia de la marchitez de la tara.



Figura 12. Muestreo para análisis de suelo.

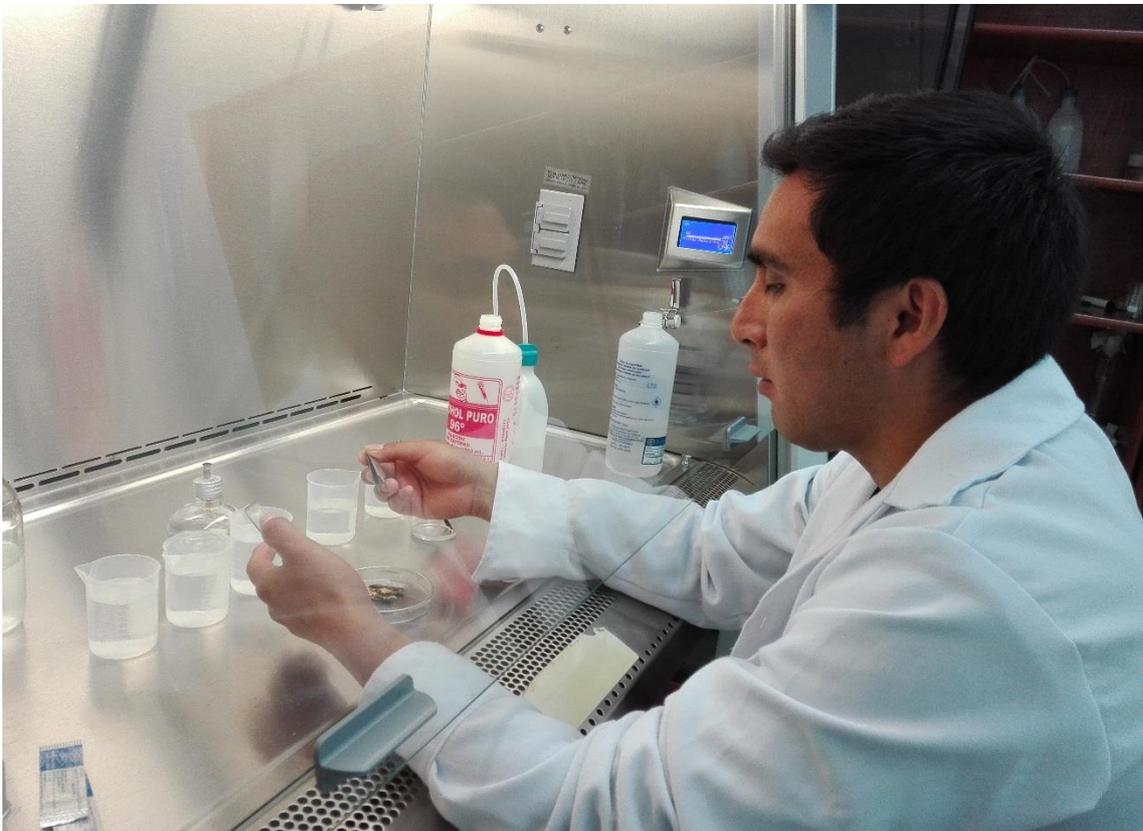


Figura 13. Aislamiento mediante muestras de raíz de tara.



Figura 14. Inoculación en raíces primarias de tara mediante discos de PDA contenidos con micelio de *Fusarium sp.*

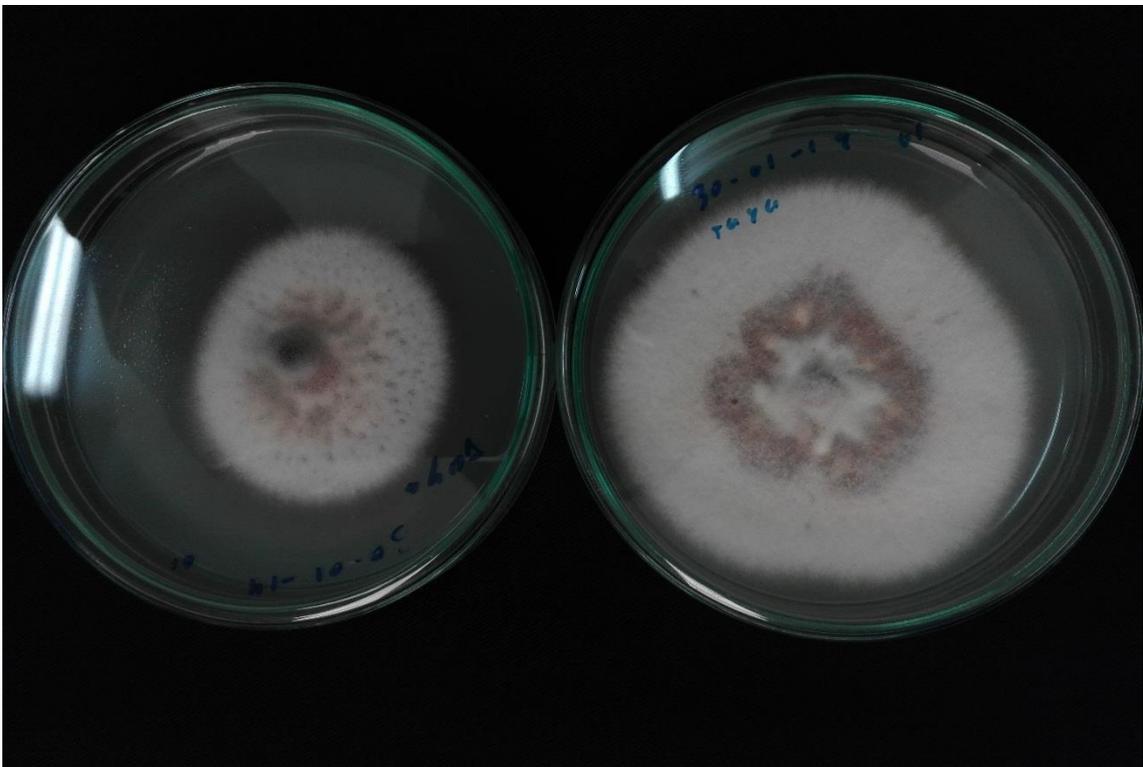


Figura 15. Micelio de *Fusarium sp.* de 15 días de crecimiento.



Figura 16. Planta de tara (*Caesalpinia spinosa*) con síntomas de marchitez.



Figura 17. Plantones de tara (*Caesalpinia spinosa*) con síntomas de marchitez.