



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

ESCUELA DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL JICARERO

MICORRIZAS ASOCIADAS A *Quercus* sp EN LA LOCALIDAD
DEL SALTO, TILZAPOTLA MORELOS

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

DIANA REYES QUIÑONEZ

DIRECTOR

DR. ISAAC TELLO SALGADO

CO-DIRECTOR

M. en C. HUMBERTO FLORES BUSTAMANTE

JICARERO, MORELOS

NOVIEMBRE 2021

AGRADECIMIENTOS

A la escuela de estudios superiores del Jicarero UAEM, la institución académica que me dio la bienvenida convirtiéndose en un hogar, a los profesores, personal administrativo y académico que me brindo mucho apoyo

Al laboratorio de micología del CIB (Centro de Investigaciones Biológicas) por el apoyo y brindarme usar las instalaciones para la identificación de las muestras de cuerpos fructíferos

Al laboratorio de procesamiento histológico de la Facultad de Medicina de la UAEM por permitirme usar las instalaciones, así como los materiales y equipos para poder realizar los cortes histológicos y las tinciones

Al Dr. Isaac Tello Salgado por dirigir este proyecto de investigación, gracias por darme la oportunidad, la confianza y sus enseñanzas a lo largo de este trayecto

Al M. en C. Humberto Flores Bustamante, gracias por apoyarme como codirector en este proyecto, por su confianza, paciencia y su apoyo incondicional durante estos años

A la Dra. Janeth Téllez Román por formar parte del comité de sínodos, por su gran apoyo que me ha brindado en el laboratorio, así como asesorándome en la escritura de mi tesis, sus consejos y paciencia.

Al Dr. Elizur Montiel Arcos por formar parte del comité de sínodos en este proyecto, por guiarme en la identificación de los cuerpos fructíferos, sus enseñanzas en clase y sobre todo sus enseñanzas en campo.

Al Dr. Juan Manuel Rivas González por apoyarme durante el transcurso de la carrera y formando parte del comité de sínodos de este proyecto.

A la Mtra. María Ángeles Núñez Puentes por apoyarme formando parte del comité de sínodos de este proyecto, muchas gracias.

Al M. en C. Gabriel Flores Franco y la Dra. Susana Valencia Avalos por apóyame en la identificación de las muestras botánicas

Muchas gracias al comité de sínodos y maestros que han estado presente a lo largo de estos cuatro años enseñándome, brindándome su atención y amistad, adentrándome al mundo de la biología en especial el amor por los hongos.

DEDICATORIAS

A las personas que me dieron la vida, por cuidarme y darme todo su amor desde el momento en que llegue a este mundo... a mis padres, Gracias mamá por estar conmigo incondicionalmente a pesar de las adversidades incluso a pesar de las diferencias que tenemos, eres una mujer maravillosa y dulce. Gracias papá por apoyarme en todas las decisiones por más incoherentes que sean, por enseñarme a que debo seguir hasta el último momento, tú has sido mi mayor ejemplo y uno de mis motivos para seguir adelante

A mis hermanos, mis gordos, Diego y Miguel, gracias por estar conmigo por alegrar mis días tristes con sus locuras, por acompañarme a lo largo de mi vida mostrándome el mundo desde otras perspectivas, por apoyarme en todo, ustedes son mi motor de vida, los amo mucho.

A mi abuela tenchi a pesar de ya no estar en este mundo jamás olvidare el gran amor con el que cuidaste, a enseñarme que no debo dejarme de nadie, te extraño mucho, siempre estarás en mi corazón.

Al Profe Humberto, Betosaurio, gracias por haberme dado la oportunidad de trabajar en equipo con ustedes, el apoyo enorme que nos diste, por soportar lo rara que a veces soy, por aconsejarme cuando ya quería tirar la toalla, te has convertido en parte de mi familia, espero que nuestra amistad siga perdurando.

A Omar mi amor, gracias por acompañarme durante estos años, mi compañero de vida, hemos pasado tanto juntos dándome todo tu amor, comprensión y sobre todo tu paciencia, espero que sigas a mi lado muchos años más.

A Eren, no pensé que llegáramos a ser tan unidas, de verdad agradezco que nuestra amistad haya perdurado y crecido tanto, no olvidare todo lo que nos ha pasado juntas, la veces que nos llovía, cuando nos perdíamos, pero siempre juntas, ¡¡¡gracias!!!

A Sayiri mi mejor amiga, eres como una hermana que a pesar de la distancia nuestra unión no cambia, espero seguir contando contigo mucho tiempo más, Te quiero.

A mi amiga Ana, por alegrarme con tus locuras, acompañándome hasta muy tarde mientras hacía trabajos y mi escrito, te quiero.

A mis compañeros de clase, por apoyarme.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2.- ANTECEDENTES | 2 |
| 2.1 Micorrizas | 5 |
| 2.2 Tipos de micorrizas | 5 |
| 2.3 Mecanismos de micorrización | 7 |
| 2.4 Genero <i>Quercus</i> | 8 |
| 3.- JUSTIFICACIÓN | 10 |
| 4.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 10 |
| 5.- HIPÓTESIS | 10 |
| 6.-OBJETIVOS GENERAL | 10 |
| 6.1 Objetivos particulares | 10 |
| 7.- MATERIALES Y MÉTODOS | 11 |
| 7.1 Área de estudio | 11 |
| 7.2 Cuadros e identificación | 11 |
| 7.3 Análisis taxonómico | 11 |
| 7.4 Análisis de suelo | 12 |
| 7.5 Análisis histológico | 12 |
| 8.- RESULTADOS | 14 |
| 8.1 Análisis de los cuadrantes | 14 |
| 8.2 Análisis taxonómico de <i>Quercus</i> spp | 15 |
| 8.3 Identificación de las especies de hongos | 16 |
| 8.4 Características físicas y químicas del suelo de los cuadrantes | 18 |
| 8.4.1 análisis de suelo | 19 |
| 8.4.1 Humedad | 19 |
| 8.5 Análisis histológico | 27 |

8.5.1 Análisis de raíces de *Quercus*

8.5.2 Análisis histológico de los cuerpos fructíferos

| | |
|-------------------|----|
| 9.- DISCUSIÓN | 31 |
| 10.- CONCLUSION | 34 |
| 12.- BIBLIOGRAFÍA | 35 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Características de cada tipo de micorriza. | 6 |
| Tabla 2. Coordenadas, número de <i>Quercus</i> y de hongos de cada cuadro realizado en las colectas de junio-septiembre. | 14 |
| Tabla 3. Especies de <i>Quercus</i> encontradas en cada cuadro. | 15 |
| Tabla 4. Lista de especies colectadas durante julio-septiembre. | 16 |
| Tabla 5. Datos de los niveles de pH obtenido de cada cuadro. | 19 |
| Tabla 6. Datos de la humedad presente en los días de colecta. | 19 |
| Tabla 7. Datos de los tipos de micorrizas que se encontraron por cuadrante. | 20 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** (MC) Muestra control: corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* teñida con la tinción safranina-verde rápido en el cual se pueden observar las partes de esta sin presencia de hongos, a 10x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Cambium. 21
- Figura 2.** Muestra del cuadro 1 17/07/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* teñida con safranina-verde rápido, se pueden observar vesículas a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Cambium; D) Vesículas. 21
- Figura 3.** Muestra del cuadro 2 17/07/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se pueden observar varias vesículas, e hifas teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Cambium; D) Vesículas; E) Hifas. 22
- Figura 4.** Muestra del cuadro 4 17/07/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se pueden observar vesículas teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; D) Vesículas. 22
- Figura 5.** Muestra del cuadro 6 18/08/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se puede observar una estructura dentro de una célula, posiblemente un arbusculo y algunas hifas, teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Hifas; D) Arbúsculo. 23
- Figura 6.** Muestra del cuadro 7 24/08/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se pueden observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis y vesículas teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Vesículas; D) Hifas; E) Manto fúngico. 23
- Figura 7.** Muestra del cuadro 8 24/08/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se puede observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis, teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Manto fúngico. 24
- Figura 8.** Muestra del cuadro 9 21/09/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se puede observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis, teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Córtez; C) Manto fúngico. 24
- Figura 9.** Muestra del cuadro 10 21/09/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en donde se observan hifas formando el manto fúngico, teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Manto fúngico. 25

- Figura 10.** Muestra de cuadro 1 colectada el 17/jul/19: Corte longitudinal de raíz de *Quercus* en la cual se pueden observar vesículas, hifas y esporas teñido con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtex; C) Cambium; D) Vesículas. 25
- Figura 11.** Muestra del cuadro 8 24/08/19: Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el que se pueden observar hifas formando el manto fúngico y esporas sobre la epidermis, teñido con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtex; C) Hifas; D) Esporas; E) Manto fúngico. 26
- Figura 12.** H1 *Tylopilus felleus*: Corte longitudinal del píleo (sombrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas, también se pueden observar esporas aun pegadas a los basidios teñido con azul de lactofenol observado a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas. 27
- Figura. 13** H2 *Strobilomyces strobilaceus*: Corte longitudinal del píleo (sombrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas, también se pueden observar esporas aun en los basidios, observado a 10x: A) esporas; B) basidios; C) hifas. 27
- Figura. 14** H2 *Strobilomyces strobilaceus*: Corte longitudinal del píleo (sombrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas (pileocistidios), también se pueden observar esporas aun en los basidios, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas. 28
- Figura.15** H4 *Panaeolus antillarum*: Corte longitudinal del píleo en la parte del himenio donde se observan las láminas formadas por hifas, también se observan esporas, teñido con azul de lactofenol, a 10x: A) esporas; B) hifas. 28
- Figura.16** H4 *Panaeolus antillarum*: Corte longitudinal del píleo en la parte del himenio donde se observan las láminas formadas por hifas, también se observan esporas, teñido con azul de lactofenol, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas. 29
- Figura. 17** H9 *Trichoglossum hirsutum*: Corte oblicuo del píleo conformado por hifas, ascas, teñido con azul de lactofenol, observado a 40x: A) ascas; B) hifas. 29

Figura. 18 H10 *Leccinum scabrum*: Corte longitudinal de píleo (sombrero) en la parte del himenio donde se observan los tubos formados por hifas, cistidios y basidios teñido con azul de lactofenol, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas.

ABREVIATURAS

BMM: Bosque mesófilo de montaña.

CIB: Centro de Investigaciones Biológicas.

CIByC: Centro de investigación en biodiversidad y conservación.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

EM: Ectomicorriza.

FAA: Formaldehído Alcohol Acético.

HMA: Hongo Micorrícico Arbuscular.

HSO: Hongo Septado Oscuro.

ISRIC: International Soil Reference and Information Center.

JMP: Java Memory Profiler.

MA: Micorriza Arbuscular.

SAS: Sistema de Análisis Estadístico.

SEMARNAT: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

Los hongos micorrícicos forman asociaciones simbióticas con raíces de varias especies de plantas en las cuales ambas partes resultan beneficiadas, por el intercambio de nutrientes o protección. Este tipo de hongos han sido utilizados para diferentes estudios relacionados con el desarrollo de plántulas, mejoramiento o biorremediación de suelos en áreas contaminadas. Sin embargo, aún hay información escasa de micorrizas asociadas a diferentes especies, además, no se cuenta con un panorama amplio del impacto social de estas asociaciones, así como, su abundancia en las diferentes especies del género *Quercus*. En este estudio se realizaron un total de 10 cuadrantes de 10m² en diferentes puntos de la localidad El Salto en Tlzapotla, Morelos, de los cuales se tomaron muestras de las raíces y hojas de las plantas pertenecientes a este género con la finalidad de identificar las especies de *Quercus* presentes en la zona de estudio de igual forma se recolectaron muestras de suelo y cuerpos fructíferos que se encontraron dentro de cada cuadrante, identificación de las especies de hongos micorrícicos y abundancia de las asociaciones micorrícicas. Las muestras de raíces y cuerpos fructíferos se sometieron a análisis histológicos para observar sus estructuras presentes en ellas, las muestras de suelo se determinó su pH observando que el área de estudio tiene un pH óptimo para la proliferación de micorrizas. En este estudio se identificaron un total de 4 especies pertenecientes al género *Quercus*, y respecto a los cuerpos fructíferos se identificaron aproximadamente 25 géneros en 53 especies, con respecto a los tipos de micorrizas identificados en las especies de *Quercus* presentes en la localidad El Salto se encontraron endomicorrizas y ectomicorrizas.

1. INTRODUCCIÓN

Las micorrizas son importantes debido a su capacidad de mejorar la calidad de las plantas y suelos, por el intercambio de nutrientes por medio de las raíces, sirven como protección ante agentes patógenos que puedan dañar a sus hospederos, además de que transportan el carbono de las raíces a otros organismos que se encuentran en el suelo y son bioindicadores de calidad ambiental (Brundrett *et al.*, 1996). Son utilizadas para restaurar suelos de ecosistemas que se han afectado gravemente por la contaminación química, así como la contaminación por aguas residuales y por la explotación minera (Ortega *et al.*, 2015).

Las micorrizas son una de las relaciones entre hongos y plantas más importantes, cuyo término fue acuñado por el patólogo Frank en el año 1885. Este término se utiliza para explicar varios tipos de simbiosis que llevan a cabo las raíces de plantas con algunos grupos de hongos, en dicha asociación ambos simbiosistas se ven beneficiados gracias al intercambio de nutrientes que llevan a cabo las raíces de los árboles y las hifas de estos hongos, además reciben protección ante organismos que puedan ser patógenos que pueden afectar a las plantas (Pérez, 2004). Se ha encontrado que las plantas que realizan esta asociación con las micorrizas predominan en la gran mayoría de ecosistemas (Brundrett *et al.*, 1996).

En estudios realizados con plantas en campo y en viveros se asocian con diversas familias de plantas, una de las principales es la familia Fagaceae. De los cuales los encinos (*Quercus* sp) es de los árboles de más importancia mundial (Valencia *et al.*, 2004). En México se han identificado aproximadamente 161 especies, 81 pertenecen al género *Quercus*, 76 son de: *Lobatae* y los últimos 4 pertenecen a *Protobalanus* (Sabás *et al.*, 2015).

Por lo que este estudio tiene como objetivo identificar las micorrizas que se encuentran asociadas a plantas del género *Quercus* de la Localidad El Salto en Tlaxiaco, Morelos utilizando cuadros en el área se analizarán las raíces secundarias de los árboles en las que se encuentran y se identificará el tipo de micorrizas asociadas a *Quercus* con ayuda de estudios histológicos.

2. ANTECEDENTES

Los primeros estudios realizados sobre asociaciones micorrícicas con familias de árboles fueron en el año 1987 donde el investigador Harley realizó uno de los primeros estudios en diferentes familias de árboles en los cuales se registraron que tipos de micorrizas se asociaban a estas, en la cual reporta que la familia *Fagaceae* solo presentan micorrizas del tipo ectomicorriza.

En el año 2006 Mendoza llevó a cabo un estudio en la porción noroeste de la sierra de Pachuca en Hidalgo, en terrenos del Parque Nacional El Chico, dicho estudio tuvo como objetivo determinar las especies de hongos que se encuentran relacionadas con especies de encinos y cuáles de ellas forman una asociación micorrícica. Se registraron seis especies de encinos: *Quercus affinis*, *Q. glabrescens*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa* y 37 de hongos ectomicorrícicos.

En relación con los estudios que se han realizado con micorrizas, Torres en 1992, presentó un estudio de las ectomicorrizas del pino carrasco (*Pinus halepensis*). Donde uno de sus objetivos era conocer la simbiosis establecida entre el micelio fúngico y las raíces de las coníferas, lograr inocular plántulas para mejorar su desarrollo, lograr inocular a gran escala, que sea de manera sencilla y económica. Los resultados que obtuvieron demostraron que la micorrización de plántulas de pino carrasco mediante el uso de inóculos esporales era una técnica sencilla, económica y efectiva, por lo tanto, era viable en los viveros forestales (Torres *et al.*, 1994).

Otros estudios realizados sobre micorrizas fue en el 1990 en el cual Lodge realizó un estudio en diferentes familias de árboles (*Salicaceae*, *Betulaceae* y *Myrtaceae*) en las cuales quería observar los tipos de micorrización. Se tomaron muestra de aproximadamente 200 árboles que fueron colocadas en parcelas y de algunos otros tomados en diferentes carreteras, estas raíces fueron lavadas y conservadas en FAA. Las muestras colectadas fueron teñidas con azul de lactofenol y posteriormente se realizó la técnica de intersección de cuadrícula con aumento en las cuales se observaron dos tipos de micorrización: A) micorrizas duales las cuales puede

estar en el mismo segmento de la raíz y, B) micorrización sucesiva las cuales primero colonizan endomicorrizas y después son desplazadas por las ectomicorrizas.

En estudios posteriores en el año 2001 en este se documentó los patrones de ocupación de raíces por hongos glomaleanos y ectomicorrízicos (EM) en *Quercus agrifolia*, y las respuestas de la planta huésped a la inoculación con cada tipo de micorrizas solo o en combinación. Se observaron elementos estructurales característicos tanto de Glomalean como de ectomicorrizas. La colonización de la raíz fue principalmente EM con un nivel de colonización pequeño pero significativo por las hifas y vesículas de *Glomalean* (Egerton *et al.*, 2001). En dicho estudio mostro que las raíces de especies que pertenecen a la familia Fagaceae presentan estructuras de hongos endomicorrízicos y ectomicorrízicos.

Desde el año 1998 hasta febrero 2000 realizaron un estudio de campo en un bosque situado en Nazar (Navarra, España), el cual tuvo como objetivo la comparación cualitativa y cuantitativa de los tipos de ectomicorrizas que han sido identificado y descritos en dos zonas seleccionadas, la primera es una zona 1 la cual sufrió un incendio forestal y la segunda una zona de control de este carrascal (no sufrió daños por el incendio). Los resultados indicaron que el porcentaje de micorrización en la zona quemada (zona 1) del carrascal es menor a la zona donde no hubo alteración por el incendio es decir la zona de control, los 5 muestreos se realizaron a lo largo de 15 meses. Se encontraron 23 tipos de micorrizas de las cuales solo 10 fueron identificadas, de los 13 restantes solo se aportaron descripciones exhaustivas de ellos (Román *et al.* 2000).

Cardona en el 2005 evaluó la abundancia de actinomicetes y hongos Micorriza Arbuscular (MA) en suelos bajo coberturas de bosque y pasto, en una zona de colonización de la Amazonia colombiana con tres grados de transformación antrópica. Se observó que la abundancia de actinomicetes fue mayor en bosques, si se compara con el de pastos.

En un estudio en el 2017 se determinó la diversidad de especies además de la abundancia de esporas de hongos micorrízicos en sitios de diferentes etapas de regeneración de la selva Lacandona, Chiapas en temporadas de lluvias y secas. Se colectaron muestras de suelo al azar en 12 sitios en cada temporada dando un total de 120 muestras. Como resultados se identificaron 49 especies que pertenecen a 15 géneros, los géneros más abundantes fueron *Acaulospora*, *Glomus* y *Ambispora*. La diversidad y la equitabilidad de especies fueron

mayores en sitios de etapas más tardías en la sucesión para ambas temporadas. Durante la temporada de secas los sitios compartieron el 40% de las especies, mientras que durante la temporada de lluvias sólo compartieron el 30%. Un análisis de varianza determinó que la abundancia de esporas fue mayor en los sitios tempranos de regeneración (Álvarez *et al.*, 2017).

En el 2014 se evaluó el grado de colonización, riqueza y abundancia de esporas de los Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA) presentes en fragmentos de BMM con diferente historia de manejo: conservado (100 años), en recuperación (17 años) y alterado. Se estudiaron muestras de suelo y raíces tomadas de 5 individuos de *Alsophila firma* por cada sitio, con al menos 100m de distancia entre individuos. Se analizaron en total 100cm de raíz por cada sitio. Las muestras de raíz presentaron colonización principalmente de HMA y ocasionalmente por hongos septados oscuros (HSO). Se encontraron 19 especies: *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Glomus*, *Funneliformis*, *Sclerocystis* y *Scutellospora*. Las especies dominantes en los tres sitios fueron *Funneliformis geosporum* y *Acaulospora scrobiculata*. La mayor diversidad (H') y equitatividad (J') ($p < 0.05$). se presentaron en el sitio conservado ($H' = 1.7$; $J' = 0.66$) con respecto al sitio en recuperación ($H' = 1.5$, $J' = 0.61$) y alterado ($H' = 0.74$, $J' = 0.41$). Los niveles de colonización micorrícica total de raíz fueron estadísticamente mayores (Lara *et al.*, 2014).

En un estudio en el 2018 analizó la abundancia, riqueza y composición de HMA nativos. En 21 muestras de suelo recolectadas en noviembre 2015 de siete sitios en la región del Soconusco, Chiapas, México, cultivados con *Coffea canephora*, se cuantificó la abundancia de esporas, la riqueza y composición de morfoespecies de HMA y se exploró su relación con las propiedades del suelo. Se obtuvo un total de 20 morfoespecies y cinco nuevos registros de HMA para Chiapas, las morfoespecies más frecuentes pertenecen a los géneros *Acaulospora* y *Glomus*. Los sitios Toluca y Victoria tuvieron mayor riqueza de especies (17 spp. c/u) que San Agustín, 20 de noviembre y San Luis Nexapa (4 - 7 spp. c/u) mientras que Providencia y Platanar registraron una riqueza intermedia y los mayores valores de abundancia de esporas (Bertonili *et al.*, 2018).

En estudios recientes se efectuó una evaluación donde se observó el efecto de la pinarización y la abundancia de hojarasca sobre el porcentaje de micorrización en una zona de pino-encino en el cerro de Ecatepec, Chiapas, se tomaron muestras en 3 sitios y se obtuvo un total de 60 unidades experimentales, las raíces se prepararon siendo lavadas y colocadas en FAA, una vez preparadas se llevó a cabo el procedimiento de clareo y tinción utilizando el método de Phillips y Hayman, este consiste en: clareo, blanqueo, acidificación, tinción y decoloración. Para el análisis estadístico utilizaron los programas JMP y SPSS. Como resultado se examinó que hay presencia de endomicorizas en el pino-encino, el cual el encino tuvo una mayor abundancia en comparación al pino y el ecotono. No se observó ningún efecto de la pinarización sobre el porcentaje de infección micorrícica, sin embargo, la profundidad de hojarasca presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la variable de infección, lo cual puede deberse a que la presencia de hojarasca beneficia la actividad microbiológica del suelo y además la humedad y temperatura de la capa de hojarasca favorece el desarrollo de hongos micorrícicos (Pérez *et al.*, 2019).

Por otra parte, en el año 2004, CONABIO y la UAEM, realizaron un estudio sobre la biodiversidad del estado de Morelos en cual presento las 10 especies del género *Quercus* que se encuentran distribuidas en el estado, estas son: *Q. rugosa*, *Q. candicans*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Q. decipiens*, *Q. crassifolia*, *Q. glaucoides*, *Q. magnoliifolia* y *Q. elliptica*.

2.1 Micorrizas:

Las micorrizas son un grupo de hongos que infectan las raíces de la mayoría de las plantas, formando una asociación en la cual ambas partes salen beneficiadas, esto quiere decir que no es dañina para la planta además la provee de nutrientes como el fosforo, cobre, zinc y azufre. El hongo es el que provee de nutrientes mientras que la planta nutre al hongo con los productos de la fotosíntesis, así como le da protección ante microorganismos como bacterias y otros hongos que suelen rodear la raíz (Cruz *et al.*, 1999).

2.2 Tipos de micorrizas:

Actualmente existen 7 tipos de micorrizas, aunque si hacemos una simplificación de estas se pueden abarcar todas en tres grandes grupos: ectomicorizas, endomicorizas y ectendomicorizas (tabla1).

Tabla 1. Características de cada tipo de micorriza.

| Tipos de micorriza | Características |
|---------------------------|--|
| Ectomicorrizas | Son cerca del 3-5% de micorrizas que existen, pueden presentar hifas septadas, son del tipo ascomicetes o basidiomicetes. Forman un manto verdadero manto de hifas, estas penetran los espacios corticales desarrollando la red de Harting. En ocasiones presentan estructuras externas como cistidios, hifas o rizomorfos (Román <i>et al.</i> ,2000). |
| Endomicorrizas | También conocidas como arbusculares, formada por zigomicetos y a comparación de las ectomicorrizas estas no forman la red de Harting y las hifas penetran intracelularmente la corteza de la raíz, forman estructuras especializadas llamadas arbusculos y en ocasiones vesículas (Aguilera <i>et al.</i> , 2007). |
| Ericoides | Es un subtipo de endomicorriza, se asocia con plantas pertenecientes a varias familias del orden ericales, poseen raíces finas laterales. Coloniza las células de la epidermis de la planta formando hifas ramificadas (Camarena <i>et al.</i> , 2012). |
| Orquidioides | Subtipo de endomicorriza que presenta más afinidad hacia las orquídeas, además de que forma estructuras llamadas pelotones dentro de la raíz de la planta (Camarena <i>et al.</i> , 2012). |
| Ectendomicorrizas | Tipo de micorriza que presenta características de ectomicorrizas y endomicorrizas, como es la formación de manto y red de Harting (ectomicorrizas) pero también pueden llevar acabo la penetración intracelular como las endomicorrizas. No siempre se forma el manto, pero si la red de Harting. Los hongos que forman este tipo de asociación son basidiomicetes y ascomicetes (Andrade <i>et al.</i> , 2010). |
| Arbutoide | Los arbutoides son del tipo basidiomicete, estos tienen la característica que pueden formar el manto y la red de Harting así como pueden penetrar las células radicales de las plantas con las que se asocian las cuales son del orden ericales y son de los géneros: <i>Arctostaphylos</i> , <i>Arbutus</i> y <i>Pyrola</i> , se ha dado |

| | |
|---------------------|--|
| | casos en los que se asocia con plantas del género <i>Pinus</i> cuando esto sucede se forman ectomicorrizas (Andrade <i>et al.</i> , 2010). |
| Monotropoide | Tipo de ectendomicorriza que realiza una asociación con plantas que con aclorófilas las cuales pertenecen a 10 géneros dentro del orden de las ericales, los hongos que conforman esta asociación son basidiomicetes (Andrade <i>et al.</i> , 2010). |

2.3 Mecanismos de micorrización:

En hongos endomicorrízicos, las esporas que estos poseen se pueden considerar una de las formas en las que se propagan esto es debido a que las raíces de las plantas que colonizan pueden ser colonizadas con trozos de micelio, este se ramifica para que se pueda desarrollar la infección. En micorrizas arbusculares hay dos fases del sistema micelial: en la primera es un micelio interno en la corteza de la raíz de planta mientras que en la segunda es un micelio externo en el suelo, esta fase varía en extensión y volumen (Aguilera *et al.*, 2007).

El inicio de la simbiosis entre la planta y el hongo empieza cuando las esporas germinan y las condiciones del suelo (temperatura y humedad) son favorables o si hay un crecimiento de hifas a partir de propágulos que se encuentran en el suelo haciendo un sistema radical susceptible. El crecimiento micelial se ve incrementado debido a que las raíces proporcionan a través de exudados los sustratos que las hifas necesitan para su desarrollo, esto después de que las reservas que tienen en las esporas se terminen. A pesar de que el desarrollo micelial se da en presencia de raíces, las hifas no se dirigen hacia ellas, sino hasta que su desarrollo sea mayor y la distancia entre estas, y la raíz sea menor apenas de unos milímetros (Aguilera *et al.*, 2007).

Cuando la hifa tiene contacto con las células epidérmicas o pelos radicales se forma un apresorio de un espesor ligero, donde se desarrollan ramificaciones infectivas cortas. Después de esto las hifas penetran la epidermis o pelo radical a través de presión que estas ejercen en el crecimiento sobre la pared celular, lo cual provoca que se curva alrededor de la hifa y su espesor disminuya en las células corticales. Aun no se tiene conocimiento si la producción de enzimas está involucrada por el hongo, puede que se dé una actividad alta hidrolítica y se sugiere que debido a la presencia de pectinasas facilita la entrada de la hifa a

la raíz. La hifa penetra la raíz de la planta, en su mayoría entre las células epidérmicas, se comienza a disipar de manera intracelular a lo largo de la corteza hasta alcanzar la segunda capa de las células corticales. Una vez que la hifa degrada la pared de la célula la colonización pasa a ser intracelular, e invagina la membrana para ramificarse después dicotómicamente varias veces y se forma una estructura similar a un arbusto, que recibe el nombre de arbuscúlos en el interior de la célula. Ahí es donde se da el intercambio de nutrientes entre ambos simbioses (Aguilera *et al.*, 2007).

Los arbuscúlos activos tienen una vida media bastante corta la cual está entre dos a quince días, en los cuales se colapsa y es rodeado por la plasmalema de la célula vegetal y es encapsulado por el material que es depositado en la zona interfacial que puede provenir del hospedero. La degradación continua de los arbuscúlos es continua, así como la formación de nuevos arbuscúlos este proceso es favorable para las plantas ya que cuando se degradan los arbuscúlos estos liberan gran cantidad de nutrientes que son absorbidos por las raíces y se distribuyen por toda la planta (Aguilera *et al.*, 2007).

2.4 Genero *Quercus*:

El género pertenece a la familia Fagaceae, la cual comprende plantas leñosas que son muy importantes que pueden ser arbustos o árboles que poseen hojas alternas simples y se caracterizan por sus flores que son polinizadas por el viento, su madera resistente, las bellotas que tienen como fruto y su gran capacidad de vivir durante muchos años. Este género está conformado por aproximadamente 600 especies en todo el mundo, dominan gran variedad de hábitats como lo son los bosques templados caducifolios, bosques siempre verdes templados y subtropicales, sabanas subtropicales y tropicales y bosques subtropicales. Este tipo de árboles favorecen los suelos arcillosos y bien drenados. Poseen unas raíces muy grandes, pueden llegar a medir tres veces la estatura del árbol y pueden descender desde 4.6 m hasta 12.2 m esto depende de las condiciones que presente el suelo del sitio (Younas *et al.*, 2017).

Las características de las plantas pertenecientes a este género son: estipulas subuladas o liguladas, a veces persistentes más bien asociadas con las yemas que con las hojas, yemas apiñadas hacia las puntas de las ramas, hojas alternas generalmente pecioladas no son del todo

sésiles, tiene amentos masculinos colgantes y largos, presenta un cáliz con 5 lóbulos, unido a un perianto más o menos con una forma similar a una cúpula que cubre de 5-10 estambres libres con anteras cortas y filamentos delgados; sus flores femeninas en forma de racimo reducido con un raquis leñoso largo o corto puede tener una o más flores, el cáliz con 6 lóbulos que se pegan en la base de los estilos y se unen en un tubo, pistilo de 3 carpelos que forman un ovario trilocular, cada lóculo posee dos óvulos, 3 estilos, fruto unilocular con una semilla, los demás óvulos son abortivos; su semilla está envuelta por una cubierta rígida que forma la bellota que está siendo protegida en su base por una cúpula generalmente cubierta por escamas (González *et al.*, 1986).

3.-JUSTIFICACIÓN

En la localidad de El Salto ubicado en Tilzapotla, Morelos existe un gran interés en los hongos que crecen de manera silvestre, esto se debe a que la población obtiene beneficios alimenticios, medicinales y económicos. También son de gran importancia para la conservación del bosque, sin embargo, se desconoce la influencia de los hongos presentes en el área que se encuentra relacionada con las especies de árboles del género *Quercus* en dicha localidad, con el presente estudio se pretende identificar los tipos de hongos asociados a las especies de *Quercus*, de igual manera se realizara un listado de las especies de hongos que sean de importancia alimenticia y medicinal, así mismo de las especies de *Quercus* encontradas y que puedan ser aprovechadas.

4.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los tipos de micorrizas asociadas en árboles del género *Quercus* en la localidad El Salto?

5.- HIPÓTESIS

Las especies de *Quercus* presentes en la localidad “El Salto” presentan algún tipo de asociación micorrícica con especies de interés alimenticio o funcional.

6.- OBJETIVO GENERAL

Analizar las especies del género *Quercus* presentes en la localidad de “El Salto” e identificar los tipos de asociaciones micorrícicas presentes.

6.1 Objetivos particulares:

- Identificar las especies de *Quercus* presentes en el área de estudio.
- Identificar las especies de hongos macroscópicos presentes en el área de estudio.
- Analizar e identificar el tipo de suelo en el área de estudio.

7.- MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en Cerro Frio, en la localidad El Salto, Tilizapotla en el Estado de Morelos, en las coordenadas N 18°17'31.8'' W 099° 27'15.2''.

Durante los meses de julio a septiembre del 2019 se realizaron en total 4 muestreos en las fechas de: 17 de julio, 18 de agosto, 24 de agosto y el 21 de septiembre.

7.2 Cuadros e identificación

Los cuadros se realizaron acorde a la metodología de Ruiz en el año 2014. Cada cuadro tuvo un tamaño de aproximadamente de 10 x 10 m, se realizaron en diferentes puntos del Cerro frio, en cada cuadro se tomaron las coordenadas, se contabilizaron los árboles y se tomaron muestras de las hojas al azar de los árboles presentes en el área, posteriormente estos fueron colocados en prensas botánicas para identificar las especies del género *Quercus* mediante claves taxonómicas.

7.3 Análisis taxonómico

El análisis taxonómico y de suelo se realizaron en el laboratorio de micología del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM.

Se colectaron los cuerpos fructíferos de las especies de ectomicorrizas que se encontraron dentro de los cuadrantes y otras durante el transecto del “El Salto” en Cerro frio, se tomaron fotografías de las muestras y del lugar de donde se colectaron, una vez obtenidos los cuerpos fructíferos fueron colocados en frascos con FAA (formaldehído 10%, alcohol 50%, acético 5%) para fijar las estructuras y se analizadas posteriormente en el laboratorio de histología.

Posteriormente se colectaron de los árboles elegidos las raíces secundarias de *Quercus*, las cuales fueron etiquetadas, en la etiqueta se colocó el número de muestra y la fecha de colecta.

las muestras se lavaron con agua destilada y estéril (CONAFOR, 2007), y conservadas en FAA.

7.4 Análisis de suelo

Se tomaron las muestras de suelos que serán analizadas de acuerdo a la metodología de la International Soil Reference and Information Centre (ISRIC, 2002), las cuales fueron colocadas en bolsas herméticas y etiquetadas. Las muestras de suelo se llevaron a analizar al laboratorio de micología en el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) donde se colocaron a temperatura ambiente hasta que estén completamente secas, se tomó 1 gramo de cada una y se colocaron en tubos posteriormente se le coloco a cada tubo 9 ml de agua destilada, se colocaron durante 5 minutos en el vortex (vortex-genie 2) para homogenizar las muestras, ya que las muestras estaban homogenizadas se llevaron al potenciómetro (PC45) y se determinó su pH.

7.5 Análisis histológico

Las muestras de raíces y cuerpos fructíferos colectados se procesaron en el laboratorio de procesamiento histológico de la Facultad de Medicina de la UAEM.

Para este análisis, las muestras de raíces y cuerpos fructíferos son seccionadas en partes de aproximadamente de 1 cm por 1 cm, posteriormente las muestras se colocaron en casets de plásticos para ser colocadas en el procesador de tejidos Leica TP1020 en la cual las muestras son procesadas en 4 etapas, primero por el fijador nuevamente después pasan por la deshidratación donde las muestras son puestas en 5 estaciones en un gradiente ascendente de etanol (70, 80, 96 y 100%), xilol:etanol (1:1), después pasan a aclarado donde se colocan en xilol (2 estaciones); para finalmente incluirlas en parafina caliente durante dos estaciones para infiltrar los tejidos, realizando los cambios cada hora, una vez realizado esto las muestras en casets son colocadas en parafina caliente dentro del equipo de inclusión de parafina (Leica EG1140 H). Se retiran las muestras del caset para ser colocados en bloques de papel de aproximadamente 1 cm³ y colocados en una plancha fría para la obtención de bloques sólidos. Una vez solidificada la parafina de los cubos, son colocados en un micrótopo manual rotatorio (Leica tipo minot) para realizar los cortes a diferentes micras (7 a 12 micras), los cortes realizados son colocados a baño maría temperatura de 37°C con

gretina después los cortes ya colocados en el portaobjetos se acomodan en una plancha de calentamiento hasta que los cortes se transparenten. Posteriormente se realizaron las tinciones de safranina-verde rápido y azul de lactofenol (Téllez *et al.*, 2017).

Antes de realizar la tinción las muestras son colocadas 25 min a temperatura de 58°C en una estufa de laboratorio para derretir un poco la parafina de las muestras y así proceder a teñir.

En la tinción de safranina-verde rápido las muestras se colocaron a 20 baños en xilol, se repitió el procedimiento en xilol 2 estaciones más, 20 baños de alcohol absoluto, 20 baños al 96%, 20 baños de alcohol al 70%, 20 baños en agua, se colocaron durante 20 minutos en safranina en el transcurso del tiempo se daban baños, 20 baños de alcohol al 70%, 15 minutos en verde rápido, 20 baños de alcohol al 70%, 20 baños de alcohol al 95 %, 20 baños de alcohol absoluto y finalmente 20 baños en xilol por tres estaciones más (Téllez *et al.*, 2017).

Para la tinción de azul de lactofenol, las muestras se colocaron a 20 baños de xilol, 20 baños en alcohol absoluto, 20 baños en alcohol al 96%, 20 baños en alcohol al 70% y finalmente se dejaron durante 20 minutos en azul de lactofenol (Téllez *et al.*, 2017).

Una vez teñidas las laminillas se les colocaba una gota de resina (histo grade) J.T Baker, se coloca el portaobjetos y se deja secar. Se observaron las laminillas en microscopio óptico a 10x y 40x y sacar microfotografías.

8. RESULTADOS

8.1 Análisis de los cuadros

De los recorridos durante los meses de junio a septiembre del 2019, se monitorearon diez cuadros, registrando las coordenadas, el número de árboles pertenecientes al género *Quercus* y los hongos que posiblemente están en asociación micorrícica dentro del cuadrante, los resultados de muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Coordenadas, número de *Quercus* y de hongos de cada cuadro realizado en las colectas de junio-septiembre.

| Cuadro | Fecha | Coordenadas | Número de <i>Quercus</i> | Número de hongos |
|-----------|----------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| Cuadro 1 | 17/07/19 | N 18°27'18.0'' W 099°18'03.0'' | 9 | 5 |
| Cuadro 2 | 17/07/19 | N 18°27'17.9'' W 099°18'0.19'' | 14 | 7 |
| Cuadro 3 | 17/07/19 | N 18°27'27.7'' W 099°18'28.6'' | 17 | 6 |
| Cuadro 4 | 17/07/19 | N 18°27'36.2'' W 099°18'30.8'' | 7 | 7 |
| Cuadro 5 | 18/08/19 | N 18°27'23'' W 099°17'54'' | 13 | 8 |
| Cuadro 6 | 18/08/19 | N 18°27'20'' W 099°18'0.2'' | 11 | 4 |
| Cuadro 7 | 24/08/19 | N 18°27'37'' W 099° 18'28'' | 7 | 6 |
| Cuadro 8 | 24/08/19 | N 18°27'38'' W 099°18'28'' | 9 | 7 |
| Cuadro 9 | 21/09/18 | N 18°27'23.2'' W 099°17'33.9'' | 15 | 5 |
| Cuadro 10 | 21/09/19 | N 18°27'11.8'' W 099°18'06.2'' | 12 | 6 |

En número de árboles presentes en cada cuadrante varió desde siete hasta 17 mostrando una gran población de especies de *Quercus* spp., por otra parte, el número de hongos presentes fue bajo, desde cuatro hasta ocho unidades, posiblemente consecuencia a los bajos niveles de precipitación durante estos meses de monitoreo.

8.2 Análisis taxonómico de *Quercus* spp

En cada cuadrante se tomaron muestras de hojas de los árboles de *Quercus*, las cuales fueron prensadas y utilizadas para identificar la o las especies presentes en cada cuadrante. La identificación se realizó en el Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIByC) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, con ayuda de los biólogos:

M. en C. Gabriel Flores Franco y la Dra. Susana Valencia Avalos del Departamento de Biología Comparada de la UNAM, en la tabla 3 se enlista las especies representativas de cada cuadrante monitoreado.

Tabla 3. Especies de *Quercus* encontradas en cada cuadro.

| Fecha | Cuadrante | Especies de <i>Quercus</i> |
|------------------|--------------|---|
| 17 de julio | Cuadrante 1 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |
| 17 de julio | Cuadrante 2 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |
| 17 de julio | Cuadrante 3 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |
| 17 de julio | Cuadrante 4 | <i>Quercus</i> sp. |
| 18 de agosto | Cuadrante 5 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |
| 18 de agosto | Cuadrante 6 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née <i>Q. castanea</i> |
| 24 de agosto | Cuadrante 7 | <i>Q. castanea</i> |
| 24 de agosto | Cuadrante 8 | <i>Q. obtusata</i> Bonpl. |
| 21 de septiembre | Cuadrante 9 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |
| 21 de septiembre | Cuadrante 10 | <i>Q. magnoliifolia</i> Née |

8.3 Identificación de las especies de hongos

Los cuerpos fructíferos que fueron recolectados se identificaron en el laboratorio de Micología del CIB, registrando hasta el momento 25 géneros y 53 especies de las cuales un total de 41 especies forman una asociación micorrícica. Se observa que existe una riqueza de especies de hongos presentes en el área los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Lista de especies colectadas durante julio-septiembre.

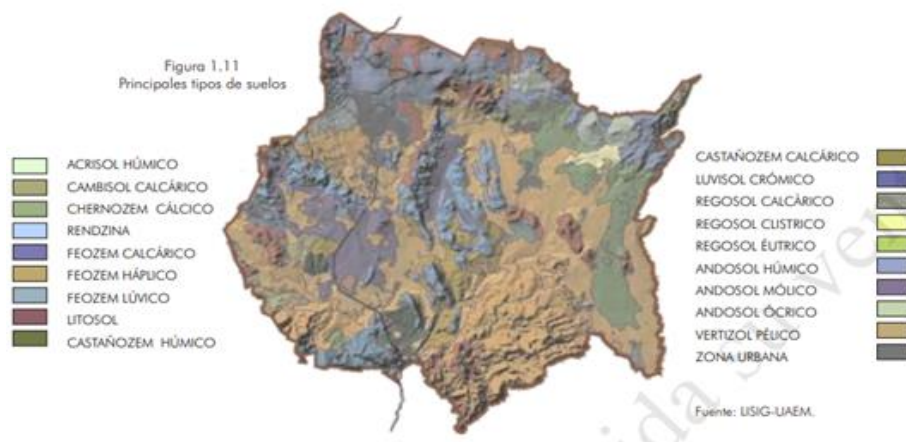
| # | Género | Especie | # | Genero | Especie |
|----|-----------------|--------------------|----|--------------------|--------------------|
| 1 | <i>Agaricus</i> | <i>campestris</i> | 28 | <i>Daedalea</i> | <i>elegans</i> |
| 2 | <i>Agaricus</i> | <i>silvaticus</i> | 29 | <i>Hygrophorus</i> | <i>sp</i> |
| 3 | <i>Amanita</i> | <i>caesarea</i> | 30 | <i>Hypomyces</i> | <i>lactiform</i> |
| 4 | <i>Amanita</i> | <i>ceciliae</i> | 31 | <i>Laccaria</i> | <i>amethystina</i> |
| 5 | <i>Amanita</i> | <i>citrina</i> | 32 | <i>Lactarius</i> | <i>volemus</i> |
| 6 | <i>Amanita</i> | <i>flavoconia</i> | 33 | <i>Lactarius</i> | <i>indigo</i> |
| 7 | <i>Amanita</i> | <i>fulva</i> | 34 | <i>Lactarius</i> | <i>piperatus</i> |
| 8 | <i>Amanita</i> | <i>gemmata</i> | 35 | <i>Lactarius</i> | <i>ruffus</i> |
| 9 | <i>Amanita</i> | <i>guzmanii</i> | 36 | <i>Lactarius</i> | <i>torminosus</i> |
| 10 | <i>Amanita</i> | <i>laurae</i> | 37 | <i>Leccinum</i> | <i>sp</i> |
| 11 | <i>Amanita</i> | <i>polipyramis</i> | 38 | <i>Leotia</i> | <i>sp</i> |
| 12 | <i>Amanita</i> | <i>pantherina</i> | 39 | <i>Lepista</i> | <i>nuda</i> |
| 13 | <i>Amanita</i> | <i>rubecens</i> | 40 | <i>Panaeolus</i> | <i>antillarum</i> |
| 14 | <i>Amanita</i> | <i>solitaria</i> | 41 | <i>Psilocybe</i> | <i>cubensis</i> |
| 15 | <i>Amanita</i> | <i>vaginata</i> | 42 | <i>Ramaria</i> | <i>flava</i> |

| | | | | | |
|-----------|------------------------|----------------------|-----------|----------------------|-------------------------|
| 16 | <i>Amanita</i> | <i>verna</i> | 43 | <i>Russula</i> | <i>brevipes</i> |
| 17 | <i>Amanita</i> | <i>virosa</i> | 44 | <i>Russula</i> | <i>cianosanta</i> |
| 18 | <i>Amauroderma</i> | <i>rugosum</i> | 45 | <i>Russula</i> | <i>foetens</i> |
| 19 | <i>Boletus</i> | <i>edulis</i> | 46 | <i>Russula</i> | <i>hemetica</i> |
| 20 | <i>Boletus</i> | <i>erythropus</i> | 47 | <i>Russula</i> | <i>mexicana</i> |
| 21 | <i>Boletus</i> | <i>frostii</i> | 48 | <i>Scutellinia</i> | <i>scutellata</i> |
| 22 | <i>Boletus</i> | <i>satanas</i> | 49 | <i>Strobilomyces</i> | <i>strobilaceus</i> |
| 23 | <i>Boletus</i> | <i>xerocomus</i> | 50 | <i>Tremella sp</i> | |
| 24 | <i>Cantharellus</i> | <i>cibarius</i> | 51 | <i>Trichoglossum</i> | <i>hirsutum</i> |
| 25 | <i>Coprinus</i> | <i>atramentarius</i> | 52 | <i>Tylopilus</i> | <i>plumbeoviolaceus</i> |
| 26 | <i>Cortinarius sp</i> | | 53 | <i>Tylophilus</i> | <i>felleus</i> |
| 27 | <i>Clavariadelphus</i> | <i>pistillaris</i> | | | |

8.4 Características físicas y químicas del suelo de los cuadrantes.

8.4.1 Análisis de suelo

Se identificó el tipo del suelo utilizando el mapa de (SEMARNAT, 2013) del inventario estatal forestal y de suelos del estado de Morelos, en el cual se observa que el tipo de suelo que se encuentra Puente de Ixtla municipio al cual pertenece la localidad del salto es feozem, (Mapa 1).



Mapa 1. Tipos de suelos del Estado de Morelos según, CONABIO, 2004.

El feozem es uno de los tipos de suelos que tienen mayor extensión en el estado de Morelos, estos se distribuyen en la zona centro y sur de la entidad, cubre aproximadamente el 29% de la superficie estatal. El feozem se caracteriza por tener un tono oscuro y son ricos en materia orgánica, nutrientes, textura media y gran capacidad para almacenar agua, se distribuye sobre lomeríos, serranías y valles. Sustentan bosques de encino, selva baja caducifolia y agricultura de temporal (CONABIO, 2004).

Las muestras de suelo colectadas fueron procesadas en el laboratorio de micología del CIB para determinar el pH de cada cuadro (Tabla 5).

Tabla 5. datos de los niveles de pH obtenido de cada cuadro.

| No. de muestra | Cuadro | Fecha | pH |
|----------------|--------|----------|------|
| M1 | C1 | 17/07/19 | 5.34 |
| M2 | C2 | 17/07/19 | 4.45 |
| M3 | C3 | 17/07/19 | 5.55 |
| M4 | C4 | 17/07/19 | 4.84 |
| M1 | C5 | 18/08/19 | 4.41 |
| M2 | C6 | 18/08/19 | 4.71 |
| M1 | C7 | 24/08/19 | 5.95 |
| M2 | C8 | 24/08/19 | 5.33 |
| M1 | C9 | 21/09/19 | 4.98 |
| M2 | C10 | 21/09/19 | 4.21 |

8.4.2 Humedad

Durante las colectas realizadas durante los meses de julio-septiembre, se tomaron los datos de la humedad del Salto (Tabla 6.)

Tabla 6. Datos de la humedad presente en los días de colecta.

| Colecta | Fecha | Humedad |
|-----------|-----------------------|---------|
| Colecta 1 | 17 de julio 2019 | 80% |
| Colecta 2 | 18 de agosto 2019 | 74% |
| Colecta 3 | 24 de agosto 2019 | 60% |
| Colecta 4 | 21 de septiembre 2019 | 53% |

8.5 Análisis histológico

8.5.1 Análisis histológico de raíces de *Quercus*

Del análisis histológico de las muestras de los diez cuadros se pudieron observar diferentes estructuras fúngicas pertenecientes a dos tipos de micorrizas como se puede observar en la siguiente tabla 7, se obtuvo un control para poder diferenciar las estructuras de las raíces que se observaran en las muestras. Figuras 1 a la 10.

Tabla 7. Datos de los tipos de micorrizas que se encontraron por cuadrante.

| Numero de cuadrante | Fecha | Endomicorrizas | Ectomicorrizas |
|---------------------|----------|----------------|----------------|
| 1 | 17/07/19 | X | |
| 2 | 17/07/19 | X | X |
| 3 | 17/07/19 | | X |
| 4 | 17/07/19 | X | |
| 5 | 18/08/19 | | X |
| 6 | 18/08/19 | X | X |
| 7 | 24/08/19 | X | X |
| 8 | 24/08/19 | X | X |
| 9 | 21/09/19 | | X |
| 10 | 21/09/19 | | X |

En las muestras observadas se encontraron estructuras fúngicas pertenecientes a 2 tipos de micorrizas: endomicorrizas y ectomicorrizas.

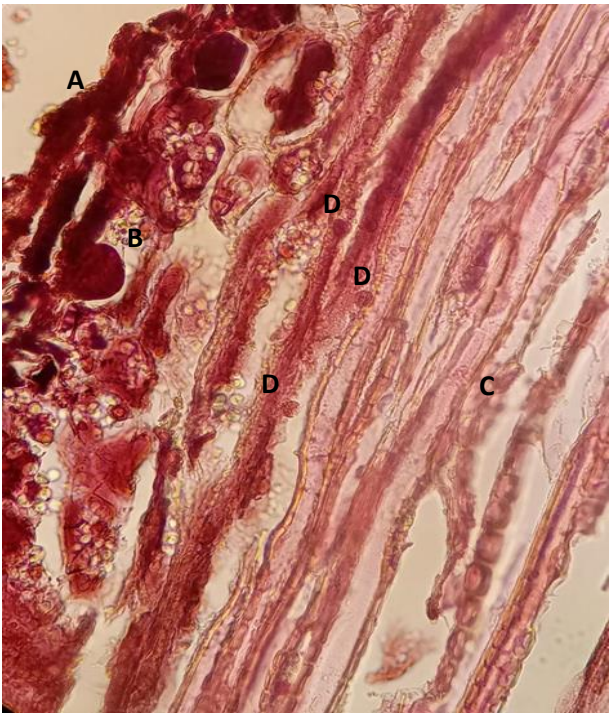
Se pudo diferenciar dentro de estas muestras de raíz endomicorrizas cuyas características mencionada por Aguilera en el 2007, coinciden con las observadas histológicamente en las figuras: 1,2,3,4,5 y 10. Donde se pueden observar vesículas, arbusculos, hifas externas e internas y esporas.

De igual manera se encontraron ectomicorrizas con las características mencionadas por Roman en el 2000, las cuales son el manto fúngico sobre la epidermis y la red de Harting desarrollada entre los espacios de las células como se observar en las figuras 6,7,8,9 y 11.

Figura**Descripción**

Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus teñida con la tinción safranina-verde rápido en el cual se pueden observar las partes de esta sin presencia de hongos, a 10x. A) Epidermis; B) CórTEX; C) Cambium.

Fig 1. Muestra control (MC)



Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus teñida con safranina-verde rápido, se pueden observar vesículas a 40x. A) Epidermis; B) CórTEX; C) Cambium; D) Vesículas.

Fig 2. Muestra del cuadro 1 17/07/19

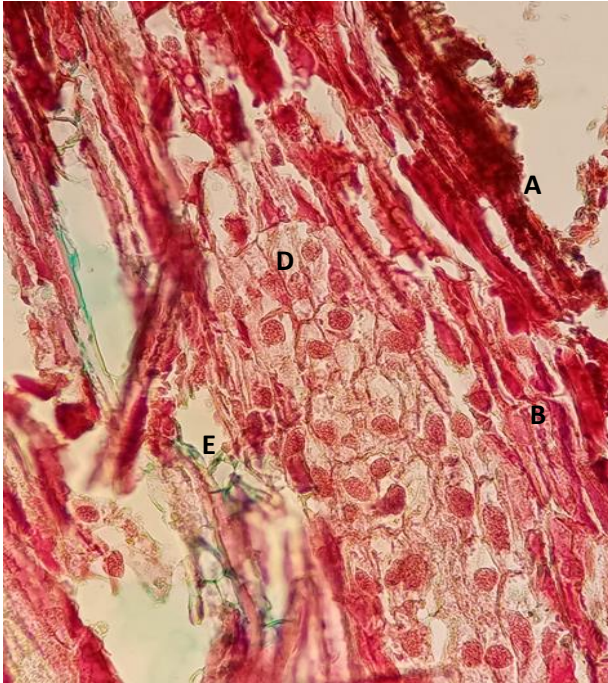


Fig 3. Muestra del cuadro 2 17/07/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus en el cual se pueden observar varias vesículas, e hifas teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córte; C) Cambium; D) Vesículas; E) Hifas.

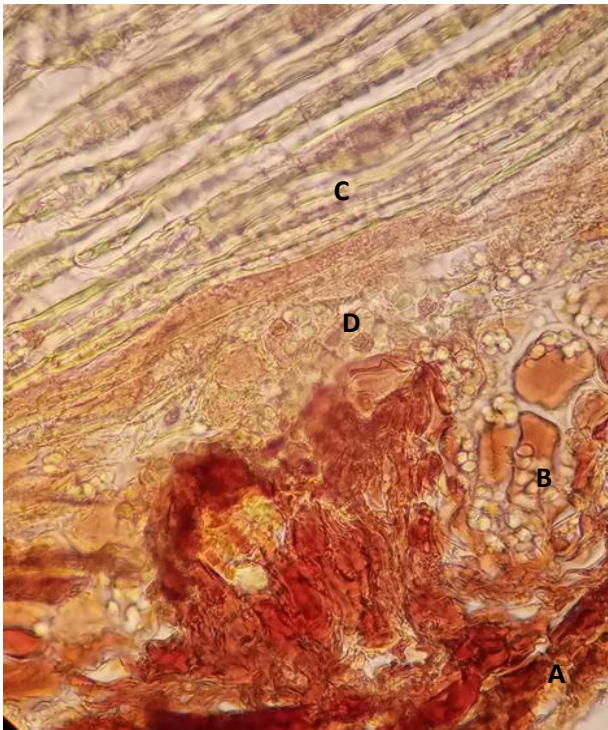


Fig 4. Muestra del cuadro 4 17/07/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus en el cual se pueden observar vesículas teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Córte, C) Cambium; D) Vesículas.

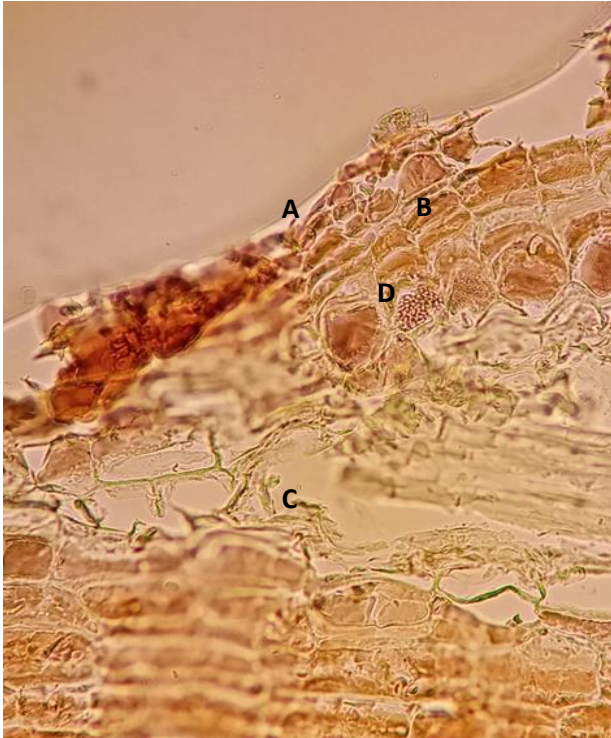


Fig 5. Muestra del cuadro 6 18/08/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se puede observar una estructura dentro de una célula, posiblemente un arbusculo y algunas hifas, teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) CórTEX; C) Hifas; D) Arbusculo.

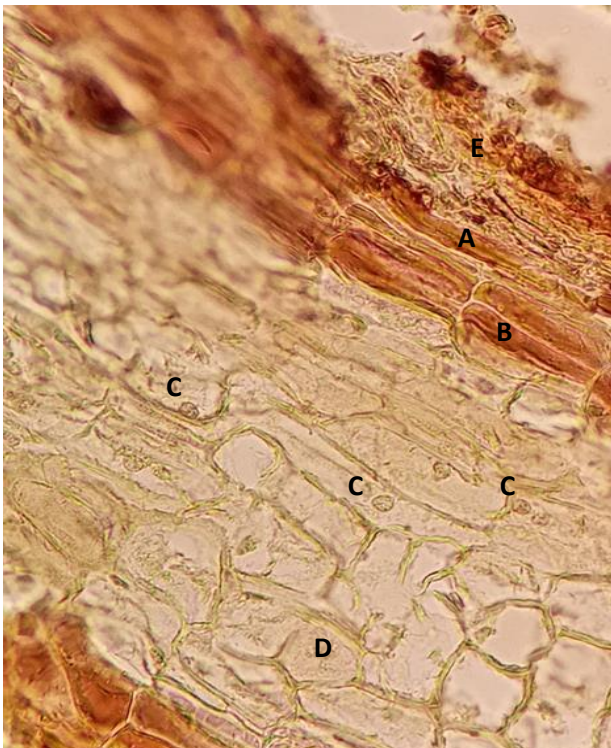


Fig 6. Muestra del cuadro 7 24/08/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el cual se pueden observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis y vesículas teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) CórTEX; C) Vesículas; D) Hifas; E) Manto fúngico.

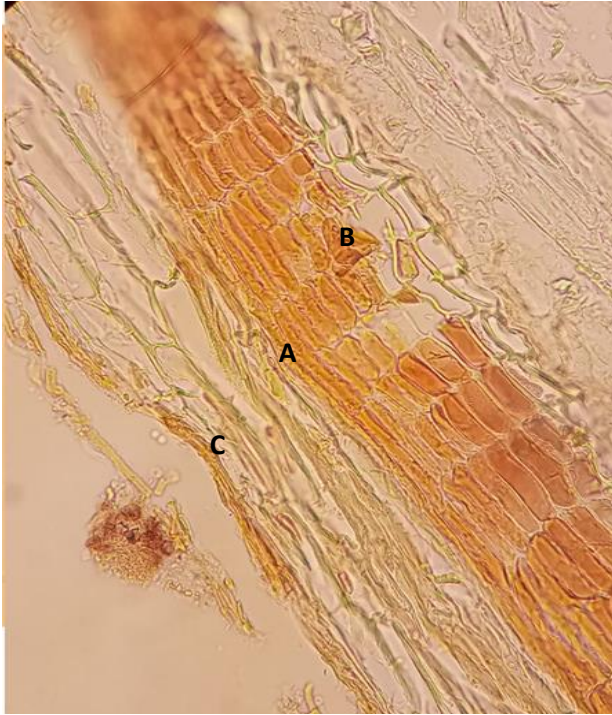


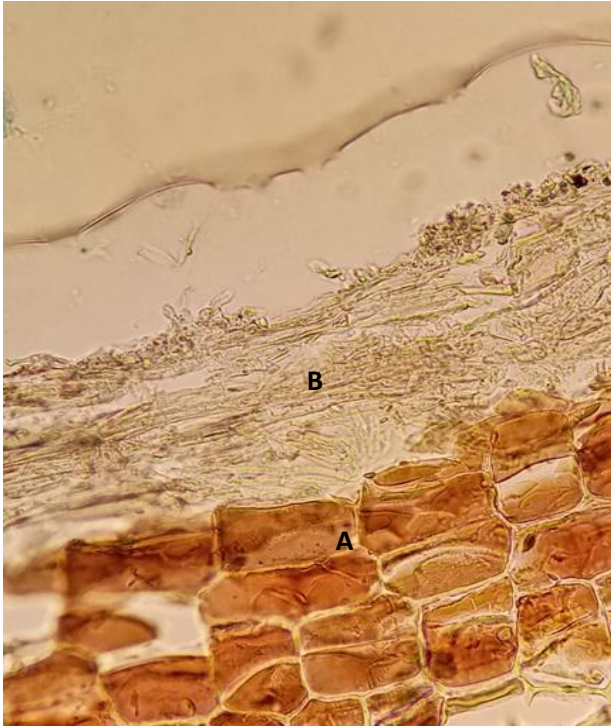
Fig.7 Muestra del cuadro 8 24/08/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus en el cual se puede observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis, teñidas con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córte; C) Manto fúngico.



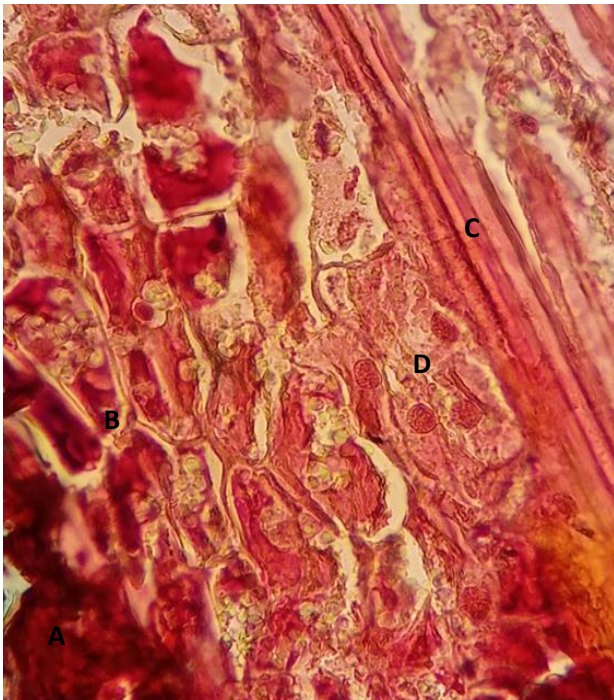
Fig 8. Muestra del cuadro 9 21/09/19

Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus en el cual se puede observar hifas formando el manto fúngico sobre la epidermis, teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Córte; C) Manto fúngico.



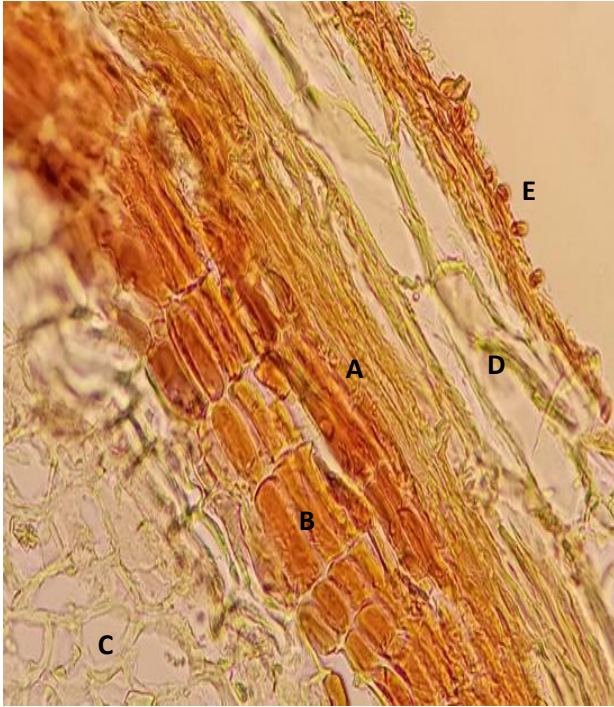
Corte longitudinal de raíz secundaria de Quercus en donde se observan hifas formando el manto fúngico, teñidas con safranina-verde rápido a 40x. A) Epidermis; B) Manto fúngico.

Fig 9. Muestra del cuadro 10 21/09/19



Corte longitudinal de raíz de Quercus en la cual se pueden observar vesículas, hifas y esporas teñido con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) CórTEX; C) Cambium; D) Vesículas

Fig 10 Muestra del cuadro 1 17/07/19



Corte longitudinal de raíz secundaria de *Quercus* en el que se pueden observar hifas formando el manto fúngico y esporas sobre la epidermis, teñido con safranina-verde rápido observado a 40x. A) Epidermis; B) Córtex; C) Hifas; D) Esporas; E) Manto fúngico.

Fig 11. Muestra del cuadro 8 24/08/19

8.5.2 Análisis histológico de los cuerpos fructíferos

Del análisis histológico realizado a los cuerpos fructíferos se observaron las diferentes estructuras que conforman el píleo, como se pueden observar en las siguientes figuras:

| Figura | Descripción |
|--------|-------------|
|--------|-------------|

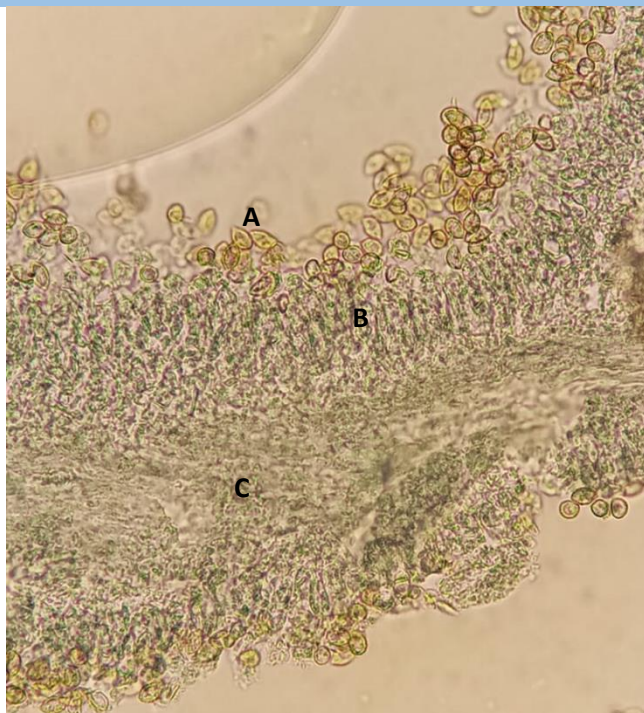


Fig 12. H1 *Tylopilus felleus*

Corte longitudinal del píleo (sombbrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas, también se pueden observar esporas aun pegadas a los basidios teñido con azul de lactofenol observado a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas

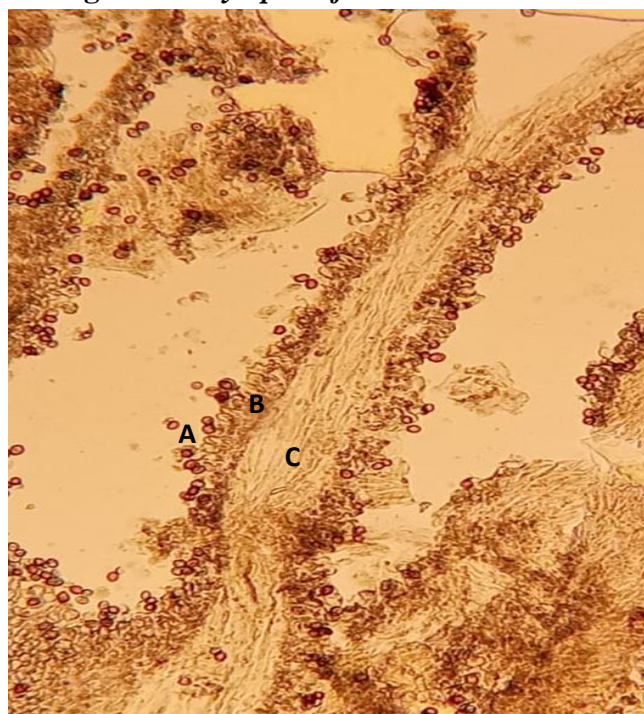


Fig. 13 H2 *Strobilomyces strobilaceus*

Corte longitudinal del píleo (sombbrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas, también se pueden observar esporas aun en los basidios, observado a 10x: A) esporas; B) basidios; C) hifas

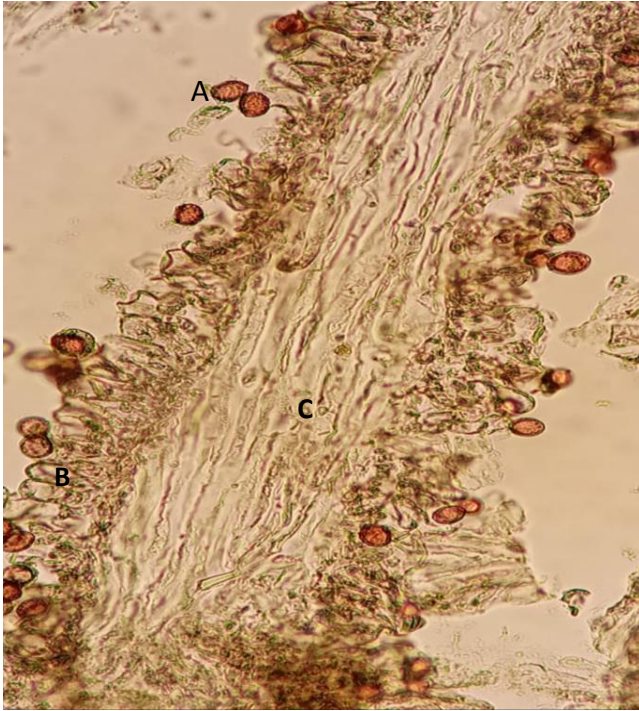


Fig. 14 H2 *Strobilomyces strobilaceus*

Corte longitudinal del píleo (sombbrero) en la parte del himenio donde se pueden observar los tubos formados por hifas (pileocistidios), también se pueden observar esporas aun en los basidios, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas

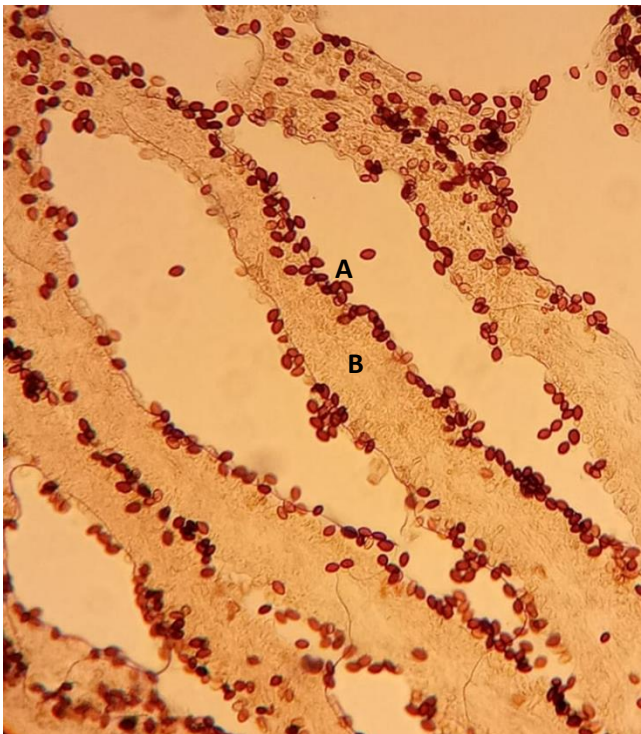


Fig.15 H4 *Panaeolus antillarum*

Corte longitudinal del píleo en la parte del himenio donde se observan las láminas formadas por hifas, también se observan esporas, teñido con azul de lactofenol, a 10x: A) esporas; B) hifas

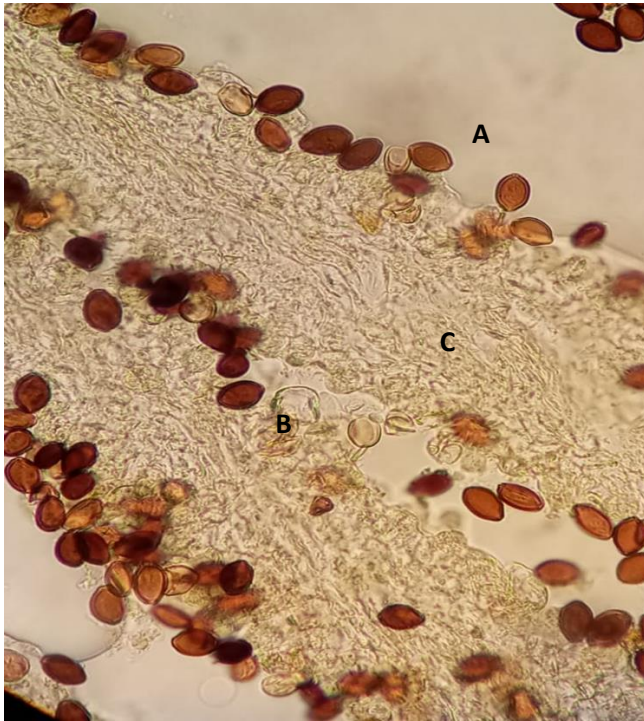


Fig.16 H4 *Panaeolus antillarum*

Corte longitudinal del píleo en la parte del himenio donde se observan las láminas formadas por hifas, también se observan esporas, teñido con azul de lactofenol, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas

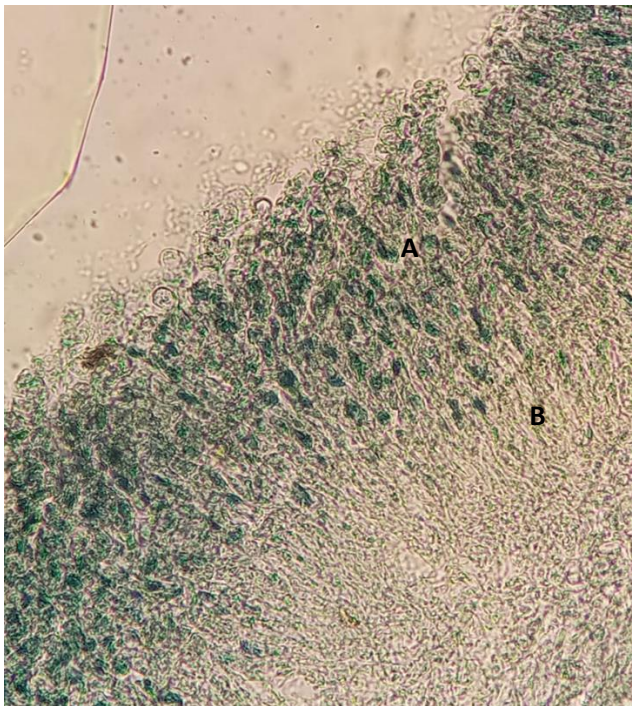


Fig. 17 H9 *Trichoglossum hirsutum*

Corte oblicuo del píleo conformado por hifas, ascas, teñido con azul de lactofenol, observado a 40x: A) ascas; B) hifas



Fig. 18 H10 *Leccinum scabrum*

Corte longitudinal de píleo (sombrero) en la parte del himenio donde se observan los tubos formados por hifas, cistidios y basidios teñido con azul de lactofenol, a 40x: A) esporas; B) basidios; C) hifas

9. DISCUSION

En los cuadros realizados en este estudio se identificaron un total de cuatro especies en la localidad “El Salto” (*Quercus sp*, *Q. obtusata*, *Q. castanea* y *Q. magnoliifolia*) estas concuerdan con las especies que se presentan en el listado de la biodiversidad del estado de Morelos realizado por la CONABIO en el 2004, concertando con el estudio realizado por Valencia en 2004 donde menciona que uno de los estados con mayor riqueza de especies de *Quercus* es el estado de Oaxaca con 48 especies, en segundo Nuevo León, por otro lado en los estados de Campeche, Yucatán y Tabasco solo cuentan con el registro de una especie: *Q. oleoides*, mientras que en el estado de Quintana Roo no se desarrolla ninguna especie de *Quercus*.

México cuenta con 161 especies de *Quercus*, de los cuales la localidad “El Salto” cuenta con aproximadamente el 2.4% de las mencionadas por Valencia en el 2004.

Quercus castanea es una de las especies encontradas en la localidad “El Salto” corresponde con el manual de Arizaga en el 2009 donde menciona que esta especie se distribuye en 18 estados de la Republica entre estos Morelos. Por otro lado, menciona que la especie *Q. magnoliifolia* se distribuye en 11 estados de igual concordando con este estudio, por último, menciona que la especie *Q. obtusata* se distribuye en 15 estados incluyendo el Estado de Morelos, Arizaga también menciona que esta especie es endémica de México.

Al realizar los muestreos se encontraron 53 especies de hongos en el área de estudio, de los cuales, 41 forman una asociación micorrícica difiriendo de los resultados obtenidos por Mendoza en el 2006, donde solo se reportaron 37 especies de ectomicorrizas asociadas a estos en la zona Noroeste del parque el Chico en Hidalgo, Así también se rebasan los resultados obtenidos por Román en 2000, donde solo se reportaron 23 especies en Nazar, España, se observa que hay una mayor riqueza de especies a comparación de los estudios antes mencionados todo esto debido talvez a las condiciones del área de estudio en Nazar, España ya que en años anteriores sufrió un incendio , Aun comparando con los resultados de Álvarez en 2017 muestran que solo se encontraron 49 especies en este caso endomicorrízicos en la Selva Lacandona, Chiapas, existe una mayor riqueza de especies a diferencia del Salto. Por otra parte en el listado presentado por la CONABIO en 2020 menciona que en el estado de Morelos se encuentran un total de 847 especies registradas de las cuales en la Localidad

el Salto se encontraron 53 esto quiere decir que esta zona cuenta con aproximadamente el 7% de las especies registradas en el estado de Morelos, del mismo modo se menciona hay 52 especies de hongos comestibles reportados en el estado, mientras que en la zona de estudio hay aproximadamente 30 especies comestibles estas son de gran importancia para los habitantes debido al uso alimenticio y económico, algunas de las especies más utilizadas son: *Lactarius indigo*, *Amanita caesarea*, *Ramaria flava* y *Boletus edulis*.

Se puede inferir que debido al tipo de suelo y a las precipitaciones presentes en los días de colecta, las muestras de suelo muestran que el pH se encuentra entre 4.21-5.95, Vázquez en 2002 menciona que los niveles óptimos para proliferación de hongos se encuentran entre 4 y 6.

Los niveles obtenidos en este estudio son similares a los presentes en el suelo estudiado por Mendoza en 2006 que tienen un rango 4.56-5.94, de igual manera a los presentados por Cardona en 2005 tomados en tres zonas de la Amazonia colombiana con niveles de pH 4.5 a 5.0, sin embargo son menores a los presentados por Álvarez en 2017 en zonas modificadas de la selva Lacandona donde los niveles se encuentren entre un rango de 5.9 a 7.8, la diferencia en los niveles de pH en la selva con los presentados en el Salto se deben a que las zonas de muestreo son áreas donde se han realizado actividades agrícolas y esto afecta en gran medida las condiciones del suelo en cambio en las zonas del salto no han sido perturbadas. Sin embargo, es de gran importancia conservar este tipo de áreas, esto ayuda a la conservación de las especies endémicas, controla la erosión, así como la recuperación y regeneración del suelo, de igual manera ayudan a regular el clima, no obstante, se ha visto en años recientes la disminución debido a la deforestación debido a la agricultura, ganadería, acuicultura, etcétera, causada por la expansión de las poblaciones y actividades humanas.

En el análisis histológico las muestras de las raíces secundarias de *Quercus* fueron teñidas con la tinción de safranina-verde rápido con el fin de que las estructuras que conforman las raíces así como las micorrizas sean observadas con mayor claridad, en otros estudios como el presentado por Galindo en 2015 se realizaron cortes histológicos en raíces, pero estas raíces fueron teñidas con azul de toluidina en los cuales solo fueron visibles las micorrizas del mismo modo en el presentado por Rodríguez en 2015 donde se utilizaron colorantes como el

azul de tripano y el Parker Quink azul donde las raíces se tiñeron directamente y solo fueron visibles las estructuras fúngicas.

Como resultado se encontró que las raíces teñidas de *Quercus* presentan estructuras de dos tipos de micorrizas: endomicorrizas y ectomicorrizas, como se puede observar en las figuras 7 y 8, donde se observa la red de Harting sobre la epidermis estructura que se caracteriza en ectomicorrizas donde se realiza el intercambio de nutrientes, al igual que la observación de vesículas, estructuras pertenecientes a endomicorrizas (figuras 2 y 3).

En el estudio realizado por Harley en 1987 menciona que la familia que pertenece el género *Quercus* (*Fagaceae*) solo puede ser colonizada por ectomicorrizas, sin embargo, los resultados concuerdan con los resultados mostrados por Egerton en 2001 en este estudio se observó que las raíces de *Quercus* presentan colonización de hongos ectomicorrizas y endomicorrízicos.

De acuerdo con Brundrett en 1996 menciona que en la asociación micorrícica se encuentra conformada por tres partes (hongo, planta y suelo), es de gran importancia estudiar todas las partes de dicha asociación por lo tanto al igual que las raíces secundarias, se tiñeron algunos cuerpos fructíferos colectados en el área de estudio, para poder observar cómo se encuentra conformado el cuerpo fructífero Se logró observar algunas estructuras características del hongo tales como: himenio, hifas, basidios, ascas y algunas esporas.

En cuanto a los datos obtenidos en este estudio adquiere más información sobre los tipos de micorrizas y especies que se encuentran asociados a *Quercus*, se pueden realizar estudios más adelante sobre la inoculación en campo de estas especies que sean de importancia alimenticia para la localidad, así como estudios para restaurar zonas que hayan sido perturbadas con ayuda de las especies de *Quercus* y hongos.

10. CONCLUSIONES

De los 10 cuadros realizados se observó un promedio de 11 *Quercus*. En el análisis de las muestras colectadas, en el laboratorio se identificaron un total de 4 especies de *Quercus*: *Quercus sp*, *Q. magnoliifolia*, *Q. castanea* y *Q. obtusata*, las cuales se encuentran en el listado de especies en el Estado de Morelos.

Utilizando el mapa de suelos de la CONABIO se determinó que el tipo de suelo que se encuentra presente en El Salto es Feozem, el cual se caracteriza por su alta cantidad de materia orgánica además de sustentar bosques de encino y selva baja caducifolia.

Del análisis de suelo se observó que el pH se encuentra en un promedio de 5, el cual es óptimo para la proliferación de cuerpos fructíferos, se obtuvo de igual manera la humedad presente en los 4 días de colecta presento un rango entre 50 % al 80 %, teniendo un mayor porcentaje los dos primeros días.

En los transectos realizados en El Salto se identificaron 25 géneros y 53 especies de hongos de los cuales aproximadamente el 77% forman una asociación micorrícica. Por otro lado aproximadamente 30 especies son de interés alimenticio.

Del listado de especies obtenidas, se observó una mayor presencia de especies pertenecientes a los basidiomicetes con un total de 49 especies y en un porcentaje menor a los ascomicetes con 4 especies.

Para diferenciar si efectivamente algunos hongos son basidiomicetos o ascomicetos se realizó un análisis histológico de los cuerpos fructíferos tomando 7 muestras al azar en la cual se corrobora la presencia de basidios y ascas.

En las muestras de raíces secundarias se realizó un análisis histológico que demuestran la presencia de estructuras fúngicas de ectomicorizas, así como una alta abundancia de micorrización en estas. De las 53 especies colectadas 41 forman una asociación ectomicorriza. En este estudio se encontró la presencia de endomicorizas, pero queda pendiente el análisis histológico y taxonómico de las especies.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera Gómez, L., Olalde Portugal, V., Arriaga, R., & Contreras Alonso, R. (2007). Micorrizas arbusculares. *CIENCIA ergo-sum*, 14(3), 300–306.
- Álvarez Sánchez, J., Sánchez-Gallen, I., Hernández Cuevas, L., Hernández-Oro, L., & Meli, P. (2017). Diversidad, abundancia y variación estacional en la comunidad de hongos micorrizógenos arbusculares en la selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista mexicana de micología*, 45, 37–51.
- Andrade Torres, A. (2010). Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. *CIENCIA*, 1, 84–90.
- Arizaga, S., Martínez Cruz, J., Salcedo Cabrales, M., & Bello González, M. A. (2009). *Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos* (Primera edición ed., Vol. 1). Instituto Nacional de Ecología.
- Bertolini, V., Montaña, N. M., Chimal Sánchez, E., Varela Fregoso, L., Gómez Ruiz, J., & Martínez Vázquez, J. M. (2017). Abundancia y riqueza de hongos micorrizógenos arbusculares en cafetales del Soconusco, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 91–105.
- Boa, E. (2005). *Los Hongos Silvestres Comestibles: Perspectiva Global de Su uso e Importancia Para La Poblacion* (1.^a ed.). Fao.
- Brundrett, M. C., Bougher, N. L., Dell, B., Grove, T. S., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agricultura*. Australian Centre for International Agriculture Research, 1-374.
- Camarena-Gutiérrez, G. (2012). INTERACCIÓN PLANTA-HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XVIII(3), 409–421.

- Camargo Ricalde, S. L., Montaña, N. M., de la Rosa Mera, C. J., & Montaña Arias, S. A. (2012). Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 3-18.
- Cardona, G., Arcos, A., & Murcia Garcia, U. (2005). Abundancia de actinomicetes y micorrizas arbusculares en paisajes fragmentados de la Amazonia colombiana. *Agronomía Colombiana*, 23(2), 317–326.
- Chung Guin-po, P. (2005). Hongos micorrícicos comestibles. Opción productiva aplicada a las plantaciones forestales. Aspectos generales. *DIARIO EL SUR*, 7–20.
- CONABIO. (2020). *La biodiversidad en Morelos: Estudios del Estado*. Primera edición, volumen 1, 321-333.
- CONABIO & UAEM. (2004). *La Diversidad Biológica en Morelos: Estudio del Estado*, 1.^a ed., volumen 1, 6.
- CONAFOR. (2007). Caracterización de hongos ectomicorrícicos en un bosque de Pinus jeffreyi y su uso potencial como inóculo. *Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico*, 1(1), 6–36.
- Cruz Ulloa, B. S. (1999). Micorrización en la conservación de los bosques. *Ciencia Ergo Sum*, 6(2), 159–164.
- Egerton Warburton, L., & Allen, M. F. (2001). Endo- and ectomycorrhizas in Quercus agrifolia Nee. (Fagaceae): patterns of root colonization and effects on seedling growth. *Mycorrhiza*, 11(6), 283–290.
- Galindo Flores, G., Castillo Guevara, C., Campos López, A., & Lara, C. (2015). Caracterización de las ectomicorrizas formadas por Laccaria trichodermophora y Suillus tomentosus en Pinus montezumae. *Botanical Sciences*, 93(4), 855.

- González Villarreal, L. M. (1986). Contribución al Conocimiento del Género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de Jalisco. *Instituto de Botánica, Colección Flora de Jalisco*, 1, 1.
- Harley, J. L., & Harley, E. L. (1987). A CHECK-LIST OF MYCORRHIZA IN THE BRITISH FLORA*. *New Phytologist*, 105(s1), 1–102.
- ISRIC. (2002). *Procedures for analysis, Sixth edition*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 9 (1), 3-4.
- Lara Pérez, L. A., Noa-Carrazana, J. C., Landa López, N. D. J., Hernández-González, S., Oros-Ortega, I., & Andrade Torres, A. (2014). Colonización y estructura de la comunidad de hongos micorrízicos arbusculares en *Alsophila firma* (Cyatheaceae) en bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1609.
- Lodge, D. J., & Wentworth, T. R. (1990). Negative Associations among VA-Mycorrhizal Fungi and Some Ectomycorrhizal Fungi Inhabiting the Same Root System. *Oikos*, 57(3), 347–356.
- Luna José, A. D. L., Montalvo-Espinosa, L., & Rendón-Aguilar, B. (2017). Los usos no leñosos de los encinos en México. *Botanical Sciences*, 72, 107–117.
- Marañón, T., Padilla Díaz, C. M., Pérez Ramos, I. M., & Villar, R. (2014). Tendencias en la investigación sobre ecología y gestión de las especies de *Quercus*. *Ecosistemas*, 23(2), 124–129.
- Mendoza Díaz, M. M., Zavala Chávez, F., & Estrada Martínez, E. (2006). Hongos asociados con encinos en la porción noroeste de la Sierra de Pachuca, Hidalgo. *Revista Chapingo*, 12(1), 13–18.

- Muñoz Cervantes, A. A. (2013). Consorcios de hongos micorrizógenos arbusculares asociados a seis especies vegetales provenientes de matorral xerófilo. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ortega Larrocea, P. (2015). El suelo: hábitat de interacciones maravillosas. *Biodiversitas*, 122, 10–13.
- Pérez Luna, Y. D. C., Álvarez Gutiérrez, P. E., González Mendoza, D., & Mendez Trujillo, V. (2019). Evaluación de la presencia de hongos micorrízico arbusculares en un bosque de pino-encino en Chiapas, México. *Idesia (Arica)*, 37(1), 67–73.
- Pérez Mojica, E., & Valencia-A., S. (2017). Estudio preliminar del género *Quercus* (Fagaceae) en Tamaulipas, México. *Acta Botanica Mexicana*, 120, 59–111.
- Pérez Moreno, J., & J. Read, D. (2004). Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29(5), 239–247.
- Rodríguez Yon, J., Arias Pérez, L., Medina Carmona, A., Mujica Pérez, Y., Medina García, L. R., Fernández Suárez, K., & Mena Echevarría, A. (2015). Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrízica. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 18–21.
- Roman, M., & A. M, M. (2000). Identificación y descripción de las Ectomicorrizas de *Quercus Ilex* L. Subsp. *Ballota* (Desf.) Samp. en una zona quemada y una zona sin alterar del carrascal de Nazar (Navarra). *Serie Botánica*, 13, 1–42.
- Ruiz Herrera, J. (2001). El asombroso reino de los hongos. *Revista Avance y perspectiva*, 20, 275–281.
- Ruiz, N., Rangel Villafranco, M., & Cárdenas Camargo, I. (2014). Estructura del bosque y propagación de dos especies de encinos con micorrizas en el Estado de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(4), 137–146.

- Sabás Rosales, J. L., Sosa Ramírez, J., & Luna Ruiz, J. D. J. (2015). Diversidad, distribución y caracterización básica del hábitat de los encinos (*Quercus*: Fagaceae) del Estado de San Luis Potosí, México. *Botanical Sciences*, 93(4), 881–897.
- SEMARNAT. (2013). Inventario estatal forestal y de suelos del estado de Morelos (Primera edición, Vol. 1). *Colección de Inventarios Estatales Forestales y de Suelos*.
- Téllez Román, J., López Peralta, M. C. G., Hernández Meneses, E., Estrada Luna, A. A., Zavaleta Mancera, H. A., & Livera Muñoz, M. (2017). Morfogénesis in vitro de *Mammillaria plumosa* Weber. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 863–876.
- Torres, P. (1992). Estudio de las ectomicorrizas de pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller). *Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. España*.
- Torres, P., & Honrubia, M. (1994). Inoculation of containerized *Pinus halepensis* (Miller) seedlings with basidiospores of *Pisolithus arhizus* (Pers) Rauschert, *Rhizopogon roseolus* (Corda) Th M Fr and *Suillus collinitus* (Fr) O Kuntze. *Annales des Sciences Forestières*, 51(5), 521–528.
- Valencia A, S. (2004). Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33–53.
- Vázquez García, A., Santiago Martínez, G., & Estrada Torres, A. (2002). Influencia del pH en el crecimiento de quince cepas de hongos ectomicorrizógenos. *Serie Botánica*, 73(1), 1–15.
- Younas Rasheed, T., & Mohammad Saleem, W. (2017). Genus *Quercus*: An Overview. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 6(8), 1880–1886.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Dirección

El Jicarero, Jojutla, Morelos, 05 de Noviembre del 2021.

**DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE.**

Por este conducto comunico a Usted, que he revisado el documento que presenta el Pasante de Licenciado en Biología: **C. REYES QUIÑONEZ DIANA**, con el título del trabajo: **MICORRIZAS ASOCIADAS A *Quercus sp* EN LA LOCALIDAD DEL SALTO, TILZAPOTLA MORELOS**

En calidad de miembro de la comisión revisora, expreso la siguiente decisión:

VOTO A FAVOR: _____ SI _____

VOTO EN CONTRA: _____

NECESITA ARREGLAR O ELIMINAR ALGO: _____

COMENTARIOS: _____

FIRMA

Dr. Isaac Tello Salgado _____

Dr. Juan Manuel Rivas González _____

M. en E. María de los Ángeles Núñez Puente _____

Dra. Janeth Téllez Román _____

Dr. Elizur Montiel Arcos _____



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JUAN MANUEL RIVAS GONZALEZ | Fecha:2021-11-05 12:12:19 | Firmante

iMWsinfmiMyJxLmLioH2i3a7onERuvqYEv56k0/Ldm9aiVka9UIYePSvQ1epVbkzQ9tIrgzr/UX6cjEw2hpbDoP9/7iuZ5nPrRtH0oCjCq7k3+2RkXmxZ/4/B1oAVF3i3614Ts2xFquoS+U95FIZBtNtOXwnJEG+JFkvv3iq9GdH7PbkrgdAxCzicW+O/DGCvI0I8HwclkgttF2GzrmMHR9ZuArVIVi6hHUxjtnqkPFfG9eQylz8ocf5waAZbR2F+PDeZiUlpB9SOpui7IZCh8XNh5ipK P1qOgvJzow9XZ2Y5YQn3VyhBKDMdylCwQXocY3ggD0E+lsdxPZKEg6ow==

MARIA DE LOS ANGELES NUÑEZ PUENTE | Fecha:2021-11-05 12:21:35 | Firmante

I6i0N/FDXJdkXd0n/6Xgl4aFrkBPdV2N+I1//RK6hFglT9njHY5hosAz0t1PVLwUf3kBGcM3QeWbiY3U4h+9Xy+Ddxh/1MoVYsqfktLQLwY9mSgZX4j7rG+/WqUfkBDVhZuZtPzd01Evx4yrF63CLLhJO+10GYZwtof4yZs81IR0li/lalNUUettTO+jvpFZD1EHGUWdsPwhH2wh4c30sabcQNTPBESbf/VCUZQj+RaAz0DnrtB3DcTNVrmRHP++/5QkTYoSqxcdFG01WkWrq37ajXzGeulybTVoxLjVhro0ee/lAs385rDikV5dmrBly5nsUr78BfkdI9c0rrg==

JANETH TELLEZ ROMAN | Fecha:2021-11-05 14:16:49 | Firmante

YvrlJBt1bbBmY3OX+ny4k1u628cJwk5yKBjJwbvOFLSMo+tjw2MlcNonWbfqBAONDRGN1w055VY8f+RUP/VUwr+1KmhPEVPd/82Qp5v7voZ7lot8gkRvQeQli9aYhJd8qy8zl8nbiNilaJHJ78NXOwA74K3XKq6EwR6v9W/hgtldbPqpgBgCMpZpwTSwnnu6Ymmy+2JzvaP68zA36QuHqdKkwBtS5CjVaJIHIMKa1PjEfl0ehwSyB5zW4XtqDgMUBT/1AwLBzYZFeFCiRh57MSndO6c1U0ED+wlHkLkMMPMcK6835K7tpMygZv77BCsnOxp699ola56zo+jbYYSiQ==

ISAAC TELLO SALGADO | Fecha:2021-11-05 22:47:34 | Firmante

iK2rqRz0ogPHoH55gj/vVM1m4UtjVv+CZBgujBjw0IHnqDY4W0/1swQJkx8qxddSrs+GmB91EkVc0tFh7QwRwXQGJdMH7Cf4+hYDipoRpk1bFotiGq/MI76dLHRYIvkey7msEwxZQRaTk7+9pX8zQQJzT9aMis4sGcgvHnFBBvRYJsGLa5kkvTawR6FzVjwg9mk7xYmJ3sEZxHBCSnYwMmpbKg73aI0jTSgAy6q5wiaJPRRSLxYP5CMGQzS37P6v40BWWjz6zvm/Hd7Up7nt+Z/R6JlJvBXPf21hUJrZoboda1y5MkMw5BwC0T5rRRx3mfB7WIKkv8cv/u26zQ==

ELIZUR MONTIEL ARCOS | Fecha:2021-11-05 22:50:09 | Firmante

DeC8VhEftcncqyeo9n9bl4K/iA7XnjE55TPS+v9Sn5gpWPKWOMo/+bYqj1c7T9XFLCmjhKcWsdFibVLSAHqQbgM4pZj64khZRJS/Z4dmr6iU18vyhcJ2BtzWg1/6UCSTTKuxaBI27qFM2ApF3WapbEpo7uglhb3cbvPMm9DFLs1t1FxlSRvGVafkG63B2vVC8jyZ8fa2jc9lqatxqMOOOVsB9/9a8Ozv81M7FciNYFkqMiqZyCvUgPulE2FKVCyk5giV7IkVTmKAQsFDfmVJh7nH12OHhrZM7ERzq3utP5CIWtvUf8nKGRc3ocjEDDAvtgJBNoPhHdlEUO21iCg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



Co3QeWNuO

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/QRpvgUH0WaBe00WqHjIARXKeAv69Anzf>