



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

ESTUDIO TAXONÓMICO DE LOS HONGOS
MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A
Bouteloua curtipendula EN CUATRO POBLACIONES
DEL VALLE DEL MEZQUITAL HGO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:

GARCÍA DÍAZ MARIANO

DIRECTOR: M. en C. ROSALVA GARCÍA SÁNCHEZ

MÉXICO, D. F.

MAYO 2007

Investigación realizada con financiamiento del CONACYT
(clave SEMARNAT 2002-01-668) y del PAPIIT IN-213706-3





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Sabiduría ante todo; adquiere sabiduría;

Y sobre todas tus posesiones adquiere inteligencia.

Proverbios 4:7

Y en efecto, pregunta ahora a las bestias, y ellas te enseñarán;

A las aves de los cielos, y ellas te lo mostrarán.

O habla a la tierra, y ella te enseñará...

Job 12:7

Los hongos micorrízicos extienden sus hifas,

Más allá del suelo y las raíces,

Uniendo a todos los que saben algo de ellos.

Mariano García

DEDICATORIA

Al Dios y Padre de mi Señor Jesucristo, quien me permitió ver realizada esta meta que entrego como ofrenda, por su gracia soy lo que soy.

A mis papás Salvador y Victorina porque no solo me han apoyado y aguantado sino también me han enseñado a ser lo que soy. A mis hermanos que han estado conmigo en todo momento.

Maestra Rosalva, Maestra Balbina, sin su amistad, animo y ayuda no se hubiera realizado la tesis; Alicia muchas gracias, si el desinterés y la amistad tuvieran nombre ese seria el suyo. Doctor Arcadio le agradezco su atención y ayuda.

A todos y cada uno de los compañeros de laboratorio, en especial a Maribel y Roberto, me han estimulado a seguir adelante, gracias.

A mis compañeros de generación, juntos aprendimos tantas cosas de esta maravillosa carrera, en especial a Eloisa que aun sigue siendo y será una amiga entrañable.

Claudia y Alejandra amigas inseparables, gracias por permitirme conocerlas y entablar amistad con ustedes; las quiero mucho.

Adán, Paco, Tere, Tania, compañeros y amigos de fe, estar en la facultad no hubiera sido lo mismo sin ustedes. Isabel gracias, tu animo y amistad han dejado marcas imborrables en mi vida.

Hay cosas que el tiempo no puede borrar, aunque quisiera hacerlo, una de ellas es tu amistad Paty.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional y su confianza en mi trabajo y formación como biólogo.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por su aportación en mi formación profesional, dándome las herramientas necesarias para desarrollar trabajo útil al medio ambiente mediante el manejo de micorrizas.

A la M. en C. Rosalva García por su asesoría en la elaboración de esta tesis; enseñándome a manejar hongos, motivándome a estudiarlos.

A la M. en Ciencias Balbina Vázquez por guiar mi trabajo hacia la taxonomía.

Al Dr. Roland Ferrera – Cerrato, del colegio de Postgraduados y del área de Microbiología por haberme permitido trabajar en el laboratorio de micorrizas.

A la M. en C. Alicia Franco por su asesoría en la determinación taxonómica de las esporas.

Al Dr. Javier Alarcón, experto en trabajos sobre micorrizas y remediación de suelos por su revisión y comentarios de la tesis.

A las biólogas Alejandra Hernández y Claudia Ordóñez por su ayuda en campo y laboratorio.

Al biólogo Eduardo Chimal por su apoyo en la extracción y fijado de micorrizas.

Al biólogo Roberto Ramos por su apoyo en el manejo de paquetes computacionales.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	4
Consideraciones taxonómicas	4
Breve historia de la taxonomía	4
Importancia de la taxonomía	9
Los hongos micorrízicos	9
Tipos de micorrizas	10
Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA)	11
Ecología de la micorriza arbuscular	12
Clasificación de los HMA	13
Características generales del Phylum Glomeromycota	15
Características generales de las gramíneas	16
Características generales de <i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) torr.	17
Ubicación de la zona de estudio	18
HIPÓTESIS	19
OBJETIVOS	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos	19
MATERIALES Y METODOS	20
a) Trabajo en campo	20
b) Trabajo en invernadero	23
c) Trabajo en laboratorio	23
Determinación de porcentaje de colonización	24
Tinción de raíces	24
Montaje de raíces y conteo de colonización	25
Determinación taxonómica de géneros de HMA	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
Caracterización de las cuatro poblaciones de <i>Bouteloua curtipendula</i>	28
Colonización micorrízica radical en <i>Bouteloua curtipendula</i>	29

Evaluación de esporas asociadas al suelo rizosferico de <i>Bouteloua curtipendula</i>	29
.....	29
Determinación taxonómica de los HMA	32
Clave para familias	33
Imágenes de las especies determinadas	42
CONCLUSIONES	52
LITERATURA CITADA	53
APENDICE 1	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales características de las escuelas taxonómicas del siglo XX. Tomado de Michan, 2003.	7
Cuadro 2. Clasificación taxonómica de hongos micorrízicos arbusculares	6
Cuadro 3. Características de las localidades muestreadas	21
Cuadro 4. Caracteres analizados en la determinación taxonómica	26
Cuadro 5. Caracterización de las poblaciones de <i>Bouteloua curtipendula</i> en los cuatro sitios	28
Cuadro 6. Porcentaje de colonización micorrízica en <i>Bouteloua curtipendula</i> recolectados en el Valle del Mezquital.	29
Cuadro 7. Número de esporas encontradas	30
Cuadro 8. Número de esporas después de la masificación	31
Cuadro 9. Morfoespecies encontradas no identificadas a especie	31
Cuadro 10. Sitio y tratamiento donde fueron encontradas las especies determinadas	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zona de Estudio	18
Figura 2. Vista panorámica de los sitios de muestreo.....	22
Figura 3. Esquema para la morfología de las esporas.....	27
Figura 4. Esporas, forma general	27
Figura 5. Ontogenia de <i>Acaulospora</i>	33
Figura 6. Ontogenia de <i>Entrophospora</i>	34
Figura 7. Ontogenia de <i>Gigaspora</i>	36
Figura 8. Ontogenia de <i>Scutellospora</i>	37
Figura 9. Ontogenia de <i>Glomus</i>	40
Figura 10. <i>Acaulospora denticulata</i>	42
Figura 11. <i>Acaulospora mellea</i>	43
Figura 12. <i>Acaulospora rehmsii</i>	44
Figura 13. <i>Entrophospora infrequens</i>	45
Figura 14. <i>Gigaspora decipiens</i>	46
Figura 15. <i>Scutellospora calospora</i>	47
Figura 16. <i>Scutellospora fulgida</i>	48
Figura 17. <i>Scutellospora scutata</i>	49
Figura 15. <i>Glomus geosporum</i>	50
Figura 16. <i>Glomus mosseae</i>	51
Figura 17. <i>Glomus pachycaulis</i>	51

RESUMEN

México es un país que sobresale gracias a la diversidad biológica que posee, misma que es necesario conocer, mediante estudios taxonómicos. Dentro de la biodiversidad destaca el caso de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA); que son importantes para el medio ambiente ya que son simbioses obligados de alrededor del 90% de las plantas vasculares.

En este trabajo se realizó un estudio taxonómico de los hongos micorrízicos arbusculares que se encuentran asociados al suelo rizosférico de la gramínea *Bouteloua curtipendula* en cuatro poblaciones del Valle del Mezquital Hidalgo. Para realizar este estudio se midieron ejemplares de *Bouteloua curtipendula* en cuatro poblaciones, con el fin de buscar semejanza en los sitios de muestreo, se evaluó a los HMA en suelo rizosférico de campo, después se masificó con pasto (*Lolium multiflorum*) y jitomate (*Lycopersicon esculentum*) donde se incrementó la densidad de esporas las que fueron determinadas taxonómicamente utilizando el manual Shenk y Pérez (1990) y la información de la página del INVAM (<http://invam.caf.wvu.edu/>).

Las esporas determinadas fueron: *Acaulospora denticulata*, *Acaulospora mellea*, *Acaulospora rehmi*, *Entrophospora infrequens*, *Gigaspora decipiens*, *Glomus geosporum*, *Glomus mosseae*, *Glomus pachycaulis*, *Scutellospora calospora*, *Scutellospora fulgida*, *Scutellospora scutata*. De ellas *Glomus mosseae* ha sido reportada para el Valle del Mezquital.

Las poblaciones de *Bouteloua curtipendula* estudiadas mostraron diferencias estadísticas en tamaño, aunque esta diferencia no se refleja en la densidad de esporas o en la colonización micorrízica; así mismo los valores de densidad de esporas y porcentaje de colonización fueron en general bajos. En la población de González- González, encuentran los individuos de talla menor, se determinaron taxonómicamente siete especies de HMA, y su riqueza total fue de 17 taxones. La población de Julián Villagrán presentó una riqueza de 10 taxones. En Patria Nueva y Xitzo se presentaron 12 morfoespecies de las cuales se determinaron cuatro especies.

INTRODUCCIÓN

La taxonomía es una rama de la biología que permite generar conocimientos sobre las especies que existieron o existen. A través de esta área es posible conocer la biodiversidad; lo que es importante porque México es considerado uno de los países con mayor mega diversidad biológica.

México esta conformado en un 60% de su territorio por zonas donde la lluvia es escasa y poco predecible; Estas regiones generalmente presentan suelo suelto, propenso a la erosión. En estos sitios se encuentra una importante parte de la diversidad biológica de México así como un gran número de endemismos y es de esperarse que suceda lo mismo con la diversidad de los hongos micorrízicos arbusculares, los cuales no han sido evaluados de manera precisa, a pesar de que estos organismos se encuentran asociados con alrededor del 90% de plantas vasculares (Francis, 1994; Estrada-Torres, 1998; Varma, 1999; Montaña y Monroy-Ata, 2000; Xoconostle, 2002; Caravaca, 2003; González-Chávez, 2004; Bicundo, 2006; Wheler, 2006).

México posee alrededor de 26,000 plantas vasculares y de estas, sobresalen las gramíneas que son plantas de gran importancia en los ecosistemas semiáridos. Se encuentran en prácticamente todas las asociaciones vegetales llegando a conformar pastizales casi puros; tienen una amplia capacidad de adaptación y son de rápido crecimiento. Su sistema radical les permite un máximo aprovechamiento de agua, nutrientes y retención de suelo. Sus yemas de crecimiento se localizan en la porción basal, muy cerca del suelo donde generalmente no ocurre daño por pisoteo o heladas. Estas características hacen que las gramíneas tengan un alto valor económico en estas zonas, ya que la ganadería extensiva se sustenta en gramíneas forrajeras como *Bouteloua curtipendula*. Sin embargo, la continua extracción de esta especie por medio del pastoreo selectivo y continuo pone en riesgo su persistencia en los matorrales. Esta especie al igual que otras, al asociarse con los HMA aumenta su éxito en los ecosistemas con limitantes ambientales como son los matorrales secos (López 1992; Torres, 1993).

En el Valle del Mezquital los matorrales se desarrollan sobre suelos someros, donde la pérdida de la cubierta vegetal conlleva a la pérdida del suelo y su microbiota, incluyendo a los HMA; por ello la presencia de los pastos es

muy importante, porque retienen suelo y aportan materia orgánica necesaria para la actividad microbiológica del suelo.

En trabajos previos se ha propuesto la generación de inóculos a partir de los HMA del suelo, para ser usados en los programas de recuperación de la cubierta vegetal de los matorrales perturbados, sin embargo, muchos de esos trabajos reportan a los HMA a nivel genérico con un listado de especies no descritas. Por ello se hace necesario una revisión taxonómica que genere datos sobre xerófilas. Las especies de los HMA asociados a las plantas útiles de los matorrales

ANTECEDENTES

Consideraciones taxonómicas

La taxonomía deriva del vocablo griego *taxís*, que significa arreglo u ordenamiento y es una parte de la biología que tiene por objetivo la clasificación y ordenación de todos los seres vivos, dentro de categorías con base en sus similitudes estructurales y relaciones evolutivas. La taxonomía comprende tres actividades principales: clasificación, nomenclatura e identificación. La clasificación es el proceso de asignar a un espécimen o grupo de especímenes determinados dentro de una categoría taxonómica o dicho de otra manera asignarle un taxón. Otro objetivo de la clasificación es postular hipótesis sobre la historia filogenética que existe entre un grupo de organismos. La nomenclatura es el proceso de asignarle un nombre a las diferentes categorías taxonómicas o taxa. La identificación es el proceso de asociación de un espécimen a un taxón previamente conocido, esto es la acción de determinar donde debe estar ubicado un espécimen dentro de un sistema de clasificación conocido (Wilson, 1985; Villaseñor, 1992; Audesirk, 1997; De Haro 2002).

Breve historia de la taxonomía

Los intentos formales de sistematizar la naturaleza aparecieron en la civilización griega con los trabajos de Platón y Aristóteles quienes establecieron en la Academia y el Liceo la mayoría de los fundamentos lógicos de la clasificación biológica clásica. Posteriormente resaltaron las obras de Dioscórides y Plinio con una botánica más pragmática. Durante el Renacimiento resaltaron autores como Leonhard Fuchs (1501-1566), Guillaume Rondelet (1507-1566), Konrad Gesner (1516-1565), Pierre Belon (1517-1564), Rembert Dodoens (1517-1585), Ulisse Aldrovandi (1522-1605), Andrea Cesalpino (1524-1603), Robert Hooke (1635-1703), John Gerard (1542-1612). Gaspard Bauhin (1560-1624), quienes realizaron clasificaciones basadas en los clásicos, con descripciones breves generalmente en orden alfabético. Utilizaban nombre vulgares, a las plantas se les agregaban sus propiedades terapéuticas o culinarias y se le asociaban con seres imaginarios.

En los siglos XVI, XVII y XVIII se realizaron exploraciones y se hicieron descubrimientos de nuevos territorios que plantearon nuevas interrogantes sobre los elementos y los procesos de la naturaleza. Se conocieron nuevas especies que era necesario describir, nombrar y clasificar. Además, hasta ese momento el estudio y la clasificación de las plantas y los animales no estaban unificados porque se basaban en distintos textos: los zoólogos se apegaban al método seguido por Aristóteles en *Historia animalium* y las plantas se ordenaron de acuerdo con Plinio, Hipócrates, Teofrasto y Dioscórides, de tal forma que era indispensable encontrar una base común de comparación y evaluación que permitiera unificar los principios de la clasificación botánica y zoológica, el primero en intentar esto fue Ray y el que lo logró fue Linneo con su *Systema Naturae* (Villaseñor, 1992; Audesirk, 1997; De Haro 2002; Michan, 2003).

A finales del siglo XVIII, el sistema taxonómico linneano ya se había impuesto en los principales centros de Europa e Inglaterra. Su uso se popularizó entre la mayoría de los naturalistas y la décima edición de *Systema Naturae* (1758) fue la referencia universal de cualquier zoólogo a principios del siglo XX. Posteriormente, Illiger (1785-1813) fue el primero que consideró formalmente los aspectos históricos para esclarecer las características y las relaciones entre los grupos taxonómicos. Esta misma tendencia la propagaron autores como Maupertuis, Diderot, Buffon, Leibniz, Lamarck y St. Hilaire, quienes expusieron ideas transformistas y promovieron la importancia de considerar la historia de los organismos en las clasificaciones. Para el siglo XIX, Lamarck hizo una clasificación de invertebrados que fue muy difundida. Alfred Russel Wallace (1856) publicó el primer trabajo de taxonomía evolutiva, y Charles Darwin (1859) desarrolló y fundamentó la teoría de la evolución por medio de selección natural. Darwin, en el *Origen de las especies*, estableció la existencia de la evolución gradual y continua como resultado de la descendencia con modificación, por la intervención de procesos como la variabilidad, selección natural, adaptación, selección sexual y lucha por la existencia. Posteriormente, Ernst Haeckel (1834-1909) hizo la conversión de la morfología al evolucionismo, describió la 'ley biogenética fundamental' (la ontogenia recapitula la filogenia); y reconoció que hay un triple paralelismo entre sistema natural, filogenia y ontogenia. En 1866 creó los

términos filogénesis, filogenia, phylum, monofilético y polifilético. Este autor dio igual importancia a la forma y a la función de los órganos (Villaseñor, 1992; Audesirk, 1997; De Haro 2002; Michan, 2003).

La taxonomía de la segunda mitad del siglo XX se caracterizó por: 1) considerar que las clasificaciones deben reflejar, fundamentalmente, las relaciones genealógicas que existen entre los diferentes organismos y los cambios que se han dado en ellos a través del tiempo (divergencia, como aspecto subordinado) y, si es posible, otros componentes de la filogenia o historia evolutiva (*v. gr.* polaridad o dirección evolutiva, relaciones espaciales o geográficas y diversificación); 2) fundamentar las clasificaciones biológicas en cuatro conceptos importantes: especie o unidad de clasificación, caracteres y su distribución, relaciones de semejanza, y homología. A partir de estos elementos se establecieron relaciones fenéticas (similitud total), patrísticas (divergencia), genealógicas, cronísticas, y espaciales; y 3) clasificar a los seres vivos con base en los principios representados por las tres tendencias: la evolutiva o gradista, la filogenética o cladista y la fenética o numérica. Las dos primeras utilizan como criterio las relaciones ancestrales, mientras que la última aplica la similitud total. Las principales características de cada una de ellas se encuentran resumidas en el cuadro 1 (Villaseñor, 1992; Audesirk, 1997; De Haro 2002; Michan, 2003).

Cuadro 1. Principales características de las escuelas taxonómicas del siglo XX. Tomado de Michan, 2003.

Característica	Evolutiva	Fenética	Filogenética
Nombres utilizados para denominar la escuela.	Tradicional, filista, gradísta o clásica.	Numericista, neoadansoniana, taximetría o estadística.	Cladística, hennigiana o genealogista.
Principales antecesores.	Darwin (1859), Wallace (1856) y Haeckel (1866).	Taranto (474 a. C) y Adanson (1763-1764).	Mitchell (1889, 1901) Y Camp (1923).
Principales representantes.	Mayr	Sokal, Sneath y Jardine.	Hennig, Nelson, Wiley, Farris y Platnick.
Periodo de tiempo.	Desde 1940.	Desde 1950.	Desde 1950.
Textos clásicos	<i>The methods and Principles of Systematic Zoology</i> Mayr, Linsley Y Usinger (1953), <i>Principies of Systematic Zoology</i> Mayr y Ashlock (1991) y <i>Principies of Animal Taxonomy</i> de G. G.Simpson (1961).	<i>Numerical Taxonomy</i> Sokal y Sneath (1963). <i>Mathematical Taxonomy</i> , Jardine y Sibson (1971).	<i>Elementos de una sistemática filogenética</i> Hennig (1950). <i>Phylogenetics. The Theory and practice of phylogenetic systematics</i> Wiley (1981). <i>Systematics and biogeography: cladistics and vicariance</i> Nelson y Platnick (1981). <i>Phylogenetic patterns and the evolutionary process</i> Eldredae y Cracraft (1980).
Fundamento	Mezcla de relaciones evolutivas	Similitud total	Cladogénesis: historia de los eventos de especiación ramificación.
Principio	La evolución ha producido grupos naturales de organismos, entonces la clasificación debe reflejar este proceso. Las bases son las similitudes y las diferencias observadas entre los grupos de seres.	Refleja la similitud total. Fenético significa libre de teoría. Una clasificación será mejor cuanto más información tenga sobre los taxones y además, se base en el mayor número de caracteres. <i>A priori</i> cada carácter posee el mismo valor.	Destaca el valor fundamental de la cladogénesis (ramificación). Las especies son unidades de la evolución y los taxones superiores naturales clados) son unidades de historia, y tienen continuidad a partir de una especie ancestral común.
Rechazan	Reducir la clasificación a similitud	Conceptos evolutivos.	Especiación filética
Método general de agrupamiento de taxones.	Divergencia y cladogénesis.	Similitud total.	Caracteres derivados compartidos (sinapomorfías).

Continuación cuadro 1.

La filogenia en la clasificación expresa.	Divergencia y otros componentes de la filogenia.	Utilidad y conveniencia.	Genealogías hipotéticas, es un conjunto de hipótesis obtenidas a partir de la información proporcionada por los caracteres y su distribución.
Homología	Evolutiva, importante.	No se considera, solo es operativa	Evolutiva, de importancia
Monofilia	Los taxones no deben ser necesariamente monofiléticos u holofiléticos.	La filogenia es irrelevante como criterio de agrupamiento	Los taxones deben ser estrictamente monofiléticos.
Parafilia	Se aplica si hay diferencias morfológicas considerables, si ocupan zonas adaptativas distintas, o si hay diferencia de entre la riqueza de los taxones comparados (divergencia).	No se considera	No se considera
Concepto de especie	Biológico y evolutivo.	Fenética	Evolutiva, filogenética y cladística.
Subespecie y compatibilidad reproductiva	Por lo general es relevante, en especial geográficamente.	No la consideran	Irrelevante
Unidad de estudio	Especie biológica.	OTU (Unidad Taxonómica Operacional)	Semaforonte
Relaciones que refleja la clasificación	Genealogía, la similitud total/ diferencia. y otros componentes de la filogenia.	Similitud total o diferencia.	Genealogía, ancestral común Inmediata.
Caracteres que se utilizan	Homólogos y selectivamente neutros (no adaptativos), entre los que están los embrionarios, moleculares y conductuales o los que han permanecido constantes a lo largo de la evolución (no cambian en respuesta a las condiciones ambientales).	Todos los caracteres posibles observables y cuantificables, a todos los caracteres se les da la misma importancia, para lograr la mayor objetividad posible, se recomienda usar como mínimo 50 y hasta mil o más, y a cada uno de ellos se le asigna una forma numérica.	Homólogos, sinapomórficos y autapomórficos.
Fósiles	Pueden ser muy importantes.	No se usan.	Se consideran pero dentro de sus relaciones filogenéticas.
Datos ecológicos	Pueden ser muy importantes.	No se usan	Se utilizan rara vez
Dendrograma	Filograma (árbol evolutivo).	Fenograma	Cladograma (clado, un ancestro con todos sus descendientes)

Importancia de la taxonomía

La importancia de la taxonomía radica en que las especies identificadas son la base de la mayoría de los estudios ecológicos ya que cada parte de este planeta posee organismos que deben conocerse, además existe la necesidad cada vez mas demandante de datos básicos que solo pueden ser proporcionados por los taxónomos. La información proporcionada por los taxónomos constituye el sustento en la elaboración de teorías o estrategias biológicas. Se emplea así mismo en estudios florísticos, micológicos y faunísticos, inventarios regionales y en general para la ejecución de planes de manejo y conservación de los recursos genéticos (Edwards, 1995; Kottelat, 1995; Caín, 1997; Winesten, 1999; Bramwell, 1989).

Los hongos micorrízicos

Las raíces de las plantas no solo cumplen con los papeles de soporte mecánico y de absorción de nutrientes, sino también realizan funciones especializadas como la síntesis, acumulación y segregación de varios compuestos que le dan complejidad y biodiversidad al entorno rizosférico. Estas estructuras no son blancos pasivos de los organismos del suelo, ya que los compuestos que segregan funcionan como atrayentes o repulsores de organismos hacia la zona de suelo que forma la rizosfera. También regulan la comunidad microbiana y promueven simbiosis benéficas, entre ellas las micorrizas. Las raíces cambian las propiedades físicas y químicas del suelo e inhiben el crecimiento de plantas competidoras, al segregar compuestos carbonatados, la elaboración de estos le consume del 5% al 21% de todo el carbono fotosintetizado por la planta, ayudándole a hacer mas eficiente la competencia por espacio, agua y nutrientes; los organismos con los que interacciona la planta a traves de la raíz son entre otros: bacterias, hongos actinomicetos, insectos, nematodos y anélidos. (Linderman, 2000; Jefries, 2003; Walker, 2003)

Los elementos minerales se encuentran en solución en el suelo, y la raíz los absorbe en forma de iones. Para ello, es necesario que el elemento mineral entre en contacto con el sistema radical. Existen tres mecanismos que propician este contacto: interceptación radicular, flujo de masa y difusión (Da Silveira, 2003).

Actualmente el funcionamiento de la rizósfera se divide en endorizósfera y ectorizósfera. Cuando los microorganismos invaden la parte superficial de la raíz, pertenece a la ectorizósfera pero si invaden las células de las capas más superficiales corresponde a la zona conocida como endorizósfera. Entre los organismos más importantes que habitan la endorizósfera se encuentran los hongos micorrízicos (Pérez, 2002).

Las interacciones ecológicas juegan un papel importante dentro de la naturaleza, en particular los mutualismos permiten el funcionamiento óptimo de los organismos involucrados, quienes se benefician recíprocamente, al unir sus cualidades. Juntos salvan las limitantes, que en otras circunstancias, terminarían por eliminarlos.(Francis, 1994; Varma, 1999; Jeffries, 2003)

Una de las asociaciones simbióticas que han podido trascender en el tiempo y el espacio, es la micorriza (del griego *myces*: hongo y *rhiza*: raíz) este nombre dado por Frank, en 1885 (citado en Vargas 1990; Al Agely, 1995)

La asociación micorrízica involucra a diversos hongos y las raíces de plantas terrestres. Esta asociación es tan efectiva que alrededor del 90% de las plantas vasculares y algunas no vasculares la presenta. El hongo coloniza biotroficamente la corteza de la raíz, sin causar daño a la planta, llegando a ser, fisiológica y morfológicamente, parte integrante de dicho órgano. Entre los beneficios que producen las micorrizas en las plantas asociadas, se puede destacar los siguientes: facilitan su nutrición, crecimiento y desarrollo, mejoran su tolerancia frente a estrés hídrico y a los agentes patógenos, permiten una mejor adaptación a suelos salinos y contribuyen con la disminución de la erosión de las zonas aledañas. Estos beneficios son la base fundamental que le permite a la planta mayor competitividad.(Carrillo–García, 1999; Varma, 1999; Dumas-Gaudot, 2000; Xoconostle; 2002; González – Chávez, 2004; Molina, 2005).

Tipos de micorrizas

Las micorrizas han sido agrupadas, con base en la anatomía de las plantas colonizadas. Los dos tipos más comunes y extendidos de micorrizas son las ectomicorrizas y las endomicorrizas; En las ectomicorrizas el micelio invade la raíz sin entrar en el interior de las células. En las endomicorrizas el micelio invade la

raíz, inicialmente es intercelular, posteriormente se invagina en el interior de las células radicales.

Existen otros tipos de micorrizas que son variantes de las anteriores como las que se presentan a continuación:

- ✓ Ectendomicorrizas orquidioides, llamadas de ovillo, y tal vez representan el tercer tipo más importante de micorrizas, Las orquídeas las poseen ya que estas plantas son dependientes de los hongos simbiotes cuando se encuentran en estado juvenil de protocormo. Una vez que la planta crece y fotosintetiza, generalmente se independiza del hongo.
- ✓ Las ectendomicorrizas, forman un manto, al penetrar las hifas a las células de la raíz.
- ✓ Micorrizas ericoides, son las mas sencillas, con raíces muy simples e hifas penetrando en las células para formar ovillos.
- ✓ Arbutoides, donde también presenta un manto externo junto con hifas que penetran a las células para formar rulos.
- ✓ Monotropoides, diferenciada apenas por la forma de penetración de las hifas a las células radicales (Le Tacon, 1985; Al Agely, 1995; Barea, 1998; Popoff, 2004; Molina, 2005)

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA)

Las micorrizas arbusculares provocan pocos cambios en la estructura de la raíz. Generalmente no se observa un crecimiento denso de hifas en la superficie de la raíz. No hay un manto hifal. Sin embargo, hay una red miceliar interna. El micelio inicialmente entra en la raíz, de forma intercelular y posteriormente penetra en el interior de las células radicales. Una vez dentro de las células, forma minúsculas arborescencias muy ramificadas que se llaman arbusculos que permiten una gran superficie de contacto entre ambos simbiotes, tienen una vida efímera, que comprende algunos a semanas, y terminan por ser degradados. En el interior de la raíz se encuentran comúnmente vesículas, que son los órganos de reserva del hongo. Los HMA proporcionan múltiples beneficios a la planta como: mayor absorción y transferencia de nutrientes, una mejor asimilación,

metabolismo y transporte de fósforo del suelo a la planta. El Fósforo es un macronutriente de difícil incorporación al vegetal ya que no es soluble en agua; favorece el incremento de la asociación con microorganismos fijadores de nitrógeno que en su fase de colonización inicial requieren la presencia de fósforo, como consecuencia se observa el incremento en la cantidad de nódulos; hay mayor ganancia de carbono. Brindan protección en condiciones de estrés como: patógenos de hábitos radicales, salinidad, sequía, acidez y elementos tóxicos. También colaboran en definir la diversidad vegetal y productividad en ecosistemas naturales así como en la estabilidad de los agregados del suelo. Dadas las propiedades de los hongos micorrízico arbusculares al asociarse con los vegetales se han usado, para inocular plantas micropropagadas que necesitan aclimatación, control de patógenos, para disminuir la adición artificial de fósforo; en trabajos de restauración ecológica entre otros usos. (Gabor, 1982; Moora, 1998; Carrillo–García, 1999; Varma, 1999; Linderman, 2000; Miller, 2000; Saito, 2000; Xoconostle; 2002; Curtis 2003; Swift, 2003; González – Chávez, 2004; Popoff, 2004; Bennett, 2006; De la Peña, 2006; Muok, 2006).

El micelio es el mayor componente de los hongos del suelo en cuanto a importancia y longitud, esto hace susceptible y probable la colonización de las raíces de otras plantas. La longitud hifal en el suelo de los HMA puede alcanzar hasta 100 veces mas volumen que las raíces de las plantas. La cantidad de micelio puede variar entre especies vegetales y ecosistemas.

(Jaizme-Vega, 1998; Linderman, 2000; Curtis, 2003; Ferrera-Cerrato, 2004; González – Chávez, 2004; Pineda 2004; Ramos-Zapata 2004)

Ecología de la micorriza arbuscular

Los HMA son microorganismos rizosféricos cosmopolitas por lo que se pueden encontrar en la mayoría de los biomas terrestres. No obstante, la distribución y presencia de estos simbioses es afectada en aquellos suelos con diferente grado de fertilidad, manejo agrotecnológico (como aplicación de insumos fertilizantes, biocida o plaguicidas), o por diversos agentes de perturbación tales como pastoreo, el cual produce compactación del suelo. Así mismo impacto de procesos industriales como la minería, petroquímica, o deposición de desechos

industriales; afecta su riqueza y composición. No obstante, estas condiciones desfavorables inducen una selección de HMA más aptos para tolerar condiciones ambientales adversas. En este caso, los HMA ecológicamente adaptados pueden ser sujetos de manipulación para la producción de inoculante con fines de restauración o remediación de ecosistemas perturbados. Otros factores que determinan no solo la distribución sino la funcionalidad o efectividad de los HMA se relacionan con la vegetación dominante, la cual participa como reservorio de estos hongos (Ferrera-Cerrato 2004; Koide, 2004).

Clasificación de los HMA

Link (1809), (Citado en Koide 2004) estableció el género *Endogone*. Para 1844 Tulasne y Tulasne describen por primera vez el género *Glomus*; a partir de esporas extraídas de suelo. Los hermanos Tulasne consideraron a *Glomus* muy cercano a *Endogone*. (1849) Fries (Citado en Koide 2004) establecía la familia Endogonaceae que fue colocada en el orden Tuberales, esta familia fue transferida posteriormente al orden Mucorales por Bucholds en 1912. A inicios de la década de los 70's Gerdemann y Trappe revisaron La familia Endogonaceae y observaron que existía gran variedad de especies, por lo que fue necesario incluirlas en siete géneros, tres géneros no micorrízicos *Endogone*, *Modicella*, *Glaciella* y cuatro generos micorrízicos: *Glomus* (anteriormente ubicado como *Rhizophagus*) (Citado en Koide 2004), *Sclerocystis* (previamente descrito como género micorrízico), y dos nuevos géneros *Gigaspora* y *Acaulospora*; Trappe y Schenck en 1982 reconocieron otro género micorrízico, *Entrophospora*; En 1987 Walker también reconoció cinco géneros de hongos micorrízicos desconociendo *Sclerocystis* y añadido *Scutellospora*.

En 1990, Almeida y Schenck transfirieron la mayoría de las especies de *Sclerocystis* al género *Glomus*. De esa manera *Sclerocystis* es un género monotípico. Ese mismo año Morton y Benny colocaron los cinco géneros de Walker (1987) en tres familias (Glomaceae, Acaulosporaceae y Gigasporaceae) y dos subórdenes (Glomineae y Gigasporineae) que fueron colocados en un nuevo orden, los Glomales. En 1993 Wu no reconoció la propuesta de *Sclerocystis* (Koide, 2004; Tomio, 2005)

Ciertas evidencias morfológicas y moleculares (Citado en Koide 2004), indicaron que los HMA forman parte de un grupo monofilético distinto de otros linajes de Zygomycota: su hábitat simbiótico, su aparente falta de zigosporas y la filogenia basada en rDNA. Basado en estas evidencias Schüßler (2001) erigió el phylum Glomeromycota, y corrigió el nombre del orden de glomales a Glomerales. La filogenia molecular basada en rDNA, demostró que Glomeromycota es un grupo hermano de Ascomycota y Basidiomycota (Schüßler, 2001; Redecker, 2005)

El phylum Glomeromycota se caracteriza por su reproducción asexual y forma blastosporas al final de la hifa. Este último carácter separa los órdenes del phylum. Las características morfológicas que permiten la identificación de los HMA pueden ser diferenciadas empíricamente, a través de comparaciones ontogénicas del cuerpo vegetativo y formación de la espora. De esta manera, es posible diferenciar taxonómicamente los HMA (Morton 1999; University of Sydney, 2004; Redecker, 2005).

La taxonomía de Glomeromycota es relativamente reciente, antes de 1974 la mayoría de los HMA se consideraban dentro del género *Endogone*, sin embargo Gerdemann y Trappe (1974) removieron las especies género *Endogone* y las colocaron en cuatro géneros: *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora* y *Gigaspora*. El orden Glomales fue erigido por Morton y Benny (1990) para contener a todas las especies de HMA, incluidos los géneros *Scutellospora* y *Entrophospora*., las familias Glomaceae, Gigasporaceae y Acaulosporaceae fueron reconocidas. Estas familias se caracterizaron por el modo de formación de la espora y están soportadas por datos moleculares. Después del análisis de secuencias genéticas para Zygomycetes se estableció que existía una separación de los HMA de los otros grupos de hongos, y se propuso el phylum Glomeromycota (Morton, 1990; Redecker, 2000; Schüßler A. 2001; Walker, 2002; Lara 2003).

Los miembros del phylum Glomeromycota se reproducen de manera asexual; mientras que las especies de *Endogone* se reproducen sexualmente formando zigosporas como sucede en el phylum Zygomycota (Redecker, 2000; Schüßler A. 2001).

El modo de la formación de esporas no es una característica de diagnóstico útil para algunos géneros; ya que esporas de *Glomus* y *Acaulospora* fueron

reportadas que se producen de manera distinta formando linajes profundamente divergentes. Posteriormente fueron descritos dos nuevos géneros *Archaeospora* y *Paraglomus* los cuales fueron colocados en dos nuevas familias, ya que algunas especies en *Archaeospora* son incluso dimórficas, miembros de esta familia fueron colocados originalmente en familias diferentes (Redecker, 2000; Redecker, 2005).

El análisis filogenético molecular ha mostrado que especies que forman esporocarpos complejos que antes se habían colocado dentro del género *Sclerocystis*, pertenecen filogenéticamente al género *Glomus* (Redecker, 2000).

Un nuevo género *Pacispora* fue erigido en 2004 por Oehl y Sieverding compartiendo algunas formas del género *Glomus* así como *Diversispora* (Redecker, 2005).

Características generales del Phylum Glomeromycota

En general los miembros de Glomeromycota produce enzimas que permiten la colonización de las raíces de las plantas, además pueden disolver minerales del suelo (University of Sydney, 2004; Redecker, 2005)

Bajo condiciones favorables las esporas de Glomeromycota germinan formando un apresorio en la raíz del hospedero y estableciendo una nueva simbiosis micorrizica arbuscular con alguna planta, algunas especies de Glomeromycota pueden colonizar a sus hospederos a partir de fragmentos de hifas que se encuentran en el suelo (Redecker, 2005).

Los HMA pertenecen al Phylum Glomeromycota, Clase Glomeromycetes y los Ordenes Glomerales, Paraglomerales, Archaeosporales y Diversisporales como se muestra en la cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de hongos micorrizicos arbusculares ¹

Reino	Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Fungi	Glomeromycota	Glomeromycetes	Glomerales	Glomeraceae	<i>Glomus</i>
			Paraglomerales	Paraglomeraceae	<i>Paraglomus</i>
			Archaeosporales	Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i> <i>Intraspora</i> ⁴ <i>Appendicispora</i> ⁵
				Geosiphonaceae	<i>Geosiphon</i> ²

Diversisporales	Acaulosporaceae	<i>Acaulospora</i> <i>Kuklospora</i> ⁴
	Gigasporaceae	<i>Gigaspora</i> & <i>Scutellospora</i>
	Pacisporaceae	<i>Pacispora</i> ³
	Diversisporaceae	<i>Diversispora</i> ³
	Entrophosporaceae ⁴	<i>Entrophospora</i>

¹Schüßler *et al.* (2001).

²Hongo no micorrízico arbuscular.

³Walker *et al.* (2004) ; Oehl y Sieverding (2004).

⁴ Sieverding (2006)

⁵ Spain *et al.* (2006)

Características generales de las gramíneas

Las gramíneas son plantas herbáceas; rara vez se encuentran leñosas como los bambúes; poseen un sistema radical muy ramificado lo que le da una apariencia fibrosa; Poseen postura erecta, ascendente, postrada o rastrera, con estolones o rizomas. Los internodos del tallo se denominan culmos. Poseen hojas simples y alternas formando dos hileras. Sus nervaduras son paralelas. Consta de dos porciones, la vaina que envuelve al tallo y el limbo que se extiende linear o lanceolado (en algunos casos se diferencian por la presencia de un pecíolo). En la unión entre el limbo y el la vaina se encuentra un apéndice denominado lígula típicamente membranoso o representado por una hilera de pelos. La inflorescencia se presenta en espiga, racimo o panícula. La unidad básica de la inflorescencia es la espiguilla que se caracteriza por presentar estructuras reproductoras rodeadas por un conjunto de brácteas que se denominan flósculos sostenidos sobre un eje o raquilla (continuo o articulado con 1 a 50 flósculos) y definidos en su base por un par de brácteas denominadas glumas. En toda la espiguilla se presentan múltiples variaciones que marcan diferencias específicas. La flor esta en cada flósculo que posee por lo regular dos brácteas denominadas lema y palea. El fruto en su mayoría es una cariósipide; la semilla esta soldada al

pericardio con abundante endospermo (Gillet, 1984; Gould, 1992; López, 1992; Torres, 1993).

Características generales de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) torr.

Las plantas del género *Bouteloua* son anuales y perennes de hábito diverso, algunas con rizomas o estolones. Las hojas en su mayoría basales, con limbos planos y plegados. La lígula generalmente un anillo de pelos. La inflorescencia con numerosas ramas, espigadas, cortas, éstas estrechas o distantemente espaciadas a lo largo del eje principal y produciendo de una a numerosas espiguillas, inmóviles en dos hileras a lo largo de los márgenes de un raquis angular aplanado la desarticulación en la base del raquis de la rama o arriba de las glumas. Las espiguillas con una flor fértil y tres flores reducidas o rudimentarias arriba. Las glumas lanceoladas, de una nervadura, desiguales a casi iguales, sin aristas o con aristas cortas. Las lemas membranosas, de tres nervaduras, la nervadura central a menudo extendida para formar una arista, las nervaduras laterales ocasionalmente con una arista corta. La palea membranosa, las dos nervaduras ocasionalmente con punta aristada (Gould, 1992; Torres, 1993; López, 1992)

Bouteloua curtipendula es una especie herbácea perenne hasta de 1 m de alto, más o menos ampliamente amacollada, con rizoma o estolones; hojas en su mayoría concentradas hacia la base de la planta, lígula en forma de membrana corta y fimbriada, lámina por lo general plana, hasta de 25 cm de largo y 3 (7) mm de ancho, a menudo pilosa cerca de la base; inflorescencia estrecha y alargada, hasta de 25 cm de largo, de (12) 20 a 40 (80) ramas, de 0.8-2 (4) cm de largo, dispuestas en forma unilateral, desprendiéndose íntegras en la madurez; espiguillas (2) 3 a 5 (12) por rama, en general glabras; primera gluma de 4-5 mm de largo, la segunda más ancha y de 5.5-8.5 mm de largo; lema un poco más corta que la segunda gluma, cortamente tridentada en el ápice, con los dientes provistos de aristas muy breves, pálea algo más corta que la lema; flor rudimentaria con la lema aristada o a veces reducida a una sola arista hasta de 10 mm de largo, se le considera de alto valor forrajero es usada por el ganado en pastoreo libre. Se distribuye en el centro y norte de México; es un excelente pasto

forrajero, con rendimientos variables de 314-558 KgMS/ha/año y contenido de proteína cruda de 7.3-17.5% (Balderas, 1988; Canto, 1989; Bello, 1993; González-Elizondo, 1993).

Ubicación de la zona de estudio

El Valle del Mezquital se ubica en la porción sur occidental del Estado de Hidalgo, en la cuenca del río Tula más adelante llamado Moctezuma. El clima es templado seco con lluvias en verano (BS) con sus variantes BS1 y BS0, la precipitación es muy irregular, concentrada en julio, agosto y septiembre. La altitud varía entre 1700 y 2100 msnm (Bravo, 1978).

Los sitios de estudio (Figura 1) son de las áreas más secas, los valores anuales de lluvia oscilan entre los 350 y los 425 mm repartidos en dos períodos de lluvia máximos uno en junio (mayor) y otro en septiembre. Los valores mensuales de lluvia disminuyen sensiblemente del verano al invierno, los tres primeros meses del año son los más secos (INEGI, 1987).



Figura 1. Zona de Estudio, mostrando en azul los sitios de muestreo

HIPÓTESIS

Si la riqueza taxonómica de los hongos micorrízico arbusculares asociados a *Bouteloua curtipendula* es constante entonces no variara entre las poblaciones del Valle del mezquital.

OBJETIVOS

Objetivo General

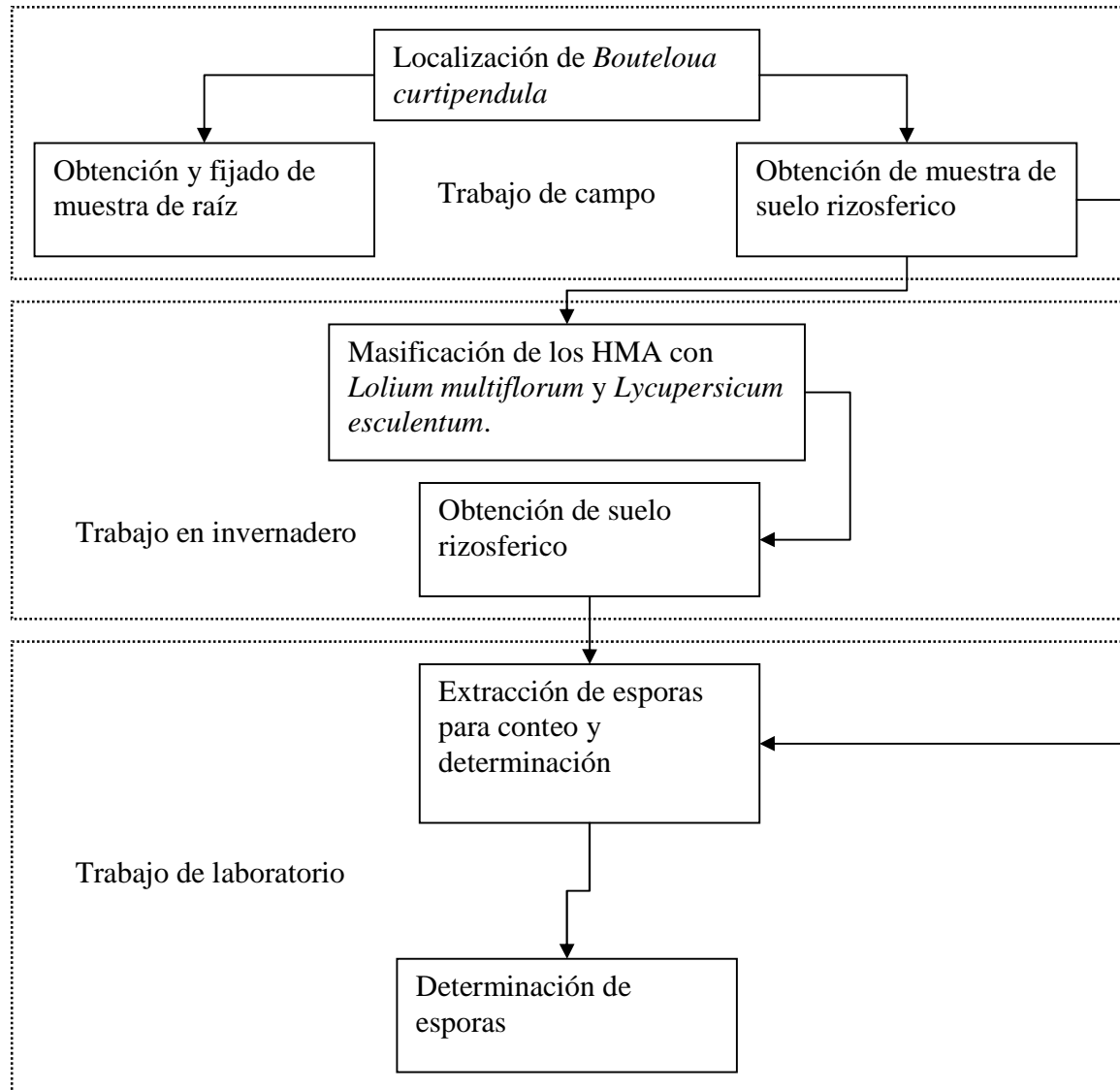
Caracterizar la riqueza taxonómica de los HMA asociados al suelo rizosférico de *Bouteloua curtipendula* de cuatro poblaciones del Valle del Mezquital, Hidalgo.

Objetivos Específicos

- ❖ Caracterizar morfológicamente cuatro poblaciones de *B. curtipendula* en el Valle del Mezquital
- ❖ Determinar el porcentaje de colonización total presente en *Bouteloua curtipendula* proveniente de cuatro poblaciones de diferentes matorrales del Valle del Mezquital.
- ❖ Evaluar la densidad de esporas en el suelo rizosférico de *Bouteloua curtipendula* de las cuatro localidades.
- ❖ Delimitar con base a características morfológicas de las esporas la riqueza de especies de HMA asociados a *Bouteloua curtipendula*.

MATERIALES Y METODOS

La elaboración del experimento se realizó en tres fases, como se muestra en el siguiente diagrama de flujo.



a) Trabajo en campo

Se ubicaron cuatro poblaciones representativas de *Bouteloua curtipendula* en los matorrales xerofilos del Valle del Mezquital Hidalgo figura 2. En el cuadro 3 se muestran características geográficas y ecológicas de cada sitio muestreado. En todos los sitios se eligieron plantas que presentaban espigas florales, Esto es individuos establecidos y reproductivos y que se evitaran confusiones

taxonómicas. Los sitios se georeferenciaron con un geoposicionador modelo Maguellan gps 315.

Cuadro 1. Características de las localidades muestreadas

Localidad	Tipo de vegetación	Altura	Coordenadas
González González	Matorral subinerme con: <i>Cylindropuntia inbricata</i> <i>Karwinskia sp</i> <i>Eupatorium</i> <i>Bouteloua curtipendula</i> <i>Flourensia cernua</i>	2092 msnm.	20°24'31'' Lat. N 98°58'33'' Long. O
Julián Villagran	Matorral subinerme con: <i>Mortonia hidalguensis</i> <i>Machaonia coulteri</i> <i>Flourensia resinosa</i> <i>Decatropis bicolor</i> <i>Agave striata</i>	1930 msnm.	20°26'4'' Lat. N. 99°4'58'' Long. O
Patria Nueva	Matorral rosetofilo con: <i>Agave striata</i> <i>Pithecellobium revolutum</i> <i>Mamilaria sp.</i> <i>Opuntia stenopetala</i> <i>Jatropha dioica</i>	1930 msnm.	20°22'1'' Lat. N 99°2'51'' Long. O
Xitzo	Matorral espinoso con: <i>Mimosa biuncifera</i> <i>Opuntia streptacantha</i> <i>Myrtillocactus geometrizans</i> <i>Acacia sp.</i> <i>Bouteloua gracilis</i>	2147 msnm	20°22'41'' Lat. N 98°56'8'' Long. O



Figura 1. Vista panorámica de los sitios de muestreo A) Julián Villagran, B) Patria Nueva, C) González-González, D) Xitzo.

Con el fin de caracterizar a las poblaciones *Bouteloua curtispindula*, se realizaron dos transectos en cada comunidad de 60 m de largo por un metro de ancho donde se contaron y midieron todos los individuos adultos de *B. curtispindula* cuando se encontró un número menor a 30 individuos se completaron hasta llegar a este número como mínimo en cada localidad; los datos obtenidos de medir el área y altura de los individuos, fueron tratados estadísticamente para conocer semejanza entre sitios.

Para obtener las raíces, en cada de las localidades, se extrajeron cinco plantas procurando obtener completa la raíz. Se obtuvo de 3 a 5 g de raíces finas, se enjugaron con agua y se fijaron con alcohol al 50%, con este material se

observo en el microscopio óptico la condición de la colonización micorrízica misma que fue evaluada en cada una de las plantas para obtener.

La muestra de suelo se obtuvo del que se encontraba asociado a la raíz de cada planta de *Bouteloua curtipendula*, el cual se puso en una bolsa etiquetada y se guardó en refrigeración a 4°C; con el fin de preservar las esporas de los HMA; Una parte del suelo obtenido se empleó para realizar el conteo de esporas y otra para masificar los HMA en condiciones de invernadero.

b) Trabajo en invernadero

Masificación de los HMA en plantas trampa

Las macetas que se utilizaron en la masificación de los HMA, fueron lavadas y desinfectadas con una solución de cloro al 5%. En estas macetas se colocó el suelo rizosférico colectado y se mezcló con arena de Ottawa en una concentración 1:1 V/V con el fin de que la textura sea favorable para el crecimiento radical.

En las macetas con el sustrato preparado, se sembraron dos especies de plantas trampa: jitomate (*Lycopersicon esculentum*) y pasto rye grass (*Lolium multiflorum*) que son plantas de crecimiento rápido y ciclo vegetativo corto, desarrollan un sistema radical amplio presentan follaje con poca cobertura. En el caso del *Lycopersicon esculentum*, se sembraron las semillas previamente lavadas y sin rastro de fungicida cubiertas ligeramente por el sustrato, lo mismo se realizó con *Lolium multiflorum*. Una vez que las semillas fueron sembradas, las macetas fueron cubiertas con bolsas de aclimatación con el fin de mantenerlas aisladas y libres de contaminación.

Los cultivos se mantuvieron durante cuatro meses, se regaron con agua destilada cada vez que fue necesario para mantenerlos al 80% de la C C del suelo.

c) Trabajo en laboratorio

Conteo y montaje de esporas

Se colocaron 50g de suelo en 400mL de agua de la llave, posteriormente se aplicó agitación mecánica por espacio de tres minutos, con el fin de romper los

agregados del suelo y liberar las esporas. Después de realizada la agitación, se suspendió el sobrenadante en un matraz a un litro y se le aplicó una ligera agitación manual, se dejó sedimentar por 1 minuto, al término del cual se procedió a pasar el sobrenadante por una serie de tamices de 420 y 44 μ sin permitir que el suelo precipitado pasara por los tamices, una vez realizado el primer tamizado se procedió a repetirlo en dos ocasiones más, resuspendiendo solo con agitación manual.

La muestra de suelo obtenida en el tamiz fino se lavó con abundante agua y el residuo final se depositó en cajas petri. El conteo total de esporas se llevó a cabo a través de un microscopio estereoscópico con aumento de 5x. Se contaron las esporas que reunían los siguientes requisitos:

- ✓ Que estuvieran completas
- ✓ Que soportaron esfuerzo mecánico
- ✓ Que no flotaran en el agua
- ✓ Que presentaran contenido lipídico

Una vez seleccionadas las esporas con las características antes señaladas, se procedió a extraerlas a fin de ser montadas en una laminilla con alcohol polivinílico (PVLG) y PVLG + Melzer; Se cuidó que las laminillas no formaran burbujas. Para las revisiones taxonómicas las esporas montadas debieron ser iguales en cuanto a forma color y tamaño, esto para evitar confusiones al momento de identificarlas, una vez elaboradas las laminillas, se dejan secar de 24 a 48 horas para posteriormente sellarlas con barniz translucido.

Determinación de porcentaje de colonización

Tinción de raíces

El procedimiento utilizado es el propuesto por Phillips y Hayman (1970). Las raíces libres de suelo se colocaron en cápsulas de esterilización, dentro de un vaso de precipitados al que se le agregó suficiente KOH al 10% para cubrir las; se dejó reposar por espacio de 24 a 48 horas cambiando el KOH hasta que su color fue transparente (proceso de clareo). Posteriormente se retiró el KOH y se

enjuago con agua de la llave y se le agrego H₂O₂ al 10% en suficiente cantidad para cubrir las raíces durante tres minutos (proceso de blanqueo). Las raíces se cubrieron con solución colorante (azul de tripan al 0.05% en lactoglicerol) se dejo reposar 24 horas (proceso de tinción). El exceso de colorante se elimino y cuando fue necesario se decoloraron la raíces con lactoglicerol limpio.

Montaje de raíces y conteo de colonización

Las raíces teñidas se cortaron en segmentos de un centímetro; En cada portaobjetos se colocaron de forma paralela veinte segmentos a los que se les adiciono unas gotas de lactoglicerol, para evitar que se secan y sobre estas se coloco un cubreobjetos largo y se sello con esmalte. Para cada laminilla se realizo un duplicado.

La lectura de la colonización total se realizo buscando en cada campo observado, las estructuras típicas de los HMA como hifas, vesículas o arbusculos. Se realizó la evaluación con los objetivos de 10x y 40x. El total de campos observados fue de 120 considerando los veinte segmentos que fueron revisados tres veces y la laminilla se realizó por duplicado.

El porcentaje de colonización total y fraccionada se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ colonización total} = \frac{\# \text{ de segmentos colonizados}}{\# \text{ de segmentos totales observados}}$$

$$\% \text{ colonización por vesículas} = \frac{\# \text{ de segmentos colonizados por vesícula}}{\# \text{ de segmentos totales observados}}$$

$$\% \text{ colonización por arbusculos} = \frac{\# \text{ de segmentos colonizados por arbusculos}}{\# \text{ de segmentos totales observados}}$$

Determinación taxonómica de géneros de HMA

Para determinar a nivel de género a los HMA a partir de las esporas, se necesita que estas hayan sido fijadas en alcohol polivinilico. La determinación fue con base a las características morfológicas que presentaban como son: presencia

o ausencia de hifa; número de capas de la pared, forma de las mismas; color, etc., siguiendo el manual de Shenck y Pérez (1990).

Con base en las características morfológicas de las esporas se procedió a elaborar una lista (cuadro 3) de características cuantitativas y cualitativas que permitan la determinación de las esporas.

Cuadro 2. Caracteres analizados en la determinación taxonómica

Caracteres analizados
Forma
Tamaño media (micrometros)
Color
Numero capas pared de la espora
Medidas de las capas de la pared de la espora
Tipo de capas de la pared de la espora
Numero paredes germinales Gw
Medida de las capas de las paredes germinales
Cicatrices
Presencia de la hifa
Tipo de hifa presente
Capas de la hifa
Presencia del sáculo esporifero
Esporocarpo
Medidas del esporocarpo
Medidas de las esporas del esporocarpo
Presencia o ausencia de peridio en el esporocarpo

Tamaño

El tamaño de las esporas es obtenido mediante la medición por fotografía (Varela com. per.) La diferencia con el utilizado anteriormente es el uso de fotografía digital mismas que se tratarán utilizando un programa (corel draw versión 12) que permita hacer medición y edición de fotografías.

El primer paso consiste en la calibración del programa utilizando una fotografía de la reglilla para calibrar objetivos en los diferentes aumentos del microscopio, teniendo cuidado de que la resolución de la fotografía sea el mismo para todas; se hacen mediciones utilizando la herramienta de mano alzada

dibujando una línea entre las graduaciones de la reglilla, se realiza una proporción para saber cuantos milímetros de la línea corresponden a las micras de la reglilla.

La medición se hace sobre la imagen o estructuras de las esporas trazando líneas que el programa mide.

La ventaja de este método es que la medición puede hacerse en fracciones de milímetro y se pueden poner marcas sobre la fotografía indicando alguna estructura o editando las escalas de las fotografías.

El método fue comparado con mediciones hechas en un microscopio que posee ocular con micrómetro del Colegio de postgraduados.

Forma

La forma se determina de acuerdo a la clasificación de formas de polen propuesta por Erdtman. En esta, el polen radialmente simétrico se considera un elipsoide cuyo eje de rotación es el eje polar. Si el eje polar es dos veces al diámetro ecuatorial, el grano se denomina perprolato, con una serie de etapas intermedias según las magnitudes relativas del eje polar (P =largo) y el diámetro ecuatorial (E =ancho), Figura 1: prolato-esferoidal o subgloboso ($P/E=1.14-1.00$); subprolato o subgloboso a elipsoide ($P/E=1.14-1.33$); prolato o elipsoide ($P/E=2-1.33$) y perprolato ($P/E=2$), Figuras 13, 14.

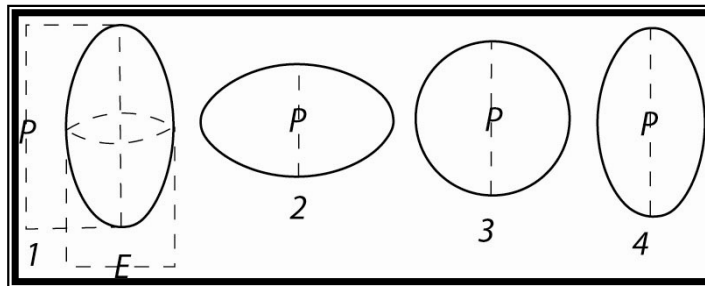


Figura 2. 1, esquema de la orientación de un grano de polen en vista meridiana: P, eje polar; E, diámetro ecuatorial que divide al grano en los dos casquetes polares; 2, polen oblató; 3, polen esferoidal; 4, polen prolato. Tomado de Saenz 1978

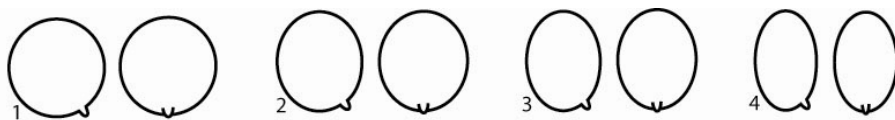


Figura 3. Esporas, forma general: 1, globosa; 2, subglobosa; 3, ligeramente elipsoide; 4, elipsoide. Tomado de Saenz 1978

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las cuatro poblaciones de *Bouteloua curtipendula*

Las poblaciones de *Bouteloua curtipendula* se caracterizaron tomando en cuenta la altura, área basal y densidad de las plantas, los resultados del análisis de ANDEVA seguido de la prueba de Tukey mostraron que la población de González-González tuvo individuos más cortos y fueron estadísticamente diferentes a los de Xitzo que fueron los más altos ($P < 0.05$), los individuos de las poblaciones de Julián Villagrán y Patria Nueva tienen alturas intermedias. El análisis área basal, que fue la otra variable considerada para tamaño de los individuos, mostró que las plantas de González-González son estadísticamente más pequeñas que cualquiera de los individuos las poblaciones restantes. En cuanto a densidad de individuos la población de Xitzo presento menor densidad y Julián Villagrán fue la población más densa (Cuadro 5) apéndice 1

Cuadro 1. Caracterización de las poblaciones de *Bouteloua curtipendula* en los cuatro sitios

Localidad	Altura (cm). \bar{X}	Área basal (cm ²). \bar{X}	Densidad No. de individuos/m ²
1. González González	30.72	50.35	0.51
2. Julián Villagran	58.06	136.57	1.00
3. Patria Nueva	52.37	180.27	0.86
4. Xitzo	66.53	205.75	0.38

Al buscar similitud entre poblaciones se aplicó una prueba de comparaciones múltiples entre las medias. Que correspondió a la diferencia significativa honesta (DHS) de Tukey, que mostró la diferencia real entre las muestras además permitió formar grupos en los cuales existe semejanza; Los resultados arrojados para el área de la base de *Bouteloua curtipendula* en las cuatro poblaciones (Apendice 1) indican que no existen diferencias significativas entre: González-Julián; Julián-Patria; Julián-Xitzo y Patria-Xitzo. La prueba

estadística también permitió conocer si los sitios podrían agruparse por su similitud, los grupos formados fueron dos el primero formado por González y el segundo por las demás poblaciones.

Colonización micorrízica radical en *Bouteloua curtipendula*

La colonización micorrízica en *Bouteloua curtipendula* muestra valores cercanos al 20% en tres poblaciones, mientras que en Julián Villagran se presentó el 70% de colonización. Los valores bajos se deben en gran parte a que la evaluación se realizó cuando las plantas presentaron floración en las cuatro poblaciones, momento en el cual la planta requiere sus recursos para que la producción de semillas sea exitosa, por lo que quedan pocos recursos para sostener la simbiosis micorrízica activa, en la cual se espera mayor presencia de arbusculos, en esta etapa de la planta, el hongo inicia la formación de estructuras de resistencia disminuyendo la colonización radical, por lo mismo no se encontraron arbusculos. Los valores altos de la colonización total micorrízico arbuscular en Julián Villagran se deben en que a pesar de ser sitios cercanos, la sincronía de floración no es la misma, en este sitio la floración era inicial, esto lo demuestra la mayor la presencia de vesículas que son estructuras de reserva y preparan al hongo para su esporulación (Cuadro 6).

Cuadro 2. Porcentaje de colonización micorrízica en *Bouteloua curtipendula* recolectados en el Valle del Mezquital.

Sitio	Total	Vesículas
González-González	20.67	3.00
Julian Villagran	70.67	8.00
Patria Nueva	19.00	1.33
Xitzio	20.33	2.33

Evaluación de esporas asociadas al suelo rizosferico de *Bouteloua curtipendula*

El numero de esporas de los hongos micorrízicos arbusculares presentan valores promedio bajos, de 36 a 60 esporas en 100 gramos de suelo rizosférico. Aparentemente no hay relación entre el tamaño de las plantas de *Bouteloua curtipendula* y el numero de esporas asociado a su rizosfera ya que los individuos

encontrados en Xitzo y los mas pequeños ubicados en Gonzalez-Gonzalez, ambos presentaron 56 esporas promedio en 100 g de suelo.

Cuadro 3. Número de esporas encontradas

	Numero de esporas en 100g de suelo seco
González-González	56
Julian Villagran	36
Patria Nueva	60
Xitzio	56

Julián Villagran fue el sitio con el menor número de esporas (36 por 100g de suelo seco) mientras que los demás sitios presentaron cantidades semejantes (entre 56 y 60 esporas en 100 g de suelo). Lo anterior se relaciona con los resultados mostrados en el cuadro 6 donde se observa que la colonización de Julián Villagran fue mayor, esto indica que el estrés producido por la floración de *Bouteloua curtipendula* aun no llegaba al nivel de inducir una mayor esporulación.

Las esporas del suelo proveniente de campo fueron masificadas con planta trampa durante cuatro meses para obtener esporas con características que pudieran facilitar su determinación taxonómica. La cantidad de esporas encontradas después de la masificación fueron mas abundantes que las presentes en suelo natural. La masificación de Julián Villagran presento el valor menor con 58 esporas el máximo valor promedio de esporas (cuadro 8) fue de 150 en Patria Nueva, también con *Lycopersicum esculentum*. Para la masificación con *Lolium multiflorum* el numero de esporas oscilo encontró entre 66 y 94 esporas, el suelo proveniente de González González fue el que mas esporas presento.

Cuadro 4. Número de esporas después de la masificación

	<i>Lycopersicum</i>	<i>Lolium</i>
	<i>esculentum</i>	<i>multiflorum</i>
Gonzalez Gonzalez	116	94
Julian Villagran	58	86
Patria Nueva	150	66
Xitzio	80	74

Las esporas obtenidas por cultivo trampa fueron revisadas para su determinación taxonómica, la mayoría de las esporas agruparon por tamaño, color, presencia y forma de la hifa, así como las capas en las que se separaba la pared. Con estos criterios se describen *Glomus* con 17 morfoespecies en *Lolium multiflorum* y *Lycopersicum esculentum* (Cuadro 9), se determinaron dos especies *Glomus geosporum* y *Glomus mosseae*, y un afinis *Glomus af. pachycaulis*, Para el genero *Acaulospora* se reconocieron tres formas que fueron determinadas a especie, estas son: *Acaulospora denticulata*, *Acaulospora laevis* y *Acaulospora rehmii*. Las esporas del Género *Entrophospora* encontradas se definió como *Entrophospora infrequens* esta especie no se encuentra reportada para el estado de Hidalgo (Trejo y Varela, 2001). El género *Gigaspora* se encontró representado por *Gigaspora descipiens*. Del género *Scutellospora* se determinaron las especies *Scutellospora scutata*, *Scutellospora fulgida*, además de otra morfoespecie no determinada *Scutellospora* sp. (cuadro 8). Las especies determinadas, el sitio y el origen se encuentran listadas en la Cuadro 9.

Cuadro 5. Morfoespecies encontradas no identificadas a especie

Genero	morfoespecie	González González	Julián Villagran	Patria Nueva	Xitzo
<i>Glomus</i>	1		√		√
	2		√	√	
	3	√			√
	4	√	√	√	
	5	√	√	√	
	6		√	√	√
	7	√			
	8	√		√	√
	9	√			

Continuación de cuadro 9

	10	√	√	√	
	11	√			
	12	√		√	
	13	√	√		√
	14		√		
	15				√
	16				√
	17				√
<i>Scutellospora</i>	1			√	
<i>no determinadas</i>		10	8	8	8
<i>Determinadas</i>		7	2	4	4
<i>Totales</i>		17	10	12	12

Es probable que algunas de las especies no determinadas sean especies nuevas, ya que en general, se cuentan con pocos estudios de hongos micorrízicos arbusculares en estos ambientes.

Cuadro 6. Sitio y tratamiento donde fueron encontradas las especies determinadas

Sitio Especie	González González	Julián Villagran	Patria Nueva	Xitzo
<i>Acaulospora denticulata</i>	<i>L. esculentum</i>			<i>L. esculentum</i>
<i>Acaulospora mellea</i>	<i>L. esculentum</i>			<i>L. multiflorum</i>
<i>Acaulospora rehmi</i>				<i>L. multiflorum</i>
<i>Entrophospora infrequens</i>	<i>L. esculentum</i>			
<i>Gigaspora decipiens</i>	<i>L. esculentum</i>	natural	<i>L. esculentum</i>	
<i>Glomus geosporum</i>	<i>L. multiflorum</i>			
<i>Glomus mosseae</i>	<i>L. esculentum</i>		<i>L. multiflorum</i>	
<i>Glomus aff. pachycaulis</i>	<i>L. esculentum</i>			
<i>Scutellospora aff. calospora</i>			<i>L. esculentum</i>	
<i>Scutellospora fugida</i>			<i>L. esculentum</i> y natural	Natural
<i>Scutellospora scutata</i>		<i>L. esculentum</i>	<i>L. esculentum</i>	

Determinación taxonómica de los HMA

Para realizar la determinación taxonómica de los hongos micorrízicos arbusculares del Valle del mezquital fue necesario realizar una clave taxonómica en la que se contemplaron las características mas representativas de cada genero y de esta manera lograr una primera separación de las esporas, facilitando así la determinación de los individuos a nivel de especie.

Clave para familias

- 1 Presencia de hifa..... 2
- 1' Ausencia de hifa..... Acaulosporaceae

- 2 Presencia de bulbo en hifa.....Gigasporaceae
- 2' Ausencia de bulbo en hifa.....Glomeraceae

Clave para especies de Acaulosporaceae

- 1 Presencia restos de sáculo.....*Entrophospora infrequente*
- 1' Ausencia restos de sáculo..... 2

- 2 Presencia ornamentación..... 3
- 2' Ausencia ornamentación..... *Acaulospora mellea*

- 3 Color naranja a naranja oscuro..... *Acaulospora denticulada*
- 3' Color amarillo pardo a naranja pardo..... *Acaulospora rehmi*

Descripción género *Acaulospora*

Las esporas se producen de manera lateral en la hifa de sostén, la cual se encuentra ensanchada en su ápice (sáculo). En las esporas maduras se pierde la totalidad de la hifa de sostén quedando en la pared una cicatriz. Las esporas poseen paredes estructurales e internas o solo paredes estructurales. Algunos de sus estratos pueden cambiar de color con el reactivo Melzer. También presentan una estructura conocida como orbe de germinación (Figura 5).

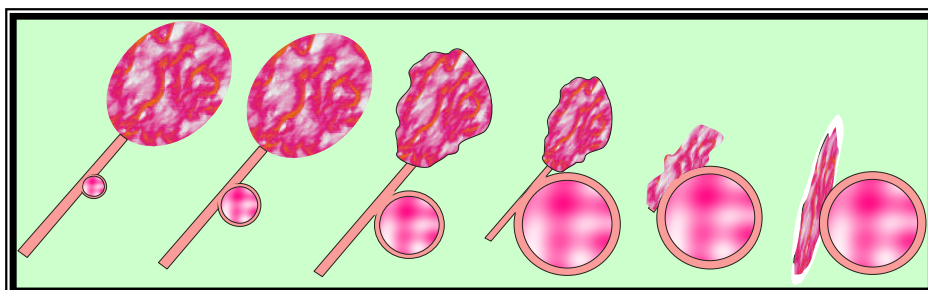


Figura 1. Ontogenia de *Acaulospora*

Descripción del género *Entrophospora*

Las esporas se producen intercaladamente a la hifa de sostén (Figura 6), que en uno de sus ápices se ensancha o se hincha a manera de globo formando lo que se conoce como sáculo. Las esporas maduras pierden los restos de la hifa que les dio origen quedándoles dos cicatrices una opuesta a la otra. Las esporas pueden poseer capas estructurales e internas o solo estructurales. Algunos de los estratos de tales paredes cambian de color con el reactivo de Melzer. La germinación se da a partir de una estructura conocida como orbe de germinación. Para México se han registrado pocas especies de este género (Morton, 1990; Morton, 1999; Franco, 2002).

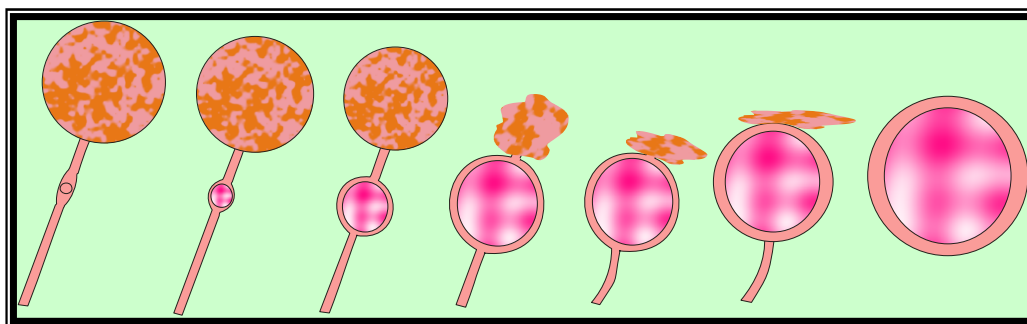


Figura 2. Ontogenia de *Entrophospora*

Descripción de especies

Acaulospora denticulata Sieverding E. & Toro T. S.

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; naranja (0-20-80-0) a naranja oscuro (0-50-100-0), de 112-175 μm de diámetro; Formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 de 0.6 a 1.6 μm , hialina, degradada y mudada tempranamente en la pared de la espora, L2 de 0.6 a 0.8 μm , con ornamentación a manera de proyección circular a oblonga con orilla exterior poligonal, L3 de 0.8 μm hialina flexible. Presenta dos paredes germinales (Gw1, Gw2), la primera hialina, se divide en dos capas de 0.4 a 0.6 μm y de 1.2 a 1.4 μm , la segunda se divide en dos capas, de 0.6 a 1 μm y de 3 a 10 μm ; posee una cicatriz en la superficie; No presenta hifa y escudo de germinación Figura 10.

***Acaulospora mellea* Sieverding E. & Toro T. S.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; naranja pardo (0-20-40-0) a naranja pardo oscuro (0-40-100-10), de 90-140 μ m de diámetro; Formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 de 0.5 μ m hialina, delgada y flexible conocida como capa membranosa; L2 de 3.6 a 5.1 μ m, conformada por pequeñas capas adherentes, laminada, L3 hialina, flexible, se desprende de L2, Presenta dos paredes germinales, (Gw1, Gw2) la primera hialina, se separa en dos capas de 0.5 a 0.6 μ m; la segunda se divide en dos capas, de menos de 0.5 a 0.7 μ m y 3 a 10 μ m. Se observa la presencia de dos cicatriz; No presenta hifa. No se observa la presencia de sáculo esporífero; no presenta escudo de germinación figura 11.

***Acaulospora rehmi* Sieverding & Toro.**

Esporas solitarias en suelo, globosa a subglobosa; amarillo pardo (0-10-40-0) a naranja pardo (0-30-100-0), de 100 a 160 μ m de diámetro; pared formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 mide 0.8 a 1.2 μ m, es la continuación del sáculo esporífero que le dio origen, L2 de 0.5 a 0.8 μ m, laminada con depresiones que forman un patrón parecido a un laberinto, L3 formada por subcapas; Presenta dos capas germinales que se separan de la pared de la espora (Gw1, Gw2). No presenta cicatriz, hifa, sáculo esporífero y escudo de germinación Figura 12.

***Entrophospora infrequens* (Hall) Ames & Schneider.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; naranja (0-30-80-0) a naranja marrón (0-60-100), de 100 a 160 μ m de diámetro; pared de la espora formada por tres capas (L1, L2, L3 y L4). L1 de 2 a 5 μ m hialina es la continuación del sáculo esporífero se degrada conforme madura; L2 de 3.1 a 7.5 μ m, hialina con proyecciones parecidas a espinas ; L3 de 0.5 a 1.4 μ m es laminada, con depresiones en forma de espinas que son la continuación de la capa anterior; L4 de 7.5 a 9.2 μ m hialina y semiflexible, aparentemente es una bicapa o podría ser pared germinal. Presenta una capa germinal, dos cicatrices, sáculo esporífero o restos del mismo; No presenta hifa y escudo de germinación figura 13.

Sieverding E. & Toro T. S. 1987 *Acaulospora denticulata* sp, Nov. And *Acaulospora rehmi* sp, nov. (Endogonace) with ornamented spore walls. *Angewandte Botanik* 61:217-223. 1987

Ames & Schneider 1979 *Entrophospora*, a new genus in the Endogonaceae. *Mycotaxon* 8:347-352. 1979

Clave para especies de Gigasporaceae

- 1 Presencia de escudo de germinación..... 2
- 1' Ausencia de escudo de germinación..... *Gigaspora descipiens*

- 2 Medida de 120 a 220 μm 3
- 2 Medida de 340 a 640 μm *Scutellospora scutata*

- 3 Molor amarillo pálido a amarillo pardo..... *Scutellospora calospora*
- 3' color blanco amarillento a amarillo claro..... *Scutellospora fulgida*

Descripción del género *Gigaspora*

Las esporas de este género se producen en la porción apical de la hifa de sostén. Ligeramente ensanchada en su ápice, a manera de bulbo (Figura 11). Las esporas poseen sólo pared estructural, la cual generalmente incluye de dos a tres estratos, algunos de los cuales cambia de color con el reactivo de Melzer. Previamente a la germinación se produce un estrato germinal.

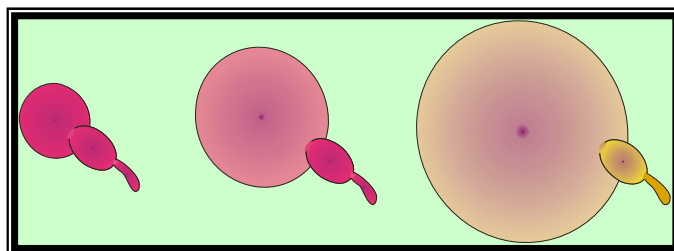


Figura 3. Ontogenia de *Gigaspora*

Descripción del género *Scutellospora*

Las esporas se producen en la porción apical de una hifa de sostén en forma de bulbo. La diferencia que existe con *Gigaspora*, es que las esporas siempre poseen paredes estructurales y algunos de los estratos cambian de color con el reactivo de Melzer. La germinación se da a partir de una estructura especializada denominada escudo de germinación, que le da el nombre al género (Figura 6).

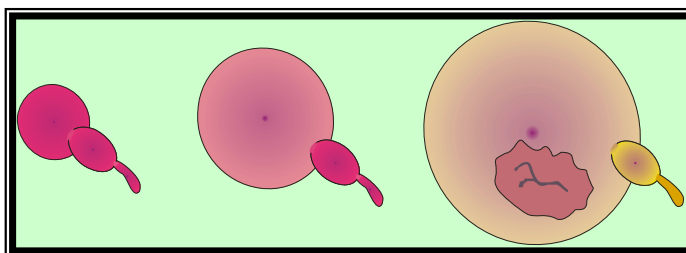


Figura 4. Ontogenia de *Scutellospora*

Descripción de especies

***Gigaspora decipiens* Hall & Abbott.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; hueso (0-5-30-0) a amarillo marrón (0-10-80-10), de 280 a 440 μm de diámetro; pared formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 de 2.5 a 3.2 μm rígida; L2 de 15 a 60 μm , laminada, hialina, algo plástica; L3 de 1.2 a 5 μm de alto en las verrugas o papilas formadas al momento de germinar, adherida a la capa anterior. No presenta capas germinales, cicatrices; presenta hifa en forma de bulbo de 51 a 63 μm ; presenta dos capas. No se observa la presencia de sáculo esporífero; no presenta escudo de germinación Figura 14.

***Scutellospora calospora* Koske & Walker.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; amarillo pálido (5-0-20-0) a amarillo pardo (5-0-100-10), de 120 a 220 μm de diámetro; pared formada por dos capas (L1, L2) adheridas y de igual grosor en esporas jóvenes, L1 de 1 a 1.2 μm adherente; L2 de 1.8 a 4.2 μm laminar, aumenta de grosor y se diferencia conforme la espora madura. Presenta dos capas germinales (Gw1 y Gw2) Gw1 se

subdivide en dos capas, la externa de 0.9 a 2 μm , la interna mas delgada de 0.5 a 1.4 μm . Gw2 con dos capas, la externa de 1.2 a 3.2 μm , la interna mas engrosada de 2.5 a 8 μm . No se observa la presencia de cicatriz; presenta hifa en forma de bulbo de 22 a 28 μm y presenta dos capas, solo una de ellas es observable en microscopios compuesto; No se observa la presencia de sáculo esporífero; presenta escudo de germinación que muestra ligeros pliegues y mide de largo 1.5 veces el ancho Figura 15.

***Scutellospora fulgida* Koske & Walker.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas, blanco amarillento (0-0-5-0) a amarillo claro (0-0-40-0), de 120 a 180 μm de diámetro; pared formada por dos capas (L1, L2), adheridas y de igual grosor en esporas jóvenes. L1 de 0.7 a 1.8 μm unitaria; L2 de 4.5 a 6 μm laminar, aumenta de grosor y se diferencia más de la pared de la espora conforme esta madura. Presenta una capa germinal (Gw1) con dos capas, la externa delgada menor que 0.5, la interna mas engrosada de 0.6 a 1.2 μm . No presenta cicatriz ni sáculo esporífero; presenta hifa en forma de bulbo de 20 a 27 μm y presenta dos capas, solo una observable en microscopio compuesto; No se observa la presencia de sáculo esporífero; presenta escudo de germinación con ligeros pliegues y mide de largo 1.5 veces el ancho Figura 16.

***Scutellospora scutata* Walker, C. & C. Diederichs.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas, hialino o blanco a amarillo marrón (0-5-40-0), de 340 a 640 μm de diámetro, pared formada por dos capas (L1, L2), L1 de 1 μm superficie lisa; L2 de 3.5 a 16 μm , es una capa rígida finamente laminada. Presenta tres bicapas germinales (Gw1, Gw2, Gw3) separables, Gw1: (L1 de Gw1 y L2 de Gw2); L1 de Gw1 es menor a 0.5 μm , L2 de Gw1 de 4 a 9 μm a veces mas; Gw2: presenta dos capas (L1 de Gw2 y L2 de Gw2); Gw2L1 de 0.5 μm , Gw2L2 de 3 a 6 μm ligeramente plastico. Gw3: presenta dos capas (L1 de Gw3 y L2 de Gw3); Gw3L1 de 3 a 5 μm , Gw3L2 plástica, amorfa, con espesor sumadamente variable debido a la plastico que es, de 4 a 18 μm de grueso cuando se presenta amorfa de 3 a 6 μm cuando es rígida. No se observa la presencia de cicatriz; presenta hifa en forma de bulbo, que mide entre

47 y 90 μm presenta dos capas. No se observa la presencia de sáculo esporífero presenta escudo de germinación amarillo marrón (0-30-100-0) de 240 – 325 x 208 – 302 μm , circular a veces ovalado, con múltiples lóbulos, se forma en Gw3 Figura 20.

Hall & Abbott. 1984 Some Endogonaceae from south Western Australia. Trans. Br. Mycol. Soc. 83:203-208.

Koske & Walker. Species of *Scutellospora* (endogonaceae) whit smooth-walled spores from maritime sand dunes: two new species and redescription of the spores of *Scutellospora pellucida* and *Scutellospora calospora*. Mycotaxon 27:219-235. 1986

Walker, C. & C. Diederichs 1989. *Scutellospora scutata* sp. nov., a newly described endomycorrhizal fungus from Brazil. Mycotaxon 35:357-361.

Clave para especies de Glomeraceae

- 1 presencia de forma esporocarpica *Glomus pachycaulis*
- 1' Ausencia de forma esporocarpica 2

- 2 Color marrón a marrón oscuro *Glomus geosporum*
- 2' Color paja a naranja marrón *Glomus mosseae*

Descripción del género *Glomus*

Las esporas se producen en el ápice de las hifas o intercaladas en el micelio (Figura 2). Las esporas maduras conservan restos del micelio que les dio origen. El micelio persiste en forma de una hifa de sostén y el punto de unión con la espora es cónica, recta o curvada. Las especies de este género pueden también pueden formar esporocarpos que es una agrupación de esporas mas o menos compacta, con las hifas en el centro (plexo). También pueden presentar una cubierta denominada peridio. Las esporas poseen una pared estructural y paredes internas o solo pared estructural. Algunas de las capas de la pared

pueden cambiar de color al adicionar reactivo de Melzer, ya que reaccionan con el yodo y producen una reacción dextrinoide que genera cambio de color a rosa, rojo, magenta o púrpura. La germinación en este género se da por la emergencia de una o varias hifas que atraviesan las paredes de la espora o bien por el lumen de la hifa de sostén (Morton, 1990; Morton, 1999; Franco, 2002).

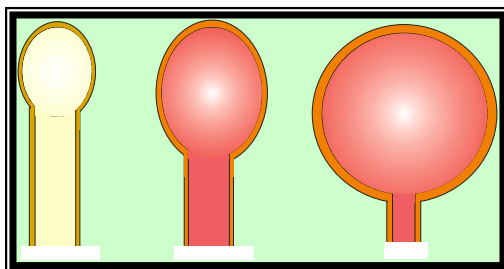


Figura 5. Ontogenia de *Glomus*

Descripción de especies

***Glomus geosporum* Walker, C. Species**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; marrón (0-10-40-0) a amarillo marrón oscuro (0-30-100-10), de 120 a 240 μm de diámetro; pared formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 de 1 μm capa hialina degradable granular en esporas maduras, L2 de 6-14 μm , laminar; L3 de 1-2.5 μm , semirígida, forma un septo característico de esta especie. No presenta capas germinales ni cicatrices. No se observa la presencia de cicatriz; presenta hifa en forma semirecta recurvada, de 2.4 a 4.8 μm , raramente presenta en esporas maduras. Presenta septo recurvado en el punto de unión con la espora. No presenta sáculo esporífero y escudo de germinación Figura 15.

***Glomus mosseae* Gerdemann, J.W. & J.M.**

Esporas solitarias en suelo, globosas a subglobosas; color paja (0-5-20-0) a naranja marrón (0-30-100-10) de 100 a 260 μm de diámetro; pared formada por tres capas (L1, L2, L3). L1 de 1.4 a 2.5 μm hialina, mucilaginosa, degradable con formación posterior de una capa granular en esporas maduras; L2 de 0.8 a 1.6

µm, rígida, frecuentemente se rompe cuando esta se separa de la capa subyacente, L3 de 3.2 a 6.4 laminada. No presenta capas germinales, cicatrices, presenta hifa en forma de embudo Fig. 23c, que mide entre 16 y 32µm y presenta dos paredes, la exterior que es continuación de L1 y la interior que continua de L3. No se observa la presencia de sáculo esporífero; no presenta escudo de germinación Figura 16.

***Glomus Pachycaulis* Wu & Chen. Wu, C.-C. Chen.**

Esporocarpos en suelo, presentan forma globosa a subglobosa Fig. 24a; Amarillo a amarillo marrón, de 170-230 a 175-270 µm. de diámetro; la espora mide 27 a 87µm. Fig. 24b. No presenta capas germinales. No se observa la presencia de cicatriz; presenta hifa en recta que forma septo, que mide entre 7.5 y 15µm y presenta dos paredes, la exterior que es continuación de L1 y la interior que continua de L3. No se observa la presencia de sáculo esporífero; no presenta escudo de germinación Figura 17.

Walker, C. Species in the Endogonaceae: a new species (*Glomus occultum*) and a new combination (*Glomus geosporum*). *Mycotaxon* 15:49-61. 1982.

GERDEMANN, J.W. & J.M. TRAPPE. MYCORRHIZAL *Endogone* species. *Mycologia* 60:313-325. 1968

Wu & Chen. Wu, C.-C. Chen. 1986. The endogonaceae of Taiwán I. Apreliminary investigation on endogonaceae of bamboo vegetation at Chi-Tou areas, central Taiwán. *Taiwania* 31:65:88

Imágenes de las especies determinadas

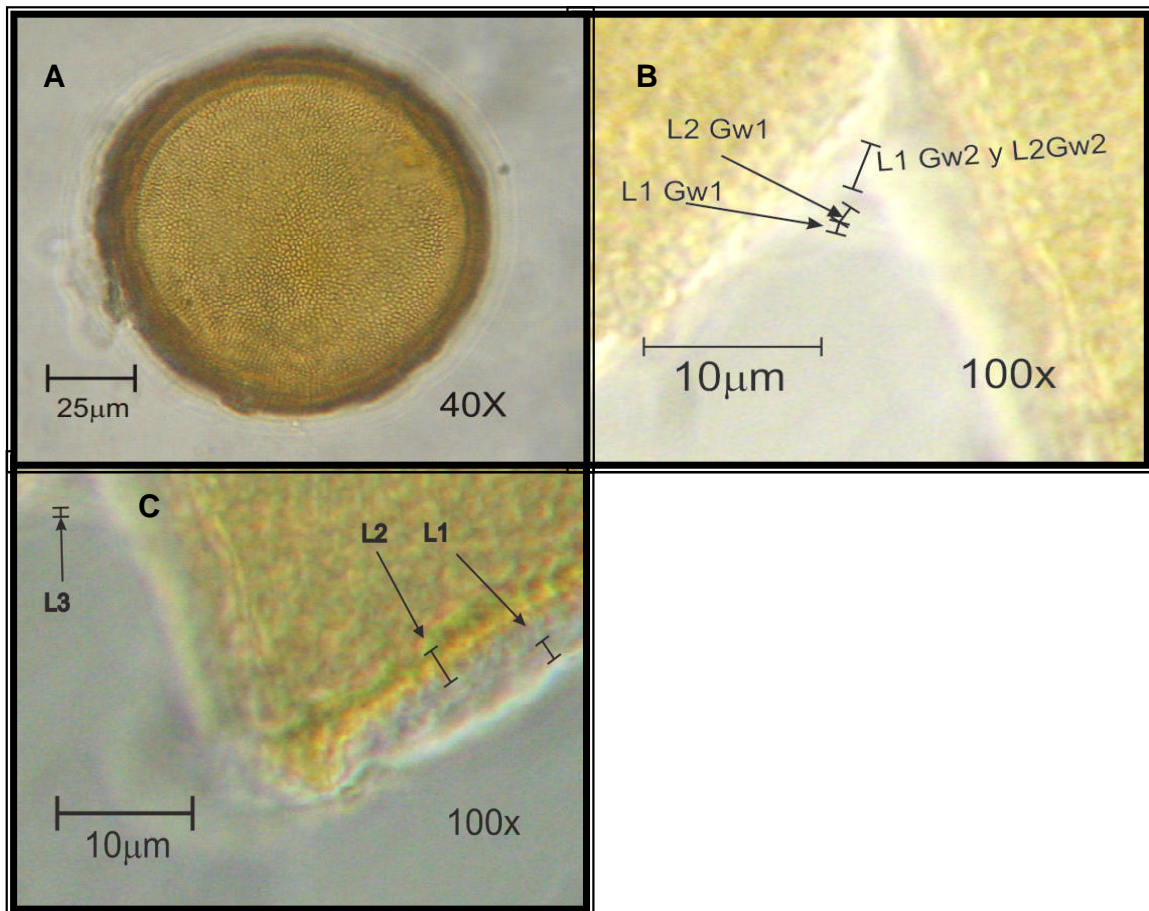


Figura 6. *Acaulospora denticulata* Gw = Capa germinal, A) Aspecto general de la espora, B) Espora rota mostrando capas germinales así como la división de estas, C) Espora rota mostrando la separación de capas L1 y L2

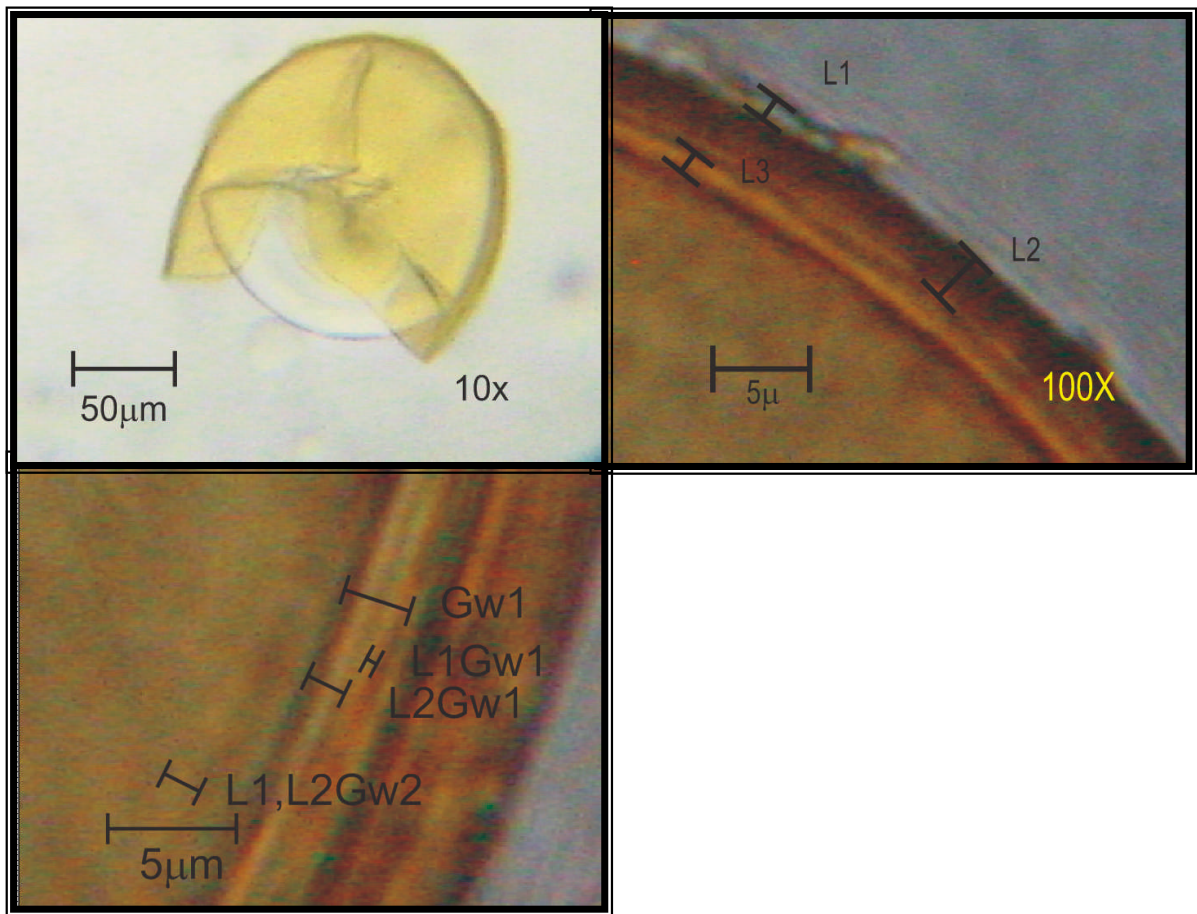


Figura 7. *Acaulospora mellea*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando las capas L1, L2 y L3, C) Porción de la espora mostrando capas germinales Gw y sus subcapas L1 Gw1, L2 Gw1, L1 Gw2 y L2 Gw2.

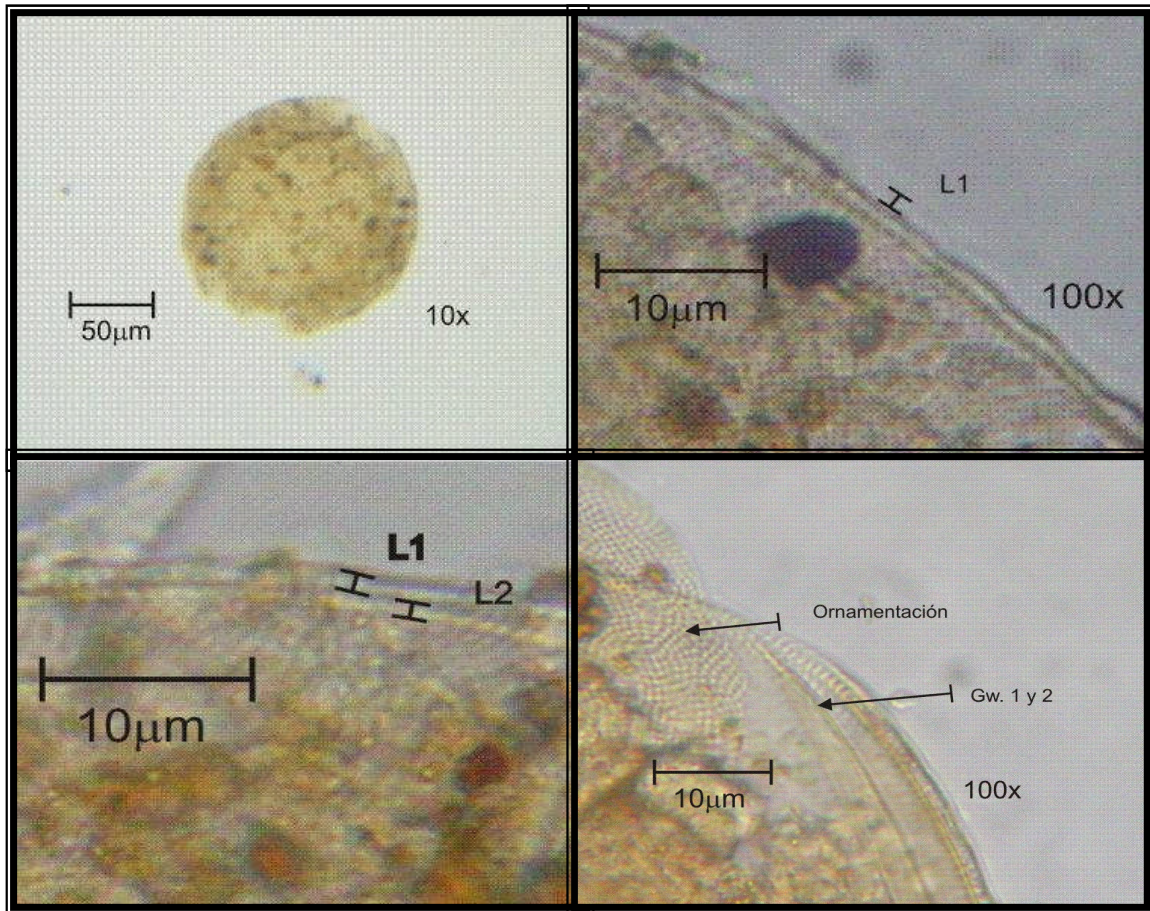


Figura 8. *Acaulospora rehmi*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1, C) Porción de la espora mostrando la capa L1, D) Porción de la espora mostrando capa germinal Gw y sus subcapas L1 Gw1, L2 Gw1.

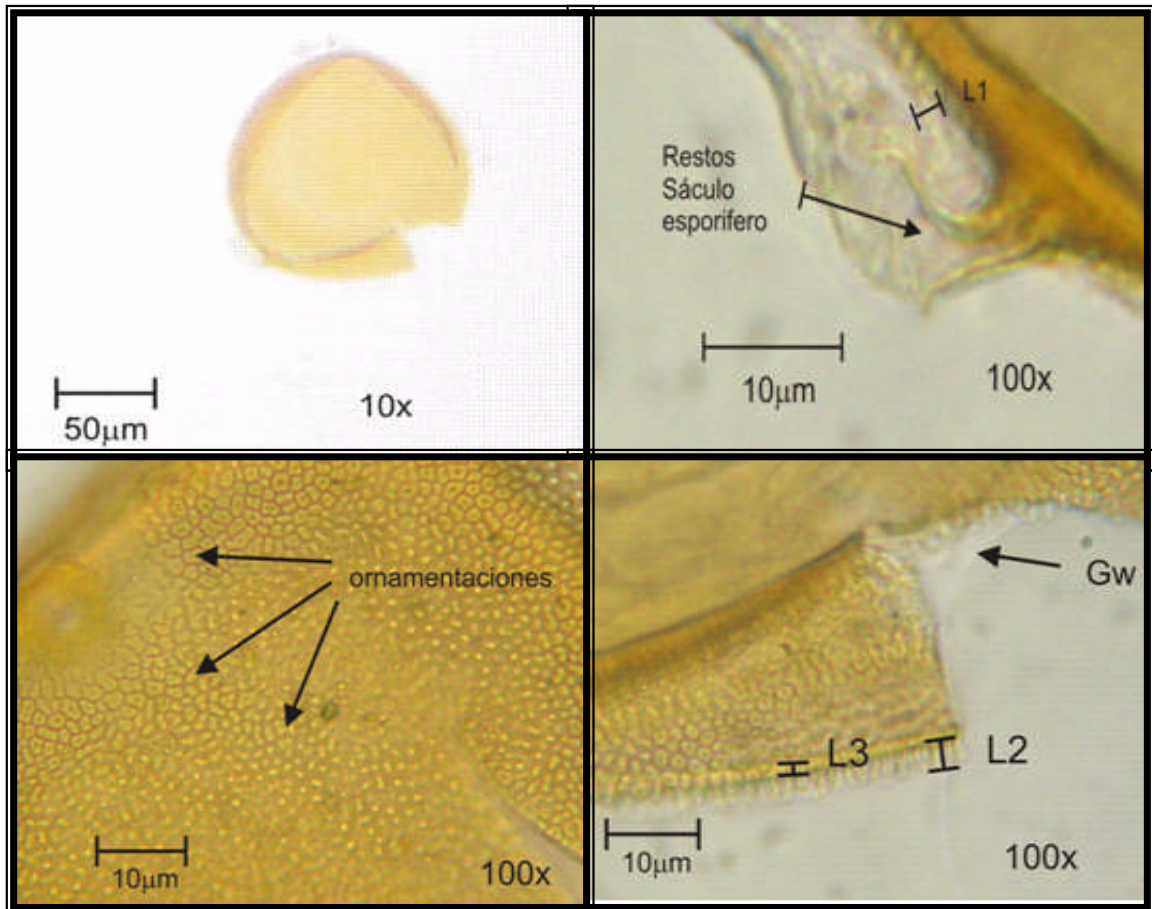


Figura 9. *Entrophospora infrequens* A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1 y restos del sáculo esporífero C) Porción de la espora mostrando la ornamentación, D) Porción de la espora mostrando capa L2 y la capa germinal Gw.

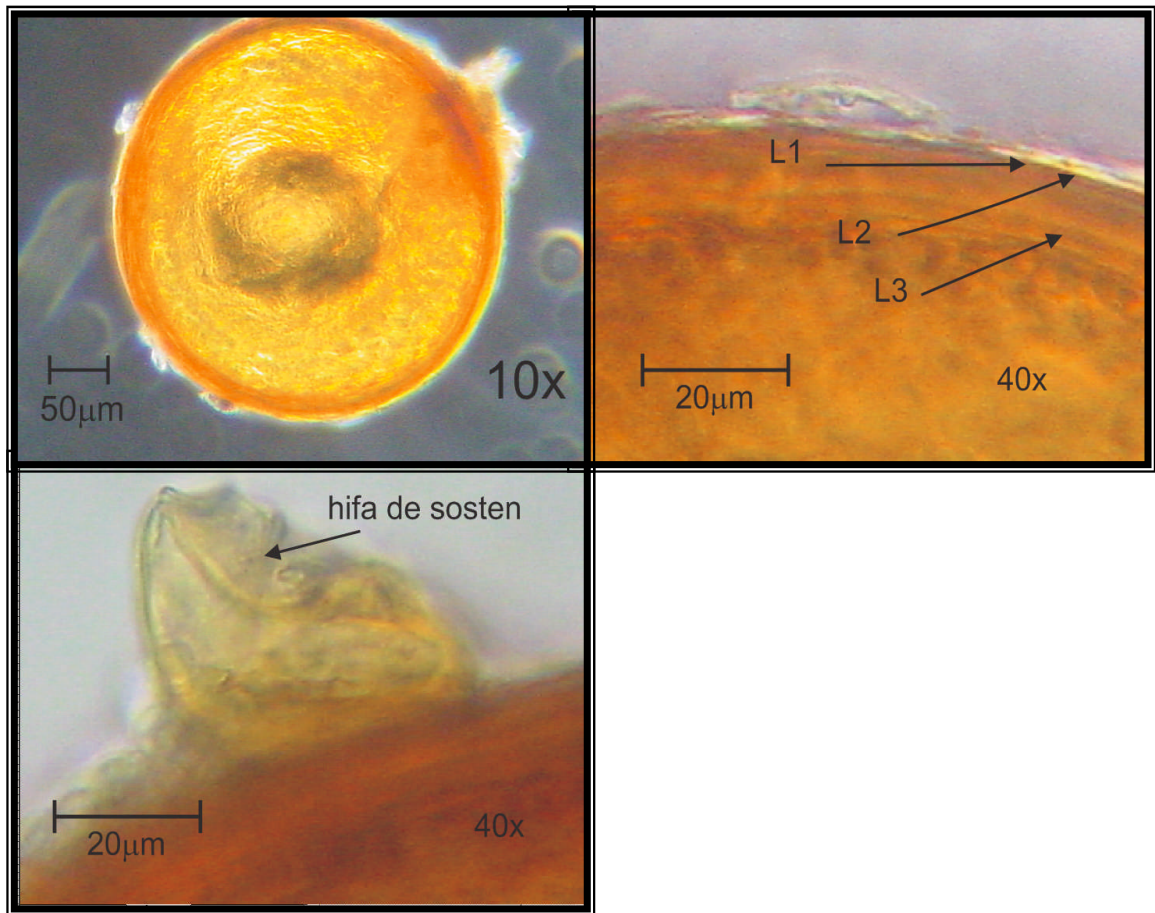


Figura 10. *Gigaspora decipiens*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1, L2 y L3 C) Porción de la espora mostrando la hifa de sostén.

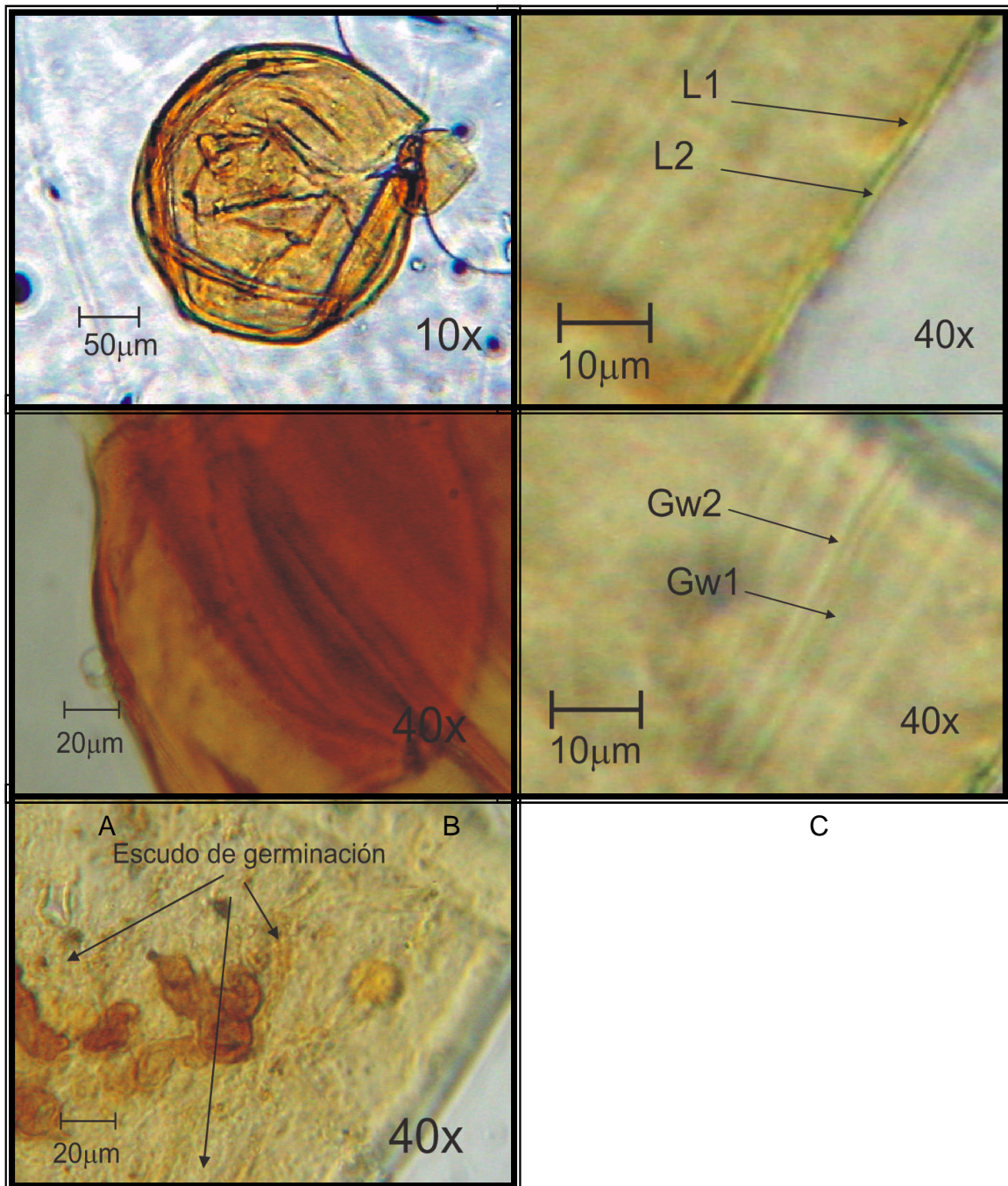


Figura 11. *Scutellospora calospora*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1 y L2 C) Porción de la espora mostrando la hifa de sostén, D) Porción de la espora mostrando las capa germinales Gw1 y Gw2, E) Porción de la espora mostrando el escudo de germinación.

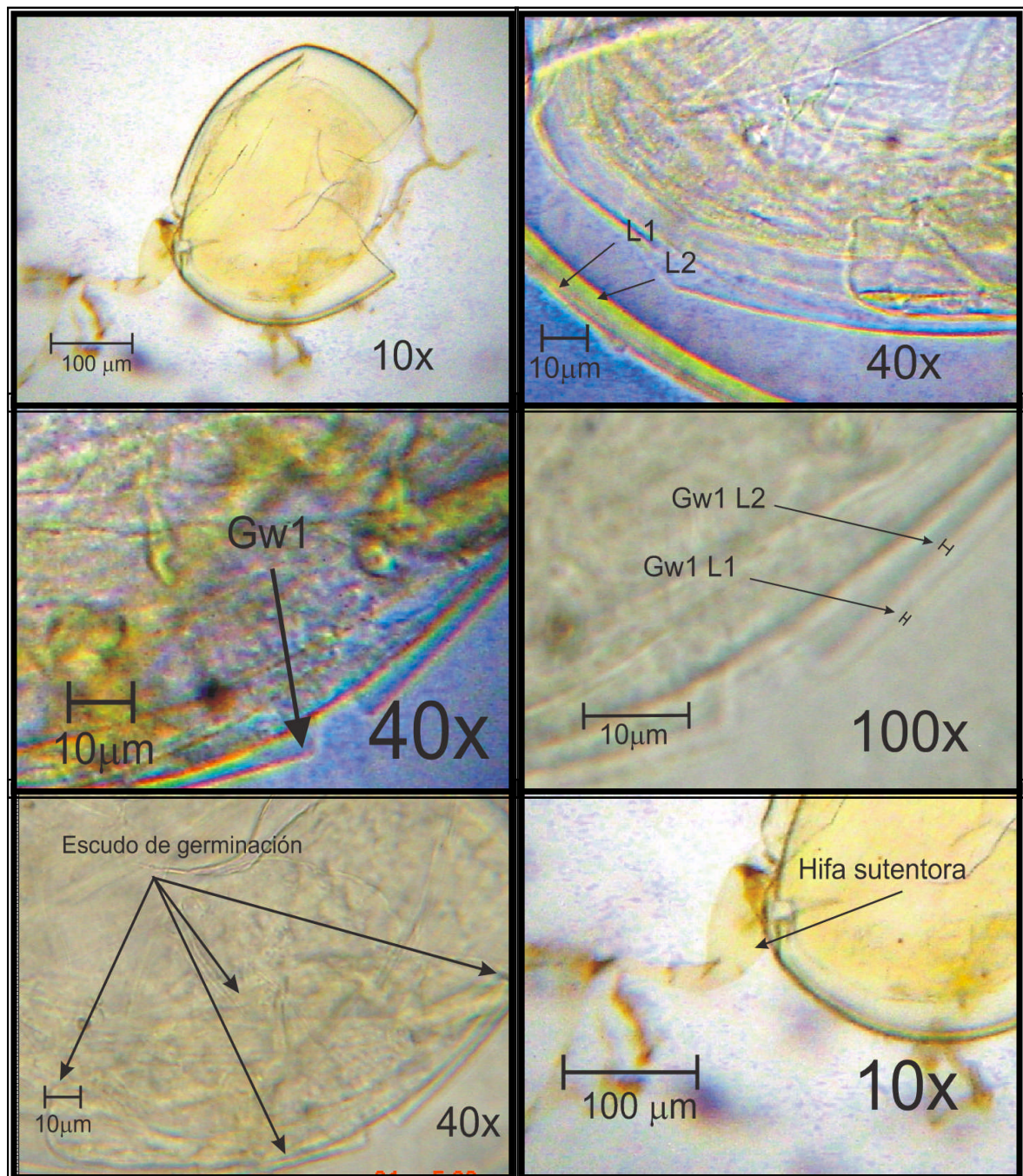


Figura 12. *Scutellospora fulgida*. , A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1 y L2, C) Porción de la espora mostrando la capa germinal Gw, D) Porción de la espora mostrando capa germinal Gw y sus subcapas L1 Gw1, L2 Gw1. E) Porción de la espora donde se muestra el escudo de germinación, F) Porción de la espora mostrando la hifa sustentora.

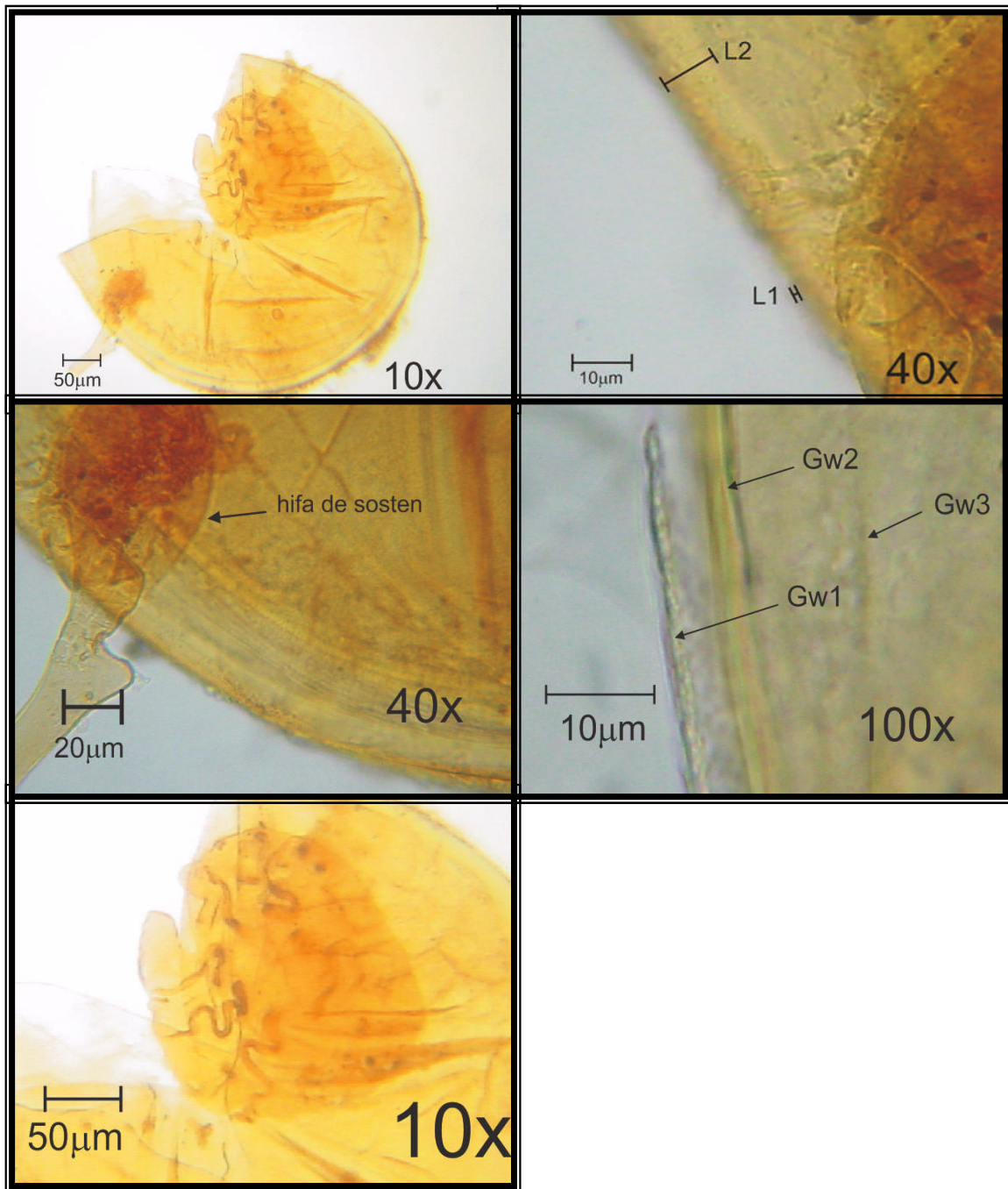


Figura 13. *Scutellospora scutata*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1 y L2, C) Porción de la espora mostrando la capas L1, L2 y L3, D) Porción de la espora mostrando las capa germinales Gw1, Gw2 y Gw3, E) porción de la espora mostrando el escudo de germinación.

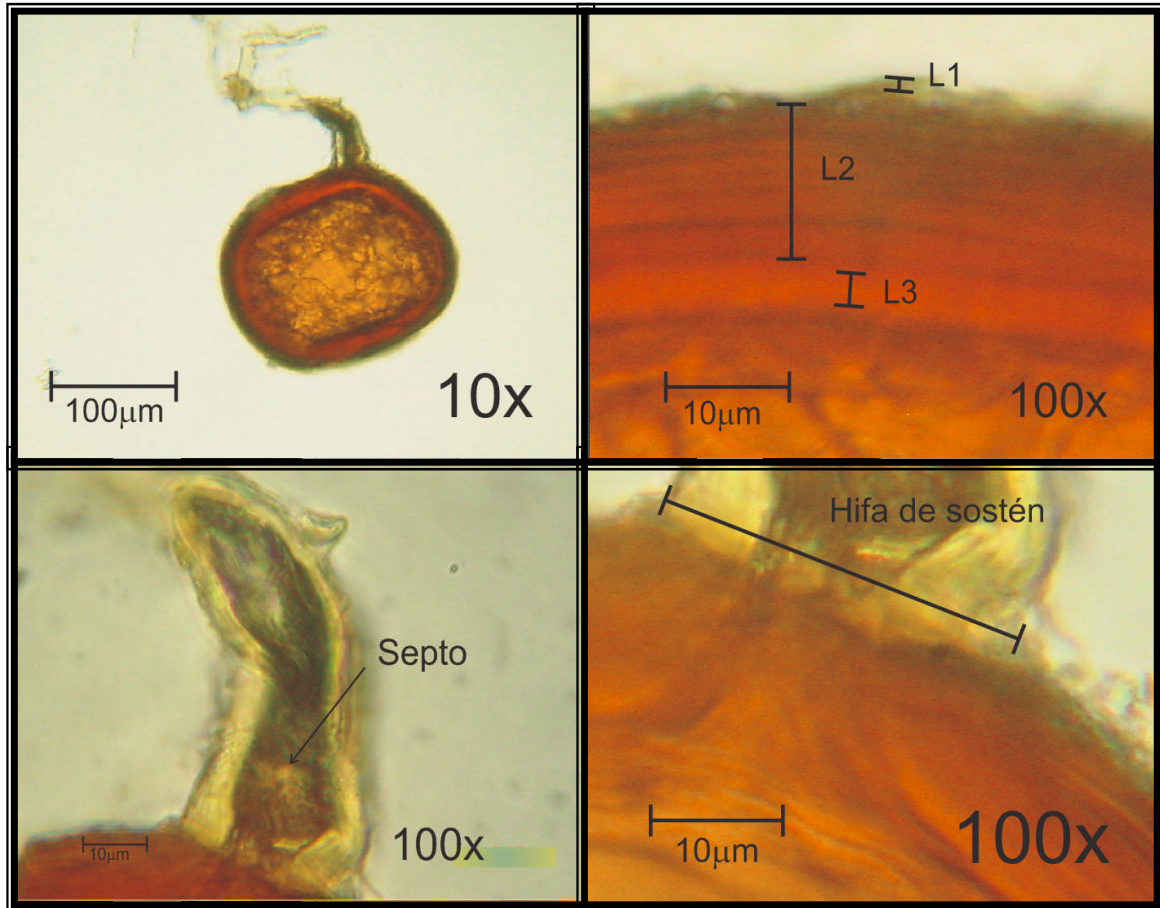


Figura 14. *Glomus geosporum*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1, L2 y L3, C) Porción de la espora mostrando la hifa de sostén y señalando el septo característico de la especie D) Porción de la espora mostrando la medida de la hifa de sostén.

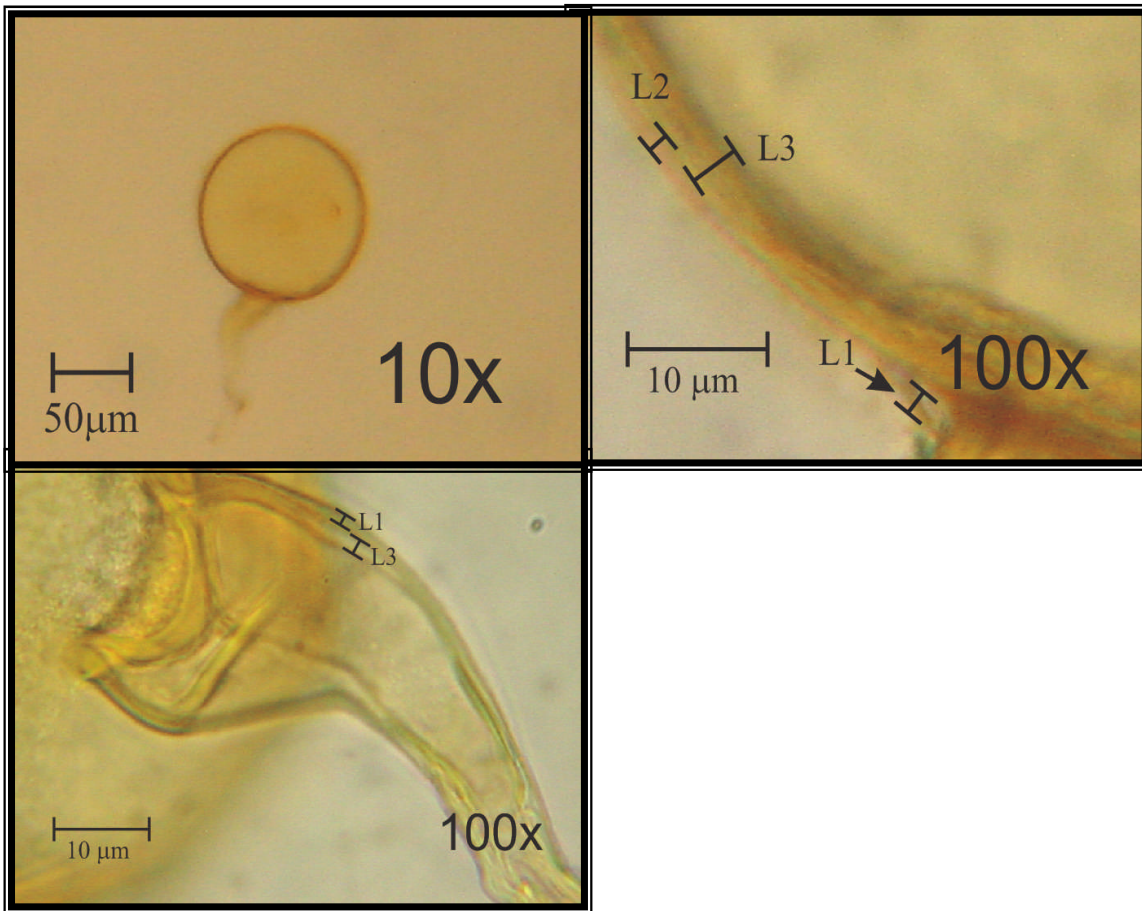


Figura 15. *Glomus mosseae*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción de la espora mostrando la capa L1, L2 y L3, C) Porción de la espora mostrando la capa hifa de sostén y las capas en las que se divide.

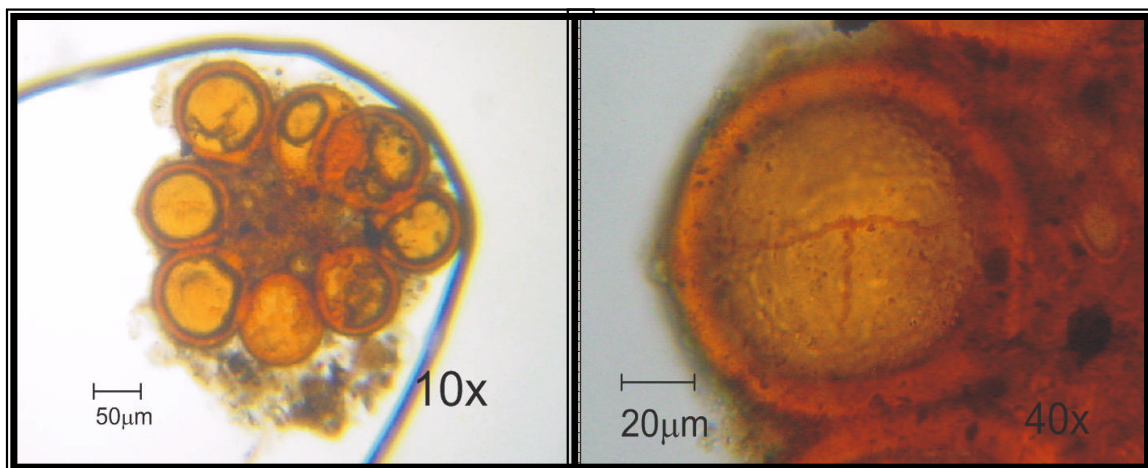


Figura 16. *Glomus pachycaulis*. A) Aspecto general de la espora, B) Porción del esporocarpio.

CONCLUSIONES

- El porcentaje de colonización radical en *Bouteloua curtipendula* fue bajo excepto para los individuos del matorral de Julián Villagran; En ninguno de los casos se encontraron árbusculos.
- La densidad de esporas en suelo natural asociado a *B. curtipendula* fue bajo, con la masificación se duplico el numero de esporas para todos los sitios
- Se identificaron 11 especies en total de los géneros: *Acaulospora* (3), *Entrophospora* (1), *Gigaspora* (1), *Glomus* (3) y *Scutellospora* (3).
- En la población de González-González se identificaron siete especies de hongos micorrízico arbusculares, en Julián Villagran solo dos especies.
- Los registros presentados en el cuadro 8 muestran que el sitio con mayor riqueza es Gonzáles-González con 17 especies (determinadas y no determinadas) mientras que en Julián Villagran se presenta la menor riqueza con 10 especies
- La mayoría de las especies determinadas están reportadas para México

LITERATURA CITADA

- Al Agely A. 1995 Taxonomy and Ecology Of Inland Sand Dune Mycorrhizal Fungi
Tesis de doctorado. Colorado State University, Fort Collins, Colorado
- Audesirk T. 1997 Biología, la vida en la tierra 4ta edición; Ed. Prentice-hall
hispanoamericana; S.A. México
- Balderas. R. R. 1988. Descripción del estrato herbáceo del predio `Alta Siberia`,
Municipio de Texcoco. Estado de México. Tesis Profesional. Departamento de
Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.
- Barea J. M. 1998. Biología de la rizosfera. Investigación y Ciencia: 256:74-81
- Bello, G. M. A. 1993. Plantas útiles no maderables de la Sierra purépecha,
Michoacán, México. INIFAP. México. Folleto Técnico No 10.
- Bennett A.E. 2006 Three-way interactions among mutualistic mycorrhizal fungi, plants,
and plant enemies: hypotheses and synthesis American naturalist 167:141-152
- Bicundo C. E. 2004. Taxonomia Biota neotropica 7: editorial
- Bramwell D. 1989 Taxonomy: the sands of time Taxon 38:404-405
- Bravo- Hollis, Helia. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. UNAM. México. p. 89-102.
- Caín A. J. 1997 Essay: Whither plant taxonomy in the 21st century? Systematic
Botany 22:181-186
- Canto B. E; 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. SARH.
- Caravaca F. 2003. Establishment of shrub species in a degraded semiarid site alter
inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. Applied
Ecology 22:103-111
- Carrillo – García A. 1999. Nurse plants, mycorrhizae, and plant establishment in a
disturbed area of the sonoran desert Restoration ecology 4:321-335
- Da Silveira S.V. 2003 Elementos Minerales Y Carbohidratos En Plantones De
Aguacate 'Carmen' Inoculados con micorrizas arbusculares Actas V congreso
mundial del aguacate 2003 pp. 415-420
- De la Peña 2006 Mechanism of control of root-feeding nematodes by mycorrhizal
fungi in the dune grass *Ammophila arenaria* New Phytologist 169:829-840

- Dumas-Gaudot. 2000 Modulation of host defence systems en Kapulnick mycorrhizas: physiology and function Ed. Kluwer academic press. Estados unidos
- Edwards M. 1995 The potencial for computer-aided identification in biodiversity research tree 10:153-158
- Estrada-Torres A. 1998 Hacia el estudio de la diversidad y la conservación de germoplasma de los hongos micorrizogenos de México en Zulueta R. R. Avances de la investigación micorrízica en México Ed. Dirección Editorial de la Universidad Veracruzana. México.
- Ferrera-Cerrato 2004 Biotecnología de los Hongos Micorrizicos arbusculares en Franco D. A. Simposio de biofertilización La biofertilización como tecnología sostenible Campo Experimental Río Bravo, INIFAP.
- Franco R. A; 2002. Estudio taxonómico de hongos micorrícicos arbusculares en dos localidades productoras de *Annona muricata* L (guanábana) de México. Tesis de licenciatura en Biología. FES Zaragoza UNAM
- Francis R. 1994. The contributions of mycorrhizal fungi to the determination of plant community structure Management of mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. Kluwer Academic publishers. Netherlands.
- Gerdemann, J. W. y Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society 46: 235-244
- Gabor J. 1982 Interaction between nitrogen fixation, mycorrhizal colonization, and host-plant growth in the *Phaseolus-Rhizobium-Glomus* simbiosis Plant physiol. 70:446-450
- González-Chávez. M. C. 2004. Hongos Micorrízicos arbusculares en la agregación del suelo y su estabilidad .Terra latinoamericana 22: 507-514.
- González-Elizondo. 1993. Vegetación de la reserva de la biósfera La Michilía Durango, México. Acta Botánica Mexicana. 22: 1-14
- Gould F. W. 1992 Gramíneas clasificación sistemática Ed. AGT, México.
- Gillet, M. 1984. Las gramíneas Forrajeras Ed. Acribia, España.
- Izco J. 1976 Nomenclatura Biológica Ed. Herman Blanco, España

- Jaizme-Vega 1998 Aplicaciones de las micorrizas arbusculares (MA) sobre plataneras micropropagadas en Memorias del taller internacional sobre producción de banano orgánico y, o ambientalmente amigable Depto. Protección vegetal del ICIA. Islas Canarias.
- Jeffries P. 2003 The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility *Biol. Fertil. Soils.* 37:1-16.
- Koide R. T. 2004 A history of research on arbuscular mycorrhiza *Mycorrhiza* 14:145-163.
- Kottelat M. 1995 Systematic studies and biodiversity: the need for a pragmatic approach *Journal of natural history* 29:565-569
- Lara C. L. 2003 Diversidad y actividad de Hongos Micorrízicos Arbusculares, en agroecosistemas cafetaleros perturbados por la erosión Tesis de maestría en ciencias Universidad de Colima.
- Le Tacon F. 1985 Las micorrizas, una cooperación entre plantas y hongos *Mundo científico* 49:776-784.
- Linderman R.G. 2000 Effects of mycorrhizas on plant diseases en *Kapulnick arbuscular mycorrhizas: physiology and function* Kluwer academic press Netherland
- López R. G. F. 1992 Descripción de gramíneas primera edición, UACH México
- Michan A. L. 2003 La taxonomía en México durante el siglo XX UNAM México
- Miller R.M. 2000 Mycorrhizal fungi influence soil structure en *Kapulnick arbuscular mycorrhizas: physiology and function* Kluwer academic press Netherland
- Moora M. 1998 can arbuscular mycorrhiza change the effect of root competition between conspecific plants of different ages *Canadian journal of botany* 76:613-619
- Molina L. M. 2005 Importancia del manejo de los hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles *Revista colombiana de ciencias pecuarias* 18: 162-175
- Morton, J. B. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (zygomycetes): a new order, glomales, two new suborders, glomineae and

- gigasporinae, and two new families, acauloporaceae and gigasporaceae, with an emendation of glomaceae. *Mycotaxon* 37: 471-491
- Morton J. B. 1999. Developmental foundations for morphological diversity among endomycorrhizal fungi in glomales (zygomycetes) en Varma A. *Mycorrhiza* Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Montaño A. N. M. y A. Monroy-Ata. 2000. Conservación de suelos en zonas Áridas y Semiáridas en México *Ciencia y Desarrollo* 154: 26-37
- Muok B.O 2006 Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on tree growth and nutrient uptake of *Sclerocarya birrea* under water stress, SALT stress and flooding *Journal of the Japanese society for horticultural science*. 75:26-31
- Pérez V. J. 2002 Papel ecológico de la flora rizosférica en fitoremediación *Avance y perspectiva* 21:297-300
- Philips, J. M. y D. S. Hayman. (1970). Improved procedures for cleaning and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection, *Transactions of the British Mycological Society* 55:158-161.
- Pineda H. R. 2004 Presencia de hongos micorrízicos arbusculares y contribución de *Glomus intraradices* en la absorción y translocación de cinc y cobre en girasol (*Helianthus annuus L.*) crecido en un suelo contaminado con residuos de mina Tesis de doctorado. Universidad de Colima.
- Ramos-Zapata J. 2004 Los hongos micorrizógenos arbusculares en la restauración de comunidades tropicales *Universidad y ciencia* 1:59-65
- Redecker D. 2000. Ancestral lineages of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomales) *Molecular phylogenetics and evolution* 14: 276 – 284
- Saenz, C. R. (1978). Polen y estructuras: Introducción a la palinología y vocabulario palinológico. H. Blume. pp. 20-24..
- Saito M. 2000 Symbiotic exchange of nutrients in arbuscular mycorrhizas: transport and transfer of phosphorus, en Kapulnick *arbuscular mycorrhizas: physiology and function* Kluwer academic press Netherland
- Schüßler A. 2001 A new fungal phylum, the glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycol. Res.* 105:1413-1421

- Schenck, N. C. y Y. Pérez. (1990). Manual of identification of VA mycorrhizal fungi. 3a ed. Sinergistic Publications, Gainesville. 286
- Sieverding E. Oehl. 2006 Revision of *Entrophospora* and description of *Kuklospora* and *Intraspora*, two new genera in the arbuscular mycorrhizal Glomeromycetes. Journal of applied Botany and Food Quality 80:69-81
- Spain J. Sieverding E. *Appendicispora*: a new genus in the arbuscular mycorrhiza-forming Glomeromycetes, with a discussion of the genus *Archaeospora*
- Tomio G.B. 2005 Sporocarpic species of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota), with a new report from Brazil Acta bot. Bras.19:633-637
- Torres R. J. A. 1993. Descripción de gramíneas en plantaciones cítricas de Martínez de la Torre, Veracruz. UACH. México.
- Varela, L. y D. Trejo. 2001. Los hongos micorrizógenos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. Acta Zool. Mex. Número especial. 1: 39- 51
- Vargas R. 1990 Micorrizas vesículo-arbusculares aisladas del bosque nuboso, monteverde, costa rica Agronomía Costarricense 14(1): 85-88.
- Varma A. 1999. Functions and application of arbuscular mycorrhizal fungi in arid and semi-arid soils en Varma A. Mycorrhiza Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- Villaseñor J. L. 1992 La computadora en la identificación botánica Ciencia y desarrollo 18:130-137
- Walker, C. y J.M. Trappe. 1993. Names and epithets in the *Glomales* and *Endogonales*. Mycol. Res. 97: 339-344.
- Walker T. S. 2003 Root exudation and rhizosphere biology Plant physiology 132:44-51
- Walker, C.J. Błaszowski, D. Schwarzott y A. Schußler 2004. *Gerdemannia* gen. nov., a genus separated from *Glomus* and *Gerdemanniaceae* fam. nov., a new family in the Glomeromycota. Mycol. Res. 108: 707–718.
- Wheler Q. 2006 Tenemos la oportunidad de crear un parque jurásico para la posteridad El País (diario de España) 22 de Febrero de 2006
- Wilson, E. O. 1985. Time to revive systematics. Science 230:1227
- Winesten J. E. 1999 Describing species Ed. University press. USA

Xoconostle, C. B. 2002. Impacto de la biotecnología agrícola en cultivos: el caso de las micorrizas Avance y perspectiva 21:263-266

Páginas consultadas de internet

De Haro J.J. 2002 Taxonomía, Sistemática, Filogenia y Clasificaciones España.
<http://entomologia.rediris.es/documentos/taxonomia.htm> (5 junio de 2006)

Curtis E. 2003 Mycorrhiza and soil phosphorus levels Estados Unidos
<http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/mycorrhiza.html> (10 Abril 2006)

Popoff. O. 2004 Reino fungí: Micorrizas Argentina
<http://fai.unne.edu.ar/biologia/fungi/micorrizas.htm#Tipos%20de%20Micorrizas>
(20 Enero de 2006)

Redecker D. 2005 Glomeromycota Inglaterra
<http://tolweb.org/tree?group=Glomeromycota> (28 de octubre de 2005)

Swift C. E. 2003 Mycorrhiza and soil phosphorus levels
<http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/mycorrhiza.html> (10 Abril 2006)

University of Sydney, 2004 Division glomeromycota
<http://bugs.bio.usyd.edu.au/Mycology/Taxonomy/glomeromycota.shtml> (28 octubre 2005)

Walker 2002 Glomeromycota Inglaterra
<http://invam.caf.wvu.edu/fungi/taxonomy/glomales.htm> (28 de Octubre de 2005)

APENDICE 1

Evaluación de la altura y el área de la base para *B. curtipendula*. Datos arrojados por el programa SPSS

Descriptives Altura

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
Gonzales	60	29,8667	15,8151	2,0417	25,7812	33,9521
Julian	60	58,0667	12,9757	1,6752	54,7147	61,4186
Patria	60	52,9500	12,0780	1,5593	49,8299	56,0701
Xitzo	60	67,3500	22,3006	2,8790	61,5891	73,1109
Total	240	520583	21 2999	1 3749	493499	547668

Descriptives

	Minimum	Maximum
Gonzales	13.00	64.00
Julian	26.00	84.00
Patria	25.00	86.00
Xitzo	25.00	122.00
Total	13.00	122.00

ANOVA

ALTURA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sigo
Between Groups	45792,017	3	15264,006	57,509	,000
Within Groups	62639,167	236	265,420		
Total	108431 18	239			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ALTURA Tukey HSD

(1) sitio	(J) sitio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sigo	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Gonzales	Julian	-28,2000*	2,9744	,000	-35,8415	-20,5585
	Patria	-23,0833*	2,9744	,000	-30,7248	-15,4419
	Xitzo	-37,4833*	2,9744	,000	-45,1248	-29,8419
Julian	Gonzales	28,2000*	2,9744	,000	20,5585	35,8415
	Patria	5,1167	2,9744	,313	-2,5248	12,7581
	Xitzo	-9,2833*	2,9744	,010	-16,9248	-1,6419
Patria	Gonzales	23,0833*	2,9744	,000	15,4419	30,7248
	Julian	-5,1167	2,9744	,313	-12,7581	2,5248
	Xitzo	-14,4000*	2,9744	,000	-22,0415	-6,7585
Xitzo	Gonzales	37,4833*	2,9744	,000	29,8419	45,1248
	Julian	9,2833*	2,9744	,010	1,6419	16,9248
	Patria	144000*	29744	000	67585	220415

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

ALTURA

Tukey HSD^a

sitio	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Gonzales	60	29,8667		
Patria	60		52,9500	
Julian	60		58,0667	
Xitzo	60			67,3500
Sig.		1 000	313	1 000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60,000.

Oneway

Area de la base Descriptivo

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
Gonzales	60	41,7939	35,6624	4,6040	32,5813	51,0065
Julian	60	136,5269	210,9768	27,2370	82,0258	191,0280
Patria	60	184,4669	359,7143	46,4389	91,5429	277,3910
Xitzo	60	215,2144	410,1799	52,9540	109,2537	321,1751
Total	240	1445005	2984946	192677	1065442	1824568

Descriptives

AREABASE

	Minimum	Maximum
Gonzales	7.06	176.63
Julian	7.07	961.63
Patria	7.07	2400.00
Xitzo	7.07	2205.07
Total	706	240000

ANOVA

AREABASE

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sigo
Between Groups	1032600,1	3	344200,026	4,009	,008
Within Groups	20262072	236	85856,238		
Total	21294672	239			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: AREABASE Tukey
HSD

(I) sitio	(J) sitio	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Gonzales	Julian	-94,7330	53,4965	,287	-232,1673	42,7013
	Patria	-142,6730*	53,4965	,038	-280,1073	-5,2387
	Xitzo	-173,4205*	53,4965	,007	-310,8548	-35,9862
Julian	Gonzales	94,7330	53,4965	,287	-42,7013	232,1673
	Patria	-47,9400	53,4965	,807	-185,3743	89,4943
	Xitzo	-78,6875	53,4965	,455	-216,1218	58,7468
Patria	Gonzales	142,6730*	53,4965	,038	5,2387	280,1073
	Julian	47,9400	53,4965	,807	-89,4943	185,3743
	Xitzo	-30,7475	53,4965	,940	-168,1818	106,6868
Xitzo	Gonzales	173,4205*	53,4965	,007	35,9862	310,8548
	Julian	78,6875	53,4965	,455	-58,7468	216,1218
	Patria	307475	534965	940	-1066868	1681818

*, The mean difference is significant at the .05 level!.

Homogeneous Subsets

AREABASE

Tukey HSD^a

sitio	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Gonzales	60	41,7939	
Julian	60	136,5269	136,5269
Patria	60		184,4669
Xitzo	60		215,2144
SiG.		287	455

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60,000.