

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**"IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE LOS
GENEROS DE ENDOMICORRIZAS VESICULO
ARBUSCULARES EN PLANTAS DE FRIJOL (Phaseolus
vulgaris) EN SUELOS DE EL DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA"**

Informe de Tesis

Presentado por:

LAURA LETICIA AZURDIA AGUILERA

Estudiante de la Carrera de

QUIMICA BIOLOGICA

Guatemala, octubre de 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

06
T (1742
C. 4

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA.

- | | |
|------------|------------------------------------|
| DECANO | LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR |
| SECRETARIO | LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA |
| VOCAL I | LIC. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ |
| VOCAL II | LIC. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN |
| VOCAL III | LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE |
| VOCAL IV | BR. ANA MARIA RODAS CARDONA |
| VOCAL V | BR. HAYRO OSWALDO GARCIA GARCIA |

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS:

AL DIOS DE TODA SABIDURIA, MI
GRATITUD Y MI AMOR POR EL.

A MIS PADRES:

JOSE FRANCISCO AZURDIA SALAZAR
DINA MAGDA AGUILERA DE AZURDIA

A MIS HERMANOS:

CHRISTIAN Y MIRZA,
MANUEL Y CLAUDIA.

A MI SOBRINA:

ANDREA GABRIELA.

A MIS AMIGOS:

ESTUARDO LOPEZ,
KATTYA MORALES
CAROL DE FERNANDEZ.

AGRADECIMIENTOS.

A mis asesores Ing. Agr. M.Sc. Rolando G. Aguilera y María del Carmen Bran, por su ayuda y colaboración en el presente trabajo.

Al Ing. Agr. Cesar Augusto Cano por su valiosa colaboración en el aislamiento y caracterización de las diferentes esporas micorrícicas vesículo arbusculares.

Al Br. Edgar Estuardo López por su ayuda incondicional en la elaboración de esta tesis.

Al personal de la antigua Facultad de Farmacia, Departamento de Vida Silvestre de la Escuela de Biología, al personal de información del Centro de Aprendizaje de Lenguas, al Departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, y a la sub área de Protección de Plantas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INDICE

1. Resumen	3
2. Introducción	4
3. Antecedentes	5
3.1 Generalidades	5
3.2 Historia	5
3.3 Clasificación de las micorrizas	6
3.4 Micorrizas Vesículo Arbusculares-MVA-	9
3.4.1 Generalidades	9
3.4.2 Anatomía y fisiología	9
3.4.3 Beneficios, Funciones y Relaciones de las MVA	11
3.4.4 Beneficio que aporta el hospedero a la endofita	16
3.4.5 Factores que afectan el establecimiento de la micorriza, su desarrollo y función	17
3.4.6 Aislamiento y producción de MVA	19
4. Justificaciones	24
5. Objetivos	25
6. Hipótesis	26
7. Materiales y métodos	27
8. Resultados	33
9. Discusión de resultados	35
10. Conclusiones	39
11. Recomendaciones	40
12. Referencias	41
13. Anexos	47

1. RESUMEN

Debido a la importancia que tienen los hongos micorrizicos vesículo arbusculares (MVA) en la agricultura, se hizo un estudio acerca de la caracterización e identificación de estos hongos en plantas de frijol (Phaseolus vulgaris) en suelos del departamento de Guatemala. Para ello se recolectaron muestras de suelo en diferentes regiones del departamento a efecto de aislar, describir y caracterizar los hongos MVA presentes en los mismos (1).

En los suelos seleccionados se sembraron semillas de frijol (Phaseolus vulgaris), hospedero que posee la capacidad de ser altamente micorrizico. Durante el período de floración de la planta se obtuvieron las raicillas, las cuales se clarificaron y tiñeron con fushina ácida, con el objeto de observar y describir las diferentes estructuras fúngicas que se desarrollaron en la corteza de las mismas (2,3).

Asimismo se tomó la muestra de suelo donde se cultivaron las plantas de frijol y se procesó por la técnica del tamizado húmedo y gradiente de densidad, a efecto de separar las esporas de los hongos vesículo arbusculares presentes para proceder a su caracterización e identificación (2).

En todas las raíces de las plantas desarrolladas, se observó micelio cenocítico externo e interno y en algunos vesículas y/o abúsculos, asimismo en los suelos rizosféricos se aislaron esporas MVA que, según las descripciones hechas por Gerdeman y Trappe (1976), Trappe (1982) y Sieverding (1991), fueron clasificadas entre los géneros Acaulospora sp, Glomus sp, Scutellospora sp, Gigaspora sp, siendo el género Glomus sp, el que se encontró con mayor frecuencia (4,5).

En el caso del género Gigaspora sp. fue identificado únicamente en las muestras de suelos de la serie Palín.

2. INTRODUCCION

Guatemala dedica gran parte de su extensión a la producción agrícola, siendo necesario para incrementar dicha producción el uso de fertilizantes químicos, los cuales han aumentado su precio, haciéndolos menos accesibles a los agricultores, asimismo al adicionarse al suelo, no son completamente asimilados por las plantas; de allí la importancia del conocimiento de los beneficios que aportan las micorrizas vesículo arbusculares -MVA- como una posible alternativa natural de nutrición para las plantas.

La micorriza contribuye con la planta al producir factores de crecimiento, protegiéndola contra microorganismos patógenos, ayudándolas a soportar cambios de pH y de temperatura a nivel del suelo, así como permitir el establecimiento de las mismas en lugares poco fértiles o agotados (6).

La planta hospedera por su parte, secreta carbohidratos a través de las membranas de sus raíces para atraer esporas e hifas que se encuentran en el suelo, para que puedan infectar las raíces y desarrollarse en ellas (7).

Estos hongos benefician a sus hospederos al atraer hacia la planta el agua y los metabolitos necesarios para su subsistencia y en los suelos naturales, la condición micorrícica es la regla más que la excepción y la asociación micorrícica es común en casi todas las especies de plantas (8).

El objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar hasta género los hongos vesículo arbusculares presentes en diferentes muestras de suelos del departamento de Guatemala, utilizando plantas de frijol (Phaseolus vulgaris), por el método descrito por Gerdeman y Trappe (1976), Trappe (1982) y Sieverding (1991) (4,5).

3. ANTECEDENTES.

3.1 Generalidades:

Existen en la naturaleza muchos tipos de interacciones entre los miembros de dos o más especies diferentes que pueden dar lugar al beneficio mutuo o por el contrario causar transtornos en el hospedero. Las micorrizas pertenecen al primer grupo; se les da el nombre de micorrizas a la asociación simbiótica que existe entre la raíz de diferentes plantas hospederas con determinado tipo de hongos, éstos últimos aportan nutrientes esenciales para el desarrollo de la planta, los cuales son translocados desde el suelo, a cambio de exudados ricos en carbohidratos que la planta le proporciona al hongo micorrícico. La palabra micorriza deriva del griego MICOS que significa hongo y RHIZOS: raíz (9-12).

Los hongos micorrícicos se pueden aislar en diferentes regiones del globo terrestre que incluyen los trópicos, las regiones desérticas y semidesérticas, acuáticas, en comunidades estables de plantas o aún en lugares muy perturbados (13,14).

Únicamente 14 familias de plantas no establecen una relación simbiótica con los hongos micorrícicos: entre ellos se mencionan las Brassicaceae, Commelianaceae, Juncaceae, Proteaceae, y algunos miembros de las Capparaceae, Cyperaceae, Polygonaceae, Resedaceae, Urticaceae y miembros hervaceos de Caryphyllales (6).

3.2 Historia:

El establecimiento de las relaciones simbióticas de las micorrizas en el globo terrestre data desde más de 370 millones de años. Las plantas fosilizadas encontradas hasta la fecha demuestran en sus raíces estructuras fúngicas semejantes a MVA, las cuales son detectadas con microfotografías, tal como es el caso de la planta más antigua encontrada hasta la fecha, la cual pertenece al género Rhynia (14-16).

Osborn y Harket, identificaron en depósitos carboníferos este tipo de simbiosis en muchos fósiles de Gymnospermas; particularmente Amvelon radicans (17).

Hayman, subrayó que estos hongos se dispersaron por todo el mundo antes de que se separaran los continentes y evolucionaran las fanerógamas (3).

Vittadini, fue el primero en reportar éste tipo de simbiosis en raíces de árboles que abrigaban hongos formadores de manto; sin embargo Frank, varios años después, acuñó el término "Micorriza" a la simbiosis mutualista que formaban estos hongos, término que se ha utilizado hasta la fecha (13,18,19).

3.3 Clasificación de las micorrizas:

Las micorrizas, de acuerdo al tipo de infección que se desarrolla en la raíz del hospedero, se clasifican tradicionalmente en tres grupos; las endomicorrizas (endo:interno), ectoendomicorrízicas y ectomicorrizas (ecto:afuera).

Los hongos responsables de las endomicorrizas pertenecen a los Basidiomycetos, Ascomycetos y Zygomycetes. Según Barea y Azcón Aguilar, actualmente los hongos endomicorrízicos se dividen a su vez en vesículo arbusculares, ericoides, arbutoides y orchidaceae (8).

Las ectoendomicorrizas, se clasifican dentro del grupo de las ectomicorrizas (17-20).

3.3.1 Las ectomicorrizas:

Estas se forman en aproximadamente el 10% de la flora mundial, ellas se desarrollan principalmente en raíces de plantas leñosas como los pinos, abetos, sauces, pinabetes, robles, abedules, bayedos, eucaliptos y álamos (21).

Los hongos formadores de ectomicorrizas como los Ascomycetes, Basidiomycetes y algunos Zygomycetes, forman estructuras digitiformes o simples, pinnadas irregulares o coraloides en las raicillas laterales de los árboles. Dichos

hongos se extienden en la raíz del hospedero, formando un manto que la rodea; al hacer un corte histológico de la misma, se observa el crecimiento de las hifas entre las células de la corteza (plasmalema), sin que exista una invasión, formando así la llamada "Red de Harting", la cual es crítica para el intercambio de nutrientes. El cordón de hifas que se desarrolla fuera del manto micorrícico se extiende en el suelo de la rizósfera, atrayendo los nutrientes que son necesarios para la nutrición de la planta hospedera (6,9,22). Los beneficios que aportan las ectomicorrizas a sus hospederos son:

- La absorción de nutrientes, principalmente del fósforo y otros como el calcio, sodio, zinc y algunos metales alcalinos (17).
- Transporte de agua: Dudrige, Malibare y Read, observaron que las raíces rizomorfas de las ectomicorrizas pueden absorber agua, facilitando, ecológicamente su transporte a grandes distancias (23).
- Protección, formando barreras físicas, secretando antibióticos, utilizando glúcidos en exceso y facilitando el crecimiento de los microorganismos protectores de la rizósfera (22,24,25).
- Producción de auxinas, ácido giberílico y citoquinas (24,26). Los hongos ectomicorrícicos presentan diferentes reacciones al cultivarlos en medios axénicos; algunos no crecen y necesitan para poder sobrevivir de la planta hospedera; otros pueden crecer en forma axénica, los cuales pueden cultivarse en medios relativamente simples. Este grupo lo conforman los géneros Cenococcum, Paxillus, Thelephora que usualmente tienen un rango muy amplio de plantas hospederas en la naturaleza (8).

3.3.2 Las ectoendomicorrizas:

Forman una "Red de harting" que es translúcida y delgada, la cual se despliega entre las células epidérmicas de la raíz; éstas difieren de las ectomicorrizas en la ausencia de pelos

en la raíz del hospedero. Las hifas micorrícicas penetran a las células corticales del hospedero, semejando con ello a las endomicorrizas. Estos hongos se han localizado en coníferas y pertenecen a los basidiomycetes (17).

Otro tipo de ectoendomicorriza lo forman los hongos del grupo de los Discomycetes (hongos en forma de copa), quienes se alojan en las raíces desnudas de sus hospederos (3,17).

3.3.3 Las endomicorrizas:

Trappe y Fogel afirmaron que las endomicorrizas son altamente artificiales, existen por el momento cuatro tipos de ellas, las cuales tienen como una característica común la penetración del hongo y la formación de órganos (Vesículas, arbusculos, espirales y pelotones) (24).

Las endomicorrizas ericoides están formadas por hongos que pertenecen a los Ascomycetes, usualmente se pueden encontrar en algunos arbustos de la familia Ericaceae, Epacridaceae y Petraceae. Estos hongos carecen de vesículas y arbusculos, sin embargo forman una especie de manto el cual es rudimentario en comparación con la red de Harting que es formada por las ectomicorrizas. Además de ello, estas micorrizas cuentan con estructuras intracelulares, las cuales semejan a espirales que son estructuras típicas de estos hongos (2,6,17).

Las endomicorrizas arbutoides pertenecen a los hongos Basidiomycetes; están caracterizadas por una especie de envolturas que rodea a la raíz del hospedero, la cual no tiene ningún parecido a la red de Harting. Este tipo de micorrizas se encuentran generalmente en hospederos tales como las especies del género Arbutus y Monotropa (2,6,17).

Las endomicorrizas orchidaceae, infectan los rizomorfos de las plantas, sus hospederos son temporalmente o permanentemente aclorofílicos. En éstas micorrizas están involucradas los hongos Basidiomycetes. Algunos hongos que son generalmente patógenos, como Rhizoctonia spp y

Armillaria mellea, son beneficios en la asimilación de hidratos de carbono, cuando se encuentran unidos a hospederos orchidáceos (2,6,24).

3.4 Micorrizas Vesículo Arbusculares -MVA-

3.4.1 Generalidades:

Estos hongos pertenecen a la subdivisión de los Zygomycetes, en el orden Endogonales de la familia Endogonaceae, las cuales presentan 6 géneros conocidos: Acaulospora sp, Entrophospora sp, Gigaspora sp, Glomus sp, Sclerocystis sp, y Scutellospora sp (Tabla no. 1)(4,5).

La forma, medida promedio, el espesor de la pared, el color característico y la morfología de las uniones entre la hifa y la espora, son características que han sido utilizadas para la clasificación de las MVA (2).

3.4.2 Anatomía y fisiología de las MVA:

Las esporas de los hongos micorrícicos que se encuentran en la rizósfera, penetran a la raíz en un período de 20 a 25 días, observándose un desarrollo de los tubos germinales y la penetración de la hifa a la planta hospedera. A este primer período Sutton le llamó "Fase Lag". Durante la segunda fase, después de 30 a 35 días, la micorriza se desarrolla y extiende en las raíces del hospedero. Finalmente, en la tercera fase, el hospedero fructifica o envejece, la proporción de las raíces micorrizadas o no micorrizadas permanecen constantes (27).

3.4.2.1 Esporas y esporocarpos:

Las esporas y esporocarpos son estructuras que contienen en su interior lípidos y glúcidos por lo que son considerados como órganos de reserva y de infección. Estas estructuras pueden conservar su potencial de infección aún después de 3 años, según Tummerup y Kidby, las esporas tienen una alta viabilidad porque tienen la particularidad de resistir a condiciones adversas del medio ambiente (28-30).

3.4.2.2 Hifas y endófitos:

Las hifas o endófitos de las MVA presentan dos tipos de redes miceliales; una externa y una interna. La red externa se origina a lo largo de la raíz del hospedero en donde forma puntos de penetración, para luego extenderse en forma tridimensional, en la superficie de la rizósfera (29).

La hifa interna por otro lado, forma un apresorio en la raíz del hospedero, invadiendo los tejidos de las células de la corteza. Las células epidérmicas de ésta, por su parte, sufren un incremento en el tamaño del núcleo y el citoplasma; éste último envuelve a la hifa intracelular, formando una vaina delgada. El nuevo plasmalema que ha sido sintetizado por el hospedero, separa esta vaina de las células que se encuentran alrededor. A poca distancia de los ápices terminales se desarrollan los arbuscúlos (28-31).

3.4.2.3 Los arbuscúlos:

Los arbuscúlos tienen como función principal el intercambiar sustancias nutritivas procedentes del exterior de la raíz. Estos órganos están compuestos por un tronco que ha sido formado por la hifa que ha penetrado en las células de la corteza (localizadas alrededor del cilindro vascular), después de ello, la hifa se desarrolla formando una estructura coraloide altamente ramificada; se incrementa el citoplasma de la célula, el almidón desaparece, el núcleo se alarga y divide, y por último las organelas incrementan su número (27).

Después de haberse formado los arbuscúlos, éstos sufren un proceso de transporte activo, en el que existe un intercambio de nutrientes entre la planta y el hongo (32,33).

Por último las células y sus estructuras retornan a su estadio normal en el que los gránulos de almidón vuelven a reaparecer. Esta célula está lista para que se forme un nuevo arbuscúlo (6,19).

3.4.2.4 Las vesículas:

Cuando los arbúsculos están bien establecidos, forman las vesículas. Estas son estructuras esféricas y ovals que contienen gotas lipídicas en su interior; se cree que estas estructuras actúan como órganos de reserva y de reproducción (6,28).

3.4.3 Beneficios, Funciones y Relaciones de las MVA:

3.4.3.1 Absorción de fósforo:

El fósforo es uno de los componentes principales del suelo, el cual es translocado por las micorrizas a la célula (33-37).

Este ión forma parte de los ácidos nucleicos de la planta, así como de los componentes encargados de la captación, almacenamiento y transporte de energía como el ATP (38).

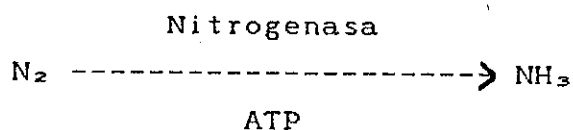
Cuando los niveles de fósforo son bajos en el suelo, las micorrizas estimulan significativamente la absorción de este ión; estas tienen la tarea de infiltrarse en el suelo, recorrer grandes distancias y atraer así el fosfato soluble que es transportado a las raíces del hospedero; Gray y Gerdemann, demostraron este hecho al colocar un isótopo marcado (P^{32}), en el suelo a una distancia no accesible para la planta hospedera, que había sido previamente micorrizada. El hongo micorrízico se extendió en el suelo a una distancia de 7 cm, logrando con ello la captación del isótopo (34,39).

Un incremento en la absorción de fósforo, se debe a dos modalidades; una, por acción física, en la cual existe un incremento en el número de sitios de absorción por el micelio y otra, según Crest y col., el fósforo absorbido es translocado en vacuolas de las hifas micorrízicas, en forma de gránulos de polifosfato, haciéndolo accesible a las células del hospedero (37).

3.4.3.2 Fijación indirecta del nitrógeno:

En adición a lo anterior, las micorrizas tienen la habilidad de contribuir indirectamente en la fijación del nitrógeno por microorganismos, tales como el género Rhizobium, Azospirillum, Azotobacter, algunos actinomices y otros, formando para ello, asociaciones tripartitas, en la cual el hongo aporta el fósforo necesario que se utilice como fuente de energía (6,40).

El fósforo es convertido en ATP que ayuda a la nitrogenasa a reducir el N_2 en amonio según la siguiente reacción (38,39):



3.4.3.2.1 Interacción entre la micorriza y el Rhizobium:

El fósforo influye sobre el crecimiento, nodulación y fijación del nitrógeno por el género Rhizobium, esta demanda se satisface por la micorriza. Estudios hechos por Kucey y Paul, confirmaron que la interacción que existe entre la micorriza y esta bacteria, fijaba más nitrógeno que las plantas noduladas que no estaban micorrizadas, usando para ello un isótopo marcado; el N^{15} (6,39,41,42).

3.4.3.2.2 Interacción entre la micorriza y el Azospirillum:

Este tipo de asociación provee a la planta de grandes cantidades de nitrógeno y fósforo. Smith y col, notaron un incremento de un 20 al 40 % en la producción de trigo, el cual se cultivó en suelos marginales que carecían de estos iones (40).

Pacovsky y Fuller, reportaron un incremento en el peso seco del hospedero, radio de los tallos y contenido de nitrógeno en el sorgo cuando fue inoculado con MVA y Azospirillum. La planta hospedera por su parte, incrementa la fotosíntesis, la cual es capaz de compensar las demandas de los microorganismos asociados (43).

3.4.3.2.3 Interacción entre las micorrizas y los actinomicetos:

Algunos actinomicetos (Frankia sp), tienen la capacidad de formar nódulos en las raíces de sus hospederos; cuando estos microorganismos forman asociaciones con los hongos micorrícicos reciben el nombre de actinorrizas. Estas asociaciones están caracterizadas por una hifa unida a los tejidos nodulares formados por las bacterias. Generalmente estas asociaciones están distribuidas en sitios donde existe poca cantidad de nutrientes (6).

Torrey, reportó actinorrizas en 160 especies de 8 géneros: Casuarina, Hippophaeceanorhus, Ceanotus, Colletia, Discaria, Purcha, Robos y Datisca (5).

Otras bacterias fijadoras de nitrógeno, además de las anteriores, que forman este tipo de interrelaciones incluye el género Azotobacter (6).

Observaciones hechas por Ho y Trappe, indican que la hifa micorrícica absorbe compuestos orgánicos nitrogenados simples, asumiéndose que existe un sistema enzimático de reducción del nitrógeno (38).

3.4.3.3 Absorción de otros metabolitos:

Estudios realizados con diferentes isótopos, utilizados como marcadores, han confirmado que las micorrizas absorben, translocan y transfieren metabolitos a las células del hospedero, con un mecanismo similar a la realizada por el ión fosfato (16,17).

Rhodes y Gerdemann, observaron que las raíces micorrizadas de cebollas, translocaban trazas de S^{32} y Ca^{45} los cuales habían sido colocados previamente, a una distancia de 4 a 5 cm de las raíces, confirmandose con ello la translocación de estos minerales. La absorción de calcio fue menor, sin embargo en plantas no micorrizadas estos iones no aparecían (40). Estos mismos autores confirmaron posteriormente la presencia de una alta concentración de dos micronutrientes; el cobre y el zinc en plantas que habían sido previamente micorrizadas (41).

Dissing y Annijensen, observaron que al inocular MVA en cultivos de alfalfa, se obtenían altas concentraciones de nitrógeno y potasio. Asimismo, análisis de potasio en los tejidos de las plantas hospederas han demostrado inequívocadamente, que las micorrizas están involucradas directamente en la absorción de potasio (44).

3.4.3.4 Transporte de agua:

En lugares desérticos y semidesérticos, las micorrizas han desarrollado la capacidad de sobrevivir en estas regiones; las hifas se extienden en un mayor volumen de suelo para absorber el agua necesaria (16,45).

La formación micorrícica puede en general mejorar la relación del agua en la planta; no está claro si el efecto se lleva a cabo directamente por sin embargo mejorar la absorción del agua o la absorción de nutrientes (8).

3.4.3.5 Síntesis de compuestos por las MVA:

Los hongos MVA tienen la habilidad de sintetizar compuestos como auxinas, giberelinas y citoquinas las cuales pueden alterar la morfología y fisiología de la planta. Otros compuestos que son sintetizados incluyen las hormonas, vitaminas, enzimas y ácidos orgánicos (26,27).

Allen y col., al hacer estudios en raíces micorrizadas de césped (Bouteloua gracilis), determinó la presencia de citoquinas en altas concentraciones y expusieron que éste fenómeno ocasionaba un incremento en la fotosíntesis y transpiración de la planta (46-47).

Las enzimas liberadas por la MVA son diversas, entre ellas se mencionan la fosfatasa, fitasa y nitrato reductasa las cuales son importantes en la absorción y metabolismo de los nutrientes. Otros componentes liberados por las micorrizas incluyen los ácidos orgánicos, los cuales tienen la habilidad de extraer los nutrientes del suelo y así translocarlos al hospedero (29).

Otros compuestos sintetizados por estos hongos micorrícicos incluyen, los esteroides libres y colesterol los cuales pueden incrementar la permeabilidad de la membrana en el maíz y se requieren para el funcionamiento de las mitocondrias (45,46,48),

3.4.3.6 Intercambio de nutrientes:

Chariello y col., reportaron conexiones de hifas micorrícicas entre las plantas de una comunidad, aún cuando éstas pertenecían a diferentes especies. Se han observado conexiones de raíz-hifa-raíz las cuales forman en conjunto una red que permite el intercambio de nutrientes entre las plantas (45).

3.4.3.7 Mejoramiento y supervivencia del hospedero en suelos no aptos para cultivos:

Es factible el aislamiento de hongos endomicorrícicos en diversas regiones del mundo aún cuando éstas no sean aptas para cultivo. Estas regiones incluyen suelos en que la adaptación de las comunidades de plantas no micorrizadas resultarían poco probables o improbables en tales condiciones (12,13).

Se ha reportado el crecimiento de las plantas micorrícicas en residuos de carbón, y aún en extensiones contaminadas por cenizas volcánicas, por sales, metales pesados y otros, en los cuales para el establecimiento de los cultivos han tenido que implementar previamente las micorrizas (14,49).

Lambert y Cole, proponen agregar suelo inoculado con MVA a lugares que carecen de la capa superficial del suelo como los suelos minerales, introduciendo, consecutivamente a esta operación, cultivos tales como pastos y forrajes (35).

3.4.3.8 Reducción del efecto de los microorganismos patógenos sobre las plantas hospederas:

Existen varias teorías al respecto:

- a). Las micorrizas proveen al hospedero de nutrientes necesarios para su subsistencia y por ende, al existir un estado nutricional bien balanceado, el ataque del microorganismo a la planta, resultaría difícil.
- b) Tanto el micobionte como el microorganismo patógeno, participan en competencia directa por la planta: sin embargo el hongo posee la ventaja de ser más afín a la planta que el patógeno, impidiendo con ello que se desarrolle.
- c) Las micorrizas incrementan el grosor de la pared de las células corticales impidiendo con ello, la penetración del patógeno.
- d) Las plantas hospederas, por intervención de las MVA, secretan diferentes tipos de azúcares con el objeto de disminuir la incidencia de la enfermedad (5,26,50).

Estudios llevados a cabo por Baertschi y Col., reportaron que una población mixta de micorrizas, fue considerada más efectiva para reducir el desarrollo de la enfermedad que las plantas que habían sido micorrizadas previamente con una sola especie de G. mosseae (51).

En 38 experimentos realizados con hongos micorrícicos y microorganismos patógenos, 7 casos presentaron un aumento de la enfermedad, en 22 hubo disminución y en 9 casos no hubo daños al hospedero (14).

3.4.4 Beneficios que aporta el hospedero a la endofita:

La actividad fotosintética de la planta es un factor muy importante para que se desarrolle la micorriza, ya que a través de esta actividad, la micorriza adquiere compuestos de carbono constituidos por aminoácidos y azúcares los cuales son fuente de energía que "alimentan" al hongo (17).

Uno de los elementos que influye en la fotosíntesis es el fósforo que actúa como fuente de energía para que se de esta reacción. Al existir bajos niveles de fósforo en la planta y en los suelos, el hospedero incrementa la permeabilidad de las membranas de sus raíces y con ello secreta exudados ricos en metabolitos indispensables para la micorriza; los cuales estimulan las esporas, hifas y fragmentos de raíces infectadas, a continuación, penetran en la raíz del hospedero desarrollándose dentro de ella. Un incremento en el contenido de fósforo en la planta inhibe en un 50% la micorriza, haciéndola en algunos casos un parásito (52-54).

3.4.5 Factores que afectan el establecimiento de la MVA, su desarrollo y función:

Los factores que afectan el desarrollo de la micorriza son la humedad del suelo, el pH, la altitud, la temperatura, la luz, la microfauna del suelo, la especificidad de la endofita, los fertilizantes, pesticidas y otros. Estos influyen directamente en el desarrollo de la raíz y la provisión de sitios para la infección micorrícica (5).

3.4.5.1 Luz y temperatura:

Cuando las plantas micorrícicas se exponen al sol, la infección y la producción de las esporas se incrementa. A menor cantidad de luz, la fotosíntesis se realiza en forma inadecuada en la planta, resultando en una disminución de los azúcares que son secretados por ella; de allí que exista una disminución en el número de esporas, ya que necesitan más tiempo para madurar. Las altas temperaturas (30 a 35 °C), estimulan la infección y el desarrollo de las esporas, se cree que una temperatura menor, afecta la fotosíntesis de la planta haciéndola más lenta y por lo tanto con una producción menor (6,14).

Schenck y Schoroder, observaron en raíces micorrizadas de soya, que los arbúsculos, se desarrollan mejor a 38 °C, el micelio entre 28 y 34 C y las esporas y vesículas a 35°C (55).



3.4.5.2 Dependencia del hospedero por la endofita:

Gerdemann, indicó que la "dependencia micorrícica es el grado en que la planta es dependiente sobre la condición micorrícica para producir un máximo crecimiento o producción en un nivel conocido acerca de la fertilidad del suelo"

De allí que algunos hospederos son mas dependientes de la micorriza que otros; las leguminosas son un ejemplo de ello (15).

Generalmente las plantas con raíces mayores de 0.5 mm de diámetro o que carecen de pelos en sus raíces, son altamente micotrópicos, mientras que aquellas que tienen raíces con diámetro menores de 0.5 mm son dependientes del ión fósforo (6).

Las MVA, en comparación con las ectomicorrizas, presentan una especificidad muy baja; por lo tanto éstas se pueden localizar en una gran diversidad de hospederos (8).

3.4.5.3 Microorganismos del suelo:

Existen muchos microorganismos que pueden beneficiar a la micorriza y en consecuencia estimular el crecimiento de la misma. Un ejemplo son las bacterias fijadoras de nitrógeno, microorganismos solubilizadores de fósforo y otros; estos microorganismos también pueden producir compuestos que incrementan la permeabilidad de la membrana, la síntesis de hormonas, vitaminas y otros metabolitos (6).

3.4.5.4 Fertilizantes:

Los fertilizantes provocan una reacción negativa en la MVA; las grandes cantidades de fósforo (en forma de superfosfato triple), impide que la micorriza se extienda en el suelo para absorber los nutrientes necesarios. Se ha reportado que ha mayor cantidad de fertilizantes, la endofita sufre una reducción de su peso seco (extensión y colonización, hasta en un 50% (49-50).

Además de provocar éstos efectos en las micorrizas, se ha estimado que el 75% de todo el fósforo aplicado a los cultivos en forma de fertilizante químico, no se usa durante el primer año y en consecuencia estos fertilizantes sufren un proceso de reversión en la cual el fosfato se transforma en compuestos no aptos para ser absorbidos por el sistema radical de las plantas.

El uso de la micorriza es una alternativa; esta puede usarse conjuntamente con una reducida cantidad de superfosfato y así mejorar el rendimiento económico (8,21).

3.4.5.5 Plaguicidas:

Generalmente son dañinos para los microorganismos benéficos que se encuentran en la rizósfera entre los cuales se incluyen las MVA (21).

El mecanismo que ejerce en el hospedero influye en el desarrollo de la micorriza, aquellos que incrementan la exudación de los carbohidratos en la raíz pueden incrementar la infección micorrícica, mientras que los que la reducen pueden disminuir o eliminar la infección (19,56,57).

Por otra parte, las plantas que son altamente micorrícicas sufren deficiencias extremas de nutrientes lo que ocasiona el debilitamiento de la misma al erradicarse o disminuirse severamente el hongo micorrícico (6,58,59)

Sin embargo, los plaguicidas mas dañinos para la endofita seguidamente la conforman los fungicidas, que por definición afectan profundamente el desarrollo de los hongos y por ende, a las micorrizas y su formación, afectando la germinación de sus esporas y la infección micorrícica a medida que se introduce en la raíz. Los fungicidas sistémicos son los que causan mas daño a la simbiosis, alterando el metabolismo de las plantas hospederas (59-61).

3.4.6 Aislamiento y producción de las MVA:

Para desarrollar cualquier tipo de inóculo es necesario seleccionar micorrizas que se adapten a las condiciones ambientales que la rodearán; deben absorber la mayor cantidad de nutrientes y persistir en el medio (8).

Hayman, enumera varios caminos para aislar estos hongos, entre ellos se mencionan:

- Aislamiento de esporas individuales:

Este método utiliza el gradiente de densidad y el tamizado húmedo.

- Suelo tamizado:

Cuando existe poca cantidad de esporas o raíces infectadas en el tamizado, pueden estar presentes algunos propágulos en el material orgánico del mismo, por lo tanto este debe colocarse alrededor de las raicillas de las plántulas.

- Raíces infectadas:

Si no existen esporas o se sospecha de la presencia de una endofita, se colorea una porción de la raíz con el objeto de detectar la presencia de la MVA; si está presente la otra porción se fracciona en pequeños trozos y se adjunta a las raicillas de las planta hospederas.

- Plantas infectadas:

Los retoños jóvenes poseen una infección micorrícica natural, éstas al sembrarse, justo antes de que sus raicillas penetren al suelo, se extraen, lavan y se trasplantan en medios de cultivo estéril.

- Señuelos de plantas hospederas:

Este procedimiento consiste en sembrar retoños de la planta hospedera en el suelo a analizar justo cuando la infección micorrícica empieza.

Previo a la inoculación final de las esporas a las plantas stock, las esporas deben recibir un tratamiento especial con soluciones antimicrobianas para evitar así una posible contaminación en el medio donde finalmente se desarrollarán (35).

- Plantas Stock:

Las plantas stock son utilizadas para desarrollar en sus raíces en el medio donde se desarrollan esporas de MVA de una sola especie con el propósito de reproducir las estructuras fúngicas, analizarlas y/o incorporarlas en plantas hospederas para fines de investigación o a nivel agrícola. Los hospederos utilizados comunmente en este tipo de cultivos son las cebollas, los cítricos, el sorgo, el clavel blanco, las fresas, y los nardos (3,62).

3.4.7 Retorno de las micorrizas al campo:

Existen varias técnicas que son utilizadas para retornar las MVA al campo; Hayman describe 6 de ellas en las cuales las MVA se han aislado en plantas stock para un uso posterior en plantas hospederas finales.

Otros métodos incluyen el uso de suelo de la rizósfera, que está infectado con esporas, micelio y raíces fragmentadas. Capas de estos suelos se incorporan a suelos vírgenes o estériles, los cuales carecen o presentan concentraciones mínimas de nutrientes esenciales (2,20,50).

Las esporas de Glomus epigaceus (G. versiforme), también se pueden utilizar para estimular el crecimiento de una gran variedad de plantas hospederas ya que los esporocarpos que producen, los cuales se pueden observar a simple vista, contienen miles de esporas y ello da lugar a que se utilice este método en forma comercial (8,60-64).

3.5 Descripción de las características de los suelos del departamento de Guatemala (1):

Los suelos del departamento de Guatemala han sido divididos en 26 unidades que incluyen 18 series de suelo, 3 fases de suelo y 5 clases de terreno misceláneos. Estas han sido divididas en tres clases amplias: I. Suelos de la Altiplanicie Central, II. Suelos del Declive del Pacífico y

III. Clases Misceláneas de Terreno, cada grupo ha sido dividido en subgrupos según la profundidad del suelo, la clase de material madre y la altitud.

3.5.1 Suelos de la Altiplanicie Central:

La sección de la Altiplanicie Central constituye más del 90 por ciento del área del departamento de Guatemala. Se caracteriza por pendientes escarpadas con pequeñas áreas de suelos casi planos o valles ondulados. Casi todos los suelos son poco profundos y no se adaptan para la producción de cultivos limpios intensivos. El maíz y el frijol con las cosechas principales; además se cultiva café, trigo, papas y forraje.

En el subgrupo A, están solamente los suelos Camanchá, estos están normalmente incluidos en los Suelos de las Montañas Volcánicas.

En el subgrupo B, se encuentran los suelos Cauqué. Todos se han desarrollado sobre ceniza volcánica pomacea, débilmente cementada.

En el subgrupo C, están la fase inclinada de los suelos Guatemala y la fase quebrada de los suelos Salamá. Los mencionados ocupan relieve que es demasiado inclinado para el uso intensivo de los cultivos limpios aunque pueden adaptarse al pastoreo.

En el subgrupo D, están los suelos Jigua y Pinula. Ocupan pendientes demasiado escarpadas para el cultivo y gran parte del área esta seriamente erocionada a causa del sobrepastoreo y porque el cultivo no ha sido adecuado.

En el subgrupo E, están los suelos Chuarrancho. Se encuentran en pendientes escarpadas y no son aptos para el cultivo intensivo. Casi toda el área está en bosques o pastos cubiertos con maleza.

3.5.2 Suelos del Declive del Pacífico:

El Declive del Pacífico comprende menos del 10 por ciento del área del departamento de Guatemala. Es una unidad económica importante, pues produce la mayor parte del café del departamento. La sección se caracteriza por sus pendientes escarpadas y por sus suelos pedregosos.

En el subgrupo A, están los suelos Palín. En algunos lugares donde son cultivados están principalmente, en la producción de café, aunque la mayoría del área está bajo bosques.

En el subgrupo B se encuentran los suelos Escuintla, estos se extienden hacia el departamento de Guatemala en el suroeste de Amatitlán.

3.5.3 Clases Misceláneas de Terreno:

Las clases misceláneas de terreno incluyen áreas donde no domina ningún suelo en particular o donde alguna característica geológica, o alguna otra causa limita su uso agrícola permanente. En el departamento de Guatemala están incluidos los suelos Aluviales no diferenciados y las cimas volcánicas. Los suelos Aluviales no diferenciados, se encuentran al norte del Lago de Amatitlán e incluyen algunos de los terrenos más productivos en el departamento. Las cimas volcánicas son los conos de los volcanes recientes y activos (1).

4. JUSTIFICACIONES

Guatemala es un país que dedica gran parte de su extensión a la producción agrícola; y es usual que para incrementar la producción se usen fertilizantes químicos, los cuales en los últimos años, han aumentado su precio, haciéndolos menos accesibles a los agricultores.

Los fertilizantes al adicionarse al suelo, no son completamente asimilados por las plantas, algunos se pierden por lixiviación y en otros casos son arrastrados por corrientes de agua (lluvia y agua de riego), contaminando las fuentes naturales y alterando el equilibrio ecológico; de allí la importancia que tiene el reconocimiento de las Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA) como una posible alternativa natural de nutrición para las plantas.

Sobre micorrizas existentes en suelos guatemaltecos existe poca o ninguna información, por lo que se hace necesario realizar estudios de aislamiento y clasificación de hongos endomicorrícicos vesículo arbusculares como paso inicial de cualquier proceso de estudio y conocimiento de los beneficios que las MVA pueden aportar en las prácticas agrícolas que se efectúan en los cultivos.

5. OBJETIVOS

- 5.1 Identificar estructuras fúngicas que señalen una infección micorrícica del tipo vesículo arbuscular en plantas de frijol (Phaseolus vulgaris), desarrolladas en suelos del departamento de Guatemala.

- 5,2 Aislar, describir e identificar hasta género, esporas micorrícicas vesículo arbusculares de la rizósfera de plantas de frijol desarrolladas en suelos del departamento de Guatemala.

6. HIPOTESIS

- 6.1 Todos los suelos del departamento de Guatemala cultivados con plantas de frijol, desarrollan micorrizas vesículo arbusculares en las raíces de las plantas.
- 6,2 Los hongos endomicorrizicos vesículo arbusculares más frecuentes en suelos del departamento de Guatemala pertenecen a los géneros Acaulospora sp., Gigaspora sp., Glomus sp., y Sclerocystis sp.

- Porta y cubre objetos
- Pipetas paster o agujas de disección
- Probetas
- Tamices de 710, 250, 105, 53 mesh
- Balanza
- Beakers grandes y pequeños
- 3 cilindros de un litro
- Microscopio esteroscópico
- Microscopio binocular

7.4.3 Reactivos

- Formaldehido
- Acido acético glacial
- Etanol al 50%
- Acido láctico
- Glicerina
- Fushina ácida
- Amoníaco
- Agua oxigenada al 10%
- Azul de lactofenol
- Hidróxido de potasio al 10%
- Acido clorhídrico

7.5 Procedimiento:

7.5.1 Fase de planeación:

Se planificó la recolección de la muestra de suelo procedente del departamento de Guatemala en los siguientes lugares y suelos (1):

I. Suelos de la altiplanicie central:

A. Suelos profundos sobre materiales volcánicos, a gran altitud:

- Camanchá (Cm): en Cruz Alta, San José Pinula

B. Suelos Profundos sobre materiales volcánicos a mediana altitud:

- Cauqué (Cq): en el municipio de Mixco

- C. Suelos poco profundos sobre materiales volcánicos débilmente cementados:
 - Guatemala fase pendiente (Glp): Entre la Ciudad de Guatemala y Mixco.
 - Salamá fase quebrada (Slq): en El Rodeo, Palencia.
 - D. Suelos poco profundos sobre materiales volcánicos firmemente cementados:
 - Jigua (Jg): en San Pedro Ayampuc.
 - Pinula (Pi): en Palencia
 - E. Suelos poco profundos sobre roca:
 - Chuarrancho (Ch): en Chuarrancho.
- II Suelos del declive del Pacífico:
- A. Suelos profundos sobre materiales volcánicos de color oscuro:
 - Alotenango (Al): en Amatitlán.
 - Palín (Pl): en Santa María, Amatitlán
 - B. Suelos profundos sobre materiales volcánicos mixtos:
 - Escuintla (Es): Amatitlán
- III. Clases misceláneas de terreno:
- Suelos aluviales no diferenciados (SA): en Chuarrancho
 - Cimas volcánicas (CV): en el Volcán Pacaya

7.5.2 Fase de campo:

Para desarrollar esta actividad se procedió a recolectar muestras de suelo de mas o menos 20 libras, efectuando para ello una excavación en el terreno a una profundidad de 20 cm, Las muestras obtenidas se colocaron en bolsas de polietileno o sacos plásticos.

7.5.3 Preparación de las macetas y siembra del frijol:

Las muestras de suelo se traladaron al vivero y previo a su colocación en dos macetas plásticas fueron desterronados y pasadas por un tamiz para eliminar piedras y basuras.

Después de ello, las semillas de frijol fueron sembradas y se mantuvieron bajo las mismas condiciones de luz, temperatura e irrigación.

7.5.4 Cosecha del frijol y evaluación del suelo y las raíces:

Después de un período de aproximadamente 45 días, se cosecharon las plantas de frijol, se tomaron 50 gramos de suelozosférico y se procesó de conformidad a la técnica del tamizado húmedo y gradiente de densidad para la identificación de las esporas del suelo (8).

Por otro lado, las raíces de las plantas, fueron lavadas con agua del chorro, se cortaron en fragmentos de 1 a 1.5 cm y se mezclaron en una solución de Formol-ácido-actico-alcohol (FFA) para su fijación, después de ello se procedió a clarificar y teñir las raíces micorrizadas.

7.5.5 Tamizado Humedo y gradiente de densidad:

- Se pesaron 10 gramos de cada suelo, los que se colocaron en un tamiz de 710 mesh, luego aplicando agua del chorro se deshicieron los terrones con los dedos, lo mismo con las raíces, el sedimento se recolectó en un tamiz de 45 mesh.

- Al sedimento que se obtuvo en el tamiz de 45 mesh se le adicionó más agua para lavarlo, y luego se depositó en un tubo de 100 ml, previamente identificado, todo el sedimento y agua a un tercio de su volumen.

- Se agitó con una espátula y se agregaron con una jeringa pipetora, 30 ml de azúcar a punto de miel (70 gramos de azúcar disuelta en 100 ml de agua),. Esta ejecución se le hizo con fuerza y rapidez.

- Se centrifugaron los tubos a 1500-2000 rpm por un espacio de 5 minutos.

- Con una jeringa se aspiraron las esporas que se encontraban sobre la superficie del gradiente del azúcar y se pasaron a un tamiz fino (45 mesh), al cual se le aplicó agua del chorro por un tiempo de 2 a 3 minutos, luego las esporas fueron lavadas con agua desmineralizada y se pasaron a cajas de petrí,

utilizando una aguja de disección y una micropipeta.

- Para su observación las esporas se colocaron en un portaobjeto preparado previamente, se eliminó el agua restante y se le agregó una gota de glicerol.

- Sobre el porta objetos se colocó un cubreobjetos cuidando que las esporas no se corrieran hacia el extremo de la lámina, se evaluó en un microscopio y se sellaron las láminas.

- Se observaron y describieron las esporas encontradas utilizando las descripciones hechas por Gerdemann y Trappe (1976), Trappe (1982) y Sieverding E. 1991 (4,5).

7.6.4.2. Clarificación y tinción de las raíces micorrizadas (8):

Después de haberse cortado y lavado las puntas radicales del frijol, se sumergieron en una solución de KOH al 10% por espacio de 6 horas .

- Se eliminó la solución de KOH de la muestra y se lavó con agua del chorro.

- Las muestras se transfirieron a cajas de petrí, se adicionó agua alcalina y se dejaron reposar por 20 minutos, luego se lavaron con agua del chorro. y se adicionó HCl al 1%, dejándolas reposar por espacio de 3 a 4 minutos.

- Se decantó la solución de HCl al 1% de las muestras y se tiñó con fushina ácida al 0.1%, dejándolas reposar por espacio de dos horas, finalizado el tiempo, se sumergieron nuevamente las raíces en HCl y después de 20 minutos se eliminó la solución.

- Se observó en un microscopio óptico pequeños fragmentos de raíces con el objeto de determinar la presencia de estructuras propias de los hongos micorrícicos (hifas, arbusculos y vesículas), para su identificación se utilizaron las descripciones hechas por Hayman (1982) (3).

1.7 Diseño de la Investigación:

1.7.1 Muestreo:

El tipo de muestreo fue por conveniencia no probabilístico, dado que los tipos de suelo y las regiones donde se encuentran ya están caracterizados (Fig 1).

1.7.2 Análisis de resultados:

El tipo de estudio fue de aproximación y descriptivo, por lo que todos los hongos endomicorrícicos que aparecieran fueron caracterizados morfológicamente y clasificados.

1.7.3 Característica de la muestra:

Los perfiles de los suelos del departamento de Guatemala, se presentan en la siguiente tabla (1);

TABLA No. 3 Características Físicas, Químicas y de Uso Agrícola en los suelos muestreados.

SUELO	LUGAR DE MUESTREO	UTILIZACION AGRICOLA DEL MUESTREO	PRO-FUNDA DAD	TEXTURA	DRENAJE	PH	MATERIA ORGANICA %	FOSFORO
AREAS ERACOSAS	CHINAUTLA	PLANTAS DE JARDIN	N.D			N.D		
ALOTERANCO	ORILLAS LAGO AMATITLAN	MALEZA	25-40	FRANCO ARENOSO	BUENO	6.3	13.24	1.4
RAMONCHA	CRUZ ALTA, PINULA	PLANTAS DE JARDIN	50	FRANCO	BUENO	6.1	9.41	4.7
LEBUQUE	MIXCO	PLANTAS JARDIN	20-40	FRANCO	BUENO	6.2	7.91	4.6
CHUARRANCHO	CHUARRANCHO	FRIJOL	15	FRANCO	MODERADO	5.4	3.78	3.6
ECHEMUTLA	AMATITLAN	PLANTAS DE JARDIN	40-50	FRANCO	MODERADO	6.6	13.24	6.6
GUATEMALA	GUATEMALA	FRIJOL Y MALEZA	30-50	FRANCO ARCILLOSO	BUENO	6.2	3.61	1.2
SICUA	SAN PEDRO ATAMPUC	FRIJOL	30	ARCILLOSO	MALO	5.8	2.05	2.0
LAVA VOLCANICA	VOLCAN PACAYA	MALEZA	N.D			N.D		
PINULA	PALENCIA	FRIJOL	20-30	F. LIMOSO	BUENO	6.3	1.26	0.2
PALIN	PALIN	BOSQUE	20-30	FRANCO ARCILLOSO	BUENO	6.5	1.81	1.6
SALAMA	SALAMA	FRIJOL	15-25	F. ARENOSO	BUENO	6.6	8.54	3.2

§ N.D no determinado

3. RESULTADOS

En la presente investigación se identificaron y caracterizaron géneros de endomicorrizas vesículo arbusculares de raíces de plantas de frijol sembrados en suelos de diferentes regiones del departamento de Guatemala. Los cortes radicales ejecutados, y teñidos con fushina ácida mostraron el desarrollo de micorrización vesículo arbuscular.

En todas las raíces analizadas, a través de la observación de micelio cenocítico se comprobó la formación de micorrización vesículo abuscular. No todas las raíces presentaron arbusculos como en el caso de plantas desarrolladas en los suelos Chuarrancho, Guatemala y Palín, ni todas presentaron vesículas, como en el caso de las plantas desarrolladas en las Areas fragosas, Camanchá, Cauqué, Chuarrancho, Escuintla y Guatemala.

Las raíces de las plantas dearrolladas en los suelos Alotenango, Jigua, Pinula y Salamá , desarrollaron los tres tipos de estructuras fúngicas.

Tabla No. 4 Estructuras fúngicas desarrolladas en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris*) sembradas en muestras de suelos recolectadas en diferentes áreas del departamento de Guatemala.

Tipo de suelo	Estructuras fúngicas MVA		
	Micelio	Vesículas	Arbusculos
Areas fragosas	+	-	++
Alotenango	+++	++	+
Camanchá	+++	-	+
Cauqué	+	-	-
Chuarrancho	++	-	-
Escuintla	+	-	++
Guatemala fase pendiente	+	-	-
Jigua	+	+	+
Lava volcánica	ND	ND	ND
Pinula	+++	+	+
Palín	+	++	-

- No se encontraron

+ Escaso

++ Regular cantidad

+++ Abundante

N.D. no se determinó como consecuencia de la falta de crecimiento en estos suelos.

MVA= micorrizas vesículo arbusculares.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Tabla No. 5 Esporas micorrizicas vesículo arbusculares encontradas en los suelos rizosféricos, donde se sembraron previamente las semillas de frijol.

SUELOS	GENERO	DESCRIPCION
Chuarrancho Escuintla Salamá	<u>Acaulospora</u> sp:	Esporas redondas u ovales pequeñas, medianas o de gran tamaño, con doble pared, de color café, naranja o amarillo claro, algunos con glóbulos en su interior. Se observaba la unión del micelio a una vesícula terminal inflada o un pequeño micelio.
Palín	<u>Gigaspora</u> sp.	Esporas ovaladas, mamelonadas, de regular tamaño, con doble pared de color café con una hifa abultada.
Areas fragosas Alotenango Camanchá Cauqué Escuintla Jigua Pinula Palín Salamá	<u>Glomus</u> sp.	Esporas redondas, ovales y ovoides, de tamaño pequeño y mediano, con configuración de su superficie de tipo liso, con doble o simple pared, de color café, naranja, rojizo o transparente, generalmente sin hifa perceptible.
Camanchá Guatemala Jigua	<u>Scutellospora</u> sp:	Esporas ovaladas, grandes o de tamaño regular, con o sin doble pared, de color amarillo a café, con configuración de tipo liso, puntiforme, reticulado o semejando una compleja germinación membranosa, con una hifa suspensora abultada retorcida o ausente.

9. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a la metodología descrita, los análisis se orientaron a los sustratos, raíces y suelos. Las determinaciones efectuadas a raíces no permitió definir con exactitud el género de hongo presente ya que únicamente se observó en ellas micelio, la formación de vesículas y arbusculos (Tabla no. 1).

9.1 Micorrizas vesículo arbusculares en las raíces:

En las raíces de las plantas sembradas en todos los suelos a excepción de "lava volcánica", se observó micelio que indudablemente dió origen a la formación de micorrización vesículo arbuscular, aunque no todas las raíces presentaban vesículas, ni todas presentaron arbusculos, la explicación a éste fenómeno puede estar dado en el hecho que algunos de los géneros de hongos micorrícicos solo desarrollan arbusculos, tal como lo cita Morton, quien indica que los géneros Glomus sp, Acaulospora sp, forman arbusculos y vesículas en las raíces micorrizadas, mientras que el género Gigaspora sp y Scutellospora sp únicamente forman arbusculos (66).

Se pudo observar que en los suelos donde las plantas de frijol se desarrollaron mejor, la cantidad de micelio y riqueza de géneros micorrícicos presentes, fue más abundante, esto puede estar asociado a un excelente desarrollo radicular que puede ser provocado por varios factores, tales como: La riqueza mineral, orgánica, drenaje y uso agrícola que se estaba dando al suelo.

Fueron cinco los suelos que presentaron mayor desarrollo de las plantas, lo cual podría asociarse a una mayor abundancia de micelio en sus raíces o bien a una diversidad de géneros micorrícicos.

Al revisar la tabla no. 3 del apéndice, se puede observar que los suelos Alotenango, Camanchá, Escuintla, Salamá y Pinula presentan dentro de algunas características fisicoquímicas buenas condiciones para el desarrollo de la planta ya que el nivel de pH esta en el rango adecuado, la cantidad de materia orgánica y fósforo es alta y además presentan buen drenaje, textura y profundidad. Estas características son buenas para el desarrollo del frijol y otras plantas. Del esquema planteado se sale el suelo Pinula el cual reporta Simmons con baja materia orgánica y fósforo, aparentemente estos dos factores lo pueden hacer diferentes a los demás, aunque, puede explicarse el buen desarrollo de la planta para una respuesta micorrícica en sus raíces en función del uso agrícola que usualmente da el agricultor al suelo, ya que el mismo se encontró cultivado de frijol y en consecuencia las limitantes químicas mencionadas pudieron haber sido suplidas en la muestra tomada con fertilización química. En los suelos Chuarrancho, Jigua y Palín, el pH y fósforo que reporta Simmons es bajo, en estos suelos estas plantas se desarrollaron menos pero dieron lugar a la presencia muy particular para el caso del suelo Chuarrancho de una regular cantidad de micelio en las raíces que correspondió al género Acaulospora y en el suelo Palín al caso específico de Gigaspora.

9.2 Micorrizas vesículo arbusculares en los suelos:

Los análisis efectuados directamente al suelo mostraron la presencia de esporas pertenecientes a los géneros Glomus sp, Acaulospora sp, Gigaspora sp y Scutellospora sp.

El género Glomus sp fue el encontrado en la mayor parte de los suelos (exceptuando Chuarrancho), la literatura reporta la existencia de 67 especies de este género en la naturaleza y existiendo en diferentes países del mundo así como en diferentes hospederos tales como pastos, sorgo, caña, cítricos, café y otros (67-69). La riqueza de especies hospederas quizá es la razón del por que en el presente

estudio este género se encontró en casi todos los suelos muestreados, lo que implica que éste puede considerarse mas adaptado para subsistir en diferentes sustratos que los otros géneros micorrícicos. Es de hacer notar que los suelos de la serie "lava volcánica", fueron analizados observándose pequeñas raicillas con vesículas en su interior y esporas pertenecientes al género Glomus sp, lo que da un indicio de la resitencia que tiene éste género para sobrevivir y diversificarse en condiciones desfavorables (8).

El género Acaulospora sp, se localizó en suelos tales como Chuarrancho, Escuintla, Guatemala y Salamá. Este género, menos difundido que el anterior, se ha reportado asociado a plantas de yuca, pasto brachiaria, leguminosas forrajeras, estilosantes y otros cultivos, mismos que en la zona de muestreo de suelos no son comunes. Otro aspecto importante de resaltar es que la variabilidad específica del género no es muy grande y en consecuencia sus nichos ecológicos son mas reducidos (5,65,68).

Para el caso del género Gigaspora sp, que fue identificado en los suelos de la serie Palín reporta la literatura, que es una micorriza abundante en suelos con bosque natural. En forma coincidente las investigaciones efectuadas se corroboran en este estudio, ya que la única muestra analizada y procedente de bosque de encino, fue ésta y aunque el género se ha reportado en America y Asia (66,68,69) aparentemente sus nichos ecológicos son más específicos al de las otras micorrizas reportadas en esta investigación.

Las esporas analizadas pertenecientes al género Scutellospora sp, se localizaron en los suelos de Camanchá, Escuintla y Jigua, éste tipo de género se ha reportado en Colombia y Estados Unidos, en hospederos tales como pastos y café. Los comentarios que se efectuaron para el género Acaulospora sp, pueden considerarse que son iguales para este género.

9.3 Comentarios generales:

La metodología que se había planteado para el aislamiento de las esporas y esporocarpos con el método de tamizado húmedo y decantación se cambió al método de aislamiento por gradiente de densidad con azúcar, con el objeto de reunir en un solo grupo las esporas presentes en el suelo muestreado y al mismo tiempo eliminar casi en su totalidad, parte del suelo tamizado, el cual interfería en la búsqueda de las esporas y esporocarpos.

No se observaron esporocarpos pertenecientes a los diferentes géneros especialmente Sclerocystis y esporas del género Entrophospora que en la literatura reporta como géneros de hongos MVA debido seguramente a la falta de experiencia en el manejo de las técnicas para el aislamiento e identificación de éstas, a la poca afinidad de éste tipo de hongos con éste hospedero o a la ausencia de éstos en los suelos muestreados.

Durante el desarrollo del estudio surgieron algunos problemas metodológicos, debido a la falta de información; que se considera oportuno mencionar en ésta parte del trabajo ya que en el futuro puede facilitar el trabajo de otros investigadores.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 Todos los cortes radicales de las plantas de frijol que crecieron en los suelos analizados, desarrollaron micorrización vesículo arbuscular-MVA-
- 10.2 Las estructuras fúngicas que se observaron en los cortes radicales del frijol fueron las vesículas, arbusculos y micelio cenocítico.
- 10.3 En todos los suelos muestreados se aislaron esporas MVA.
- 10.4 Por las características que presentaban las esporas encontradas, se identificaron como pertenecientes a los géneros Acaulospora sp, Glomus sp, Gigaspora sp, y Scutellospora sp.
- 10.5 El género Glomus sp, fue encontrado en todas las muestras de suelos, con excepción de Chuarrancho.
- 10.6 El género Acaulospora sp, fue encontrado únicamente en las muestras de suelos Chuarrancho, Escuintla y Salamá.
- 10.7 El género Scutellospora sp, sólo se localizó en los suelos Camanchá, Guatemala y Jigua.
- 10.8 Las esporas más adaptadas a los diferentes sustratos y ambientes analizados pertenecen al género Glomus sp.
- 10.9 El género Gigaspora sp fue el de menos distribución en los suelos muestreados ya que sólo se encontró en la serie de suelos Palín.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Realizar este tipo de estudio en otros suelos y regiones de la República de Guatemala para enriquecer la información sobre micorrizas MVA existentes.
- 11.2 Efectuar estudios que contribuyan a establecer el efecto de factores físicos, químicos y ambientales sobre el desarrollo de los hongos MVA asociados a cultivos de interés económico.
- 11.3 Investigar cuales son los géneros de hongos de MVA que están asociadas a cultivos de mayor importancia económica en Guatemala.
- 11.4 Identificar hasta especie las esporas de los géneros de hongos vesículo arbusculares encontrados.
- 11.5 Profundizar en el estudio de las micorrizas vesículo arbusculares y el papel que juegan en las plantas cultivadas en las regiones agrícolas de Guatemala.

12. REFERENCIAS

1. Simmons C., Tarano JM. Pinto JH. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Tirado-Sulona. trad. Guatemala: José Pineda Ibarra. 1956. 550p.
2. Schenk N. Methods and principles of mycorrhizal research. Minnesota: American Phytopathological Society. 1982. x+244p.
3. Hayman D. Practical aspects on VAM. 325-373 (In Subba Rao N.S Ed. Advances in agricultural microbiology. New Delhi: Oxford and IBH. 1982).
4. Trappe J. Synoptic keys to the general and species of zygomycetus mycorrhizal fungus. Phytophat 1982;72(8):1102-1108.
5. Sieverding E. Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Management in Tropical Agrosistemas. Germany: federal republic of Germany Eschborn. 1991;372p.
6. Barea J., Azcón-Aguilar C. Mycorrhizas and their significance in nodulating nitrogen-fixing plants. Adv. Agronom 1984;36:1-53
7. Graham J., Leonard R., Menge J. Membrane mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular arbuscular mycorrhiza formation. Plant Physiol 1981;68:548-552.
8. Jeffries P. Use of micorrhizal in agriculture. CCR 1987;5(4):219-230
9. Alexopolus CJ. Introductory mycology. 2 ed. USA: Wiley, 1962. xvii+613 p.
10. Hackaylo E. Mycorrhiza: The ultimate in receprocal parasitism? Biosc 1972;22;577-582.
11. Gerdemann J. Nicolson T. Spores of mycorrhizal Endogone extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans Br Mycol Soc 1963;46:235-244.

12. Ville C. Biología. 7 ed. Espinosa R. trad. México: Interamericana. 1984. xiii+803p.
13. Cabello N. Micorrizas vesículo arbusculares en suelos del Coronel Suárez. Argentina. Rev. Fac. Agronom 1989;65:80-84.
14. Mejía A. Interacción de dos leguminosas y hongos formadores de micorrizas vesículo arbusculares aislados de suelo mexicano. México:UNAM. (Tesis de graduación. Facultad de Química) 19481.10p.
15. Kendrick B. Berch S. Micorrhizae: Applications in agriculture and forestry. Comprhem Bioch 1985:4:1-8
16. Trappe J. Mycorrhizae and productivity of arid and semiarid rangeland. 581-599 (In USDA Fores Service. Advances in food producing systems for arid and semiarid lands. New York: Acad Press Inc 1981).
17. Harley J., Smith S. Mycorrhizal symbiosis. London: Academic Press. 1983. 483p.
18. Vittadini C. Monographia Lycoperdineorum. Torino: Aufustas Taurinorus. 1842.93p.
19. Frank A. Ueber auf wuizalsymbiose beryhende ernahrung gervisser baume durch unterrdische pilza. Ber Dtsch Bot Ges 1885:3:128-145.
20. Molina R. Trappe J. Mycorrhiza management in barerrot nurseries 211-223 (In Duryes M. Landis T. eds. fores Nursery Manual Production of Barerrot seedling. Oregon:184est Research Laboratory. 1984. 36p.
21. Rhuele J., Merk D. Fiber, Food Fuel and Fungal symbionts. Sci 1979:206:419-422.
22. Ferrera R. Ecología y manejo de las micorrizas en la reforestación. 115-119) (En escuela de Química Biológica de la facultad de CCQQ y Farmacia. USAC. et al. Memorias del primer congreso centromericano y primer congreso nacional de micología. Guatemala:USAC. 1982. 170p.
23. Dudrige J., Malibari A., Read D. Estructure and function of mycorrhizal rhizomorphas with special reference to their role in wastes transport. Nat 1980;287:834-836.

24. Trappe J., Fogel D. Ecosistematic function of mycorrhizae. 205-214 (In Forest service, Departament synthesis of plant associated procces. Colorado:Colorado State Univ 1977).
25. Schenk N. Can mycorrhizae control root disease?. Plant Dis 1981;65(3):230-234.
26. De León R. Importancia de la ectomicorriza. 103-105 (En asociación guatemalaleteca de microbiología AGM. Memorias del IV congreso nacional de microbiología. Guatemala:USAC. 1991).
27. Sutton J. Development of vesicular arbuscular mycorrhiza in crop plants. Can J. Bot 1973;51:2487-2493.
28. Carling D., Brown M. Anatomy and physiology of vesicular arbuscular and non mycorrhizal roots. Phytoph 1982;72:1108-1114.
29. Gerdemann J. The fungus that form the vesicular arbuscular type of endomicorrhiza in mycorrhizae (9-18) (In HacsKaylo E. ed. Prod Dirst N Amer conf Mycorrhiza USDA:Forest Service misc. 1964.225p).
30. Tummerup I., Kidby D. Production of aseptic spores of vesicular arbuscular endophytes and their viability after chemical and physical stress. Appl and Environ Microbiol 1980;39: 1111-1119.
31. Bran MC. Endomicorrizas vesículo arbusculares. 109-110 (En asociación guatemalteca de microbiología AGM. Memorias del V congreso nacional de microbiología. Guatemala:USAC. 1991).
32. Gianninazzi S, Gianinazzi-Pearson V., Dexheimer CV. Enzymatic Studies on the Metabolism of Vesicular-Arbuscular mycorrhiza III. Ultratrulal localization of Acid and Alcaline phosphatasa on onions roots infected by Glomus mosseae. New Phytol 11979,82:127-132.
33. Gianinazzi-Pearson S. Gianinazzi S. Dexheimer CM. Enzimatic studies in the metabolism of VAM IV. Ultracytoenzimological evidence (ATPase) for activer transfer procces in the host arbucule interface. New Phytol 1982: 90(1):37-43.
34. Gray L., Gerdemann J. Uptake of phosphorus 32 by vesicular arbuscular mycorrhizae. Plant soil 1967:30;415-422.

35. Lambert D. Cole H. Effects of mycorrhizal on stablish and performance of forage species in mine spoil. Agron 1982;72:257-260.
36. Crest W. et al. Kinetics of phosphorus absorption by mycorrhizal and nonmycorrhizal tomato roots. Plant Physiol 1979;64:484-487.
37. Ho I. Trappe J. Effects on ozone exposure on mycorrhiza formation and growth of Festuca arundinacea. Env Exp Bot
38. Ho I. Trappe J. Nitrate reducing capacity of two vesicular arbuscular mycorrhizal fungus. Mycol 1975;67(4):886-888.
39. Rhodes L., Gerdemann J. Translocation of calcium and phosphate by external hyphae of vesicular mycorrhizal. Soil sci 1978;126:125-126.
40. Rhodes L. Gerdeman J. Hifal translocation and uptake of sulphur by vesicular arbuscular mycorrhizae of onions. Soil sci 1978b:10:335-360.
41. Rhodes LH., Gerdemann J. Nutrient traslocation in vesicular arbuscular mycorrhize. 173-198.(In cook CB., Pappas PW. and Rudolph ED. eds. Cellular interactions in symbiosis and parasitism. Ohio. USA:Ohio State Univ. Press. Columbus. 1980. 305p).
42. Ellis J. et al. Brought resistance of wheat plants inoculated with vesicular arbuscular mycorrhizae. Plant soil 1985;86:369.
43. Callow J. et al. Detection and estimation of polyphosphate in vesicular arbuscular mycorrhizas. New Phytol 1978;80:125-134.
44. Dissing J. Annijensen J. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus on grown and uptake of many nutrient well as ratio of fertilizer P for Lucerne (Medicago sativa). Plant soil 1983;70:172-175.
45. Chariello N, et al. Endomycorrhizal Role for Interspecific Transfer of Phosphorus in a Community of Annual Plants. Sci 1982;217:941-943.

46. Allen E. et al. Phytormone changes in B. oteleva gracilis with vesicular arbuscular mycorrhizae. I Cytokinin increase in the host plant. Can J Bot 1980;58:371-374.
47. Forth H. Fundamentos de la ciencia del suelo. 2ed. Ambrosio. Am. Trad. México: Compañía editorial Continental. 1986-433p.
48. Ho L., Phytosterols in Root System of Mycorrhizal and nonmycorrhizal Zea mayz L. Loydia 1977;40:476-478.44.
49. Lambert D., Cole H. effects of Mycorrhizal on Establishment and Performance of Forage Species in Mine Spoil. Four Agron 1980,72:257-259
50. Dehne H. Interactions between vesicular arbuscular micorrizal fungy and plant pathogens. Phytophat 1982:72(8):1115-1119.
51. Barschi H. et al Vesicular arbuscular formation and root rot disease (Phytophatura annamoni) development in chmaecy paris law soniana. Phytophath 1981;2:102-103.
52. Ratnayake et al. Root exudation in relation to supply of a phosphorus and its possible relevance to mycorrhiza formation. New Phytol 1978;81:543-552.
53. Jasper D. et al. Phosphores and the formation of VAM. Soil Biol Biochem 1979;11:501-505.
54. Ho I., Trappe J. Translocation of C14 from Fatuca plants to their endomicorrhizae fungy. Nat New Biol 1973;244(131):30-31.
55. Schenk N. Schoroeder J. Temperature response of Endogone mycorrhiza on soybean roots. Mycol 1974;66:1331-1336.
56. Gerdemann J. Vesicular arbsucular mycorrhizal. 579-591 (In JG. Torrey. DJ Clarson eds. The development and fuction of roots. New York: Academic Press. 1975).
57. Habte M. Nannjunat A. Soil solution phosphorus status and mycorrhizal dependency in Leucaena leucocephala Appl Environ Microbiol 1987;53(4):797-801.
58. Sanders F., Mosse A. Tinker P. Endomycorrhizas. New York: Academic Press. 1975. 626p.

59. Mengue J. Effect of soil fumigants and fungicides on vesicular arbuscular fungus. *Phytopathol* 1982;72(8):115-1130.
60. Bertoldi M et al. Effects of soil applications of Benomyl and Captan on the grown of onions and the occurrence of endophytic mycorrhizas and rhizosphere microbes. *Ann Appl Biol* 1977;86:111-115.
61. Kleinsechmeidt M. Gerdemann J. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soil related to the absence of endomycorrhizal assay. *Can J Microbiol* 1980;26:536-537.
62. Hayman D. Methods for evaluating and manipulating VAM 96-107 (In Soil Microbiology Department. Rothamsted Exp Microbiological methods in environmental biotechnology. 1984).
63. Daniels J., Trappe J. Factor affecting spore germinations of vesicular arbuscular mycorrhizal fungus. Glomus epigaceus *Mycol* 1980:172(3):457-471.
64. Gerdemann J., Trappe J. The endogonaceas in the Pacific Northwest U.S.A The New York Botanical Garden 1974;76p.
65. Sieverding E. Sanchez M., Bravo N. Investigaciones sobre Mycorrhizas en Colombia. 2 ed. Colombia: Facultad Agropecuaria de Palmira. 1989;275p.
66. Morton J. Mycorrhizal fungi Slide West USA: Agricultural and Forestry Experimental Station West virginia University. 1989.
67. Rani R, Mukertjii G. Taxonomy of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. 103-105p(in Mycorrhizas for Green Asia First Asian. Conference on Mycorrhizae.
68. Parra m., Prager M., Sieverding E.Efecto de la Micorriza Vesiculo Arbuscular en Cafe. Coffee arabica. L. Variedad Colombia en Almacigo. *Acta Agron* 1990;40:88-89
69. Morton J., Taxonomy of VAM Mycorrhizal Fungy: Classify Nomenclature and Identific. *Mycotaxon* 1988;32:267-324
70. Diccionario Mc Graw-Hill de Biología. España: Vols 1 y 2 1991. 619p.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE BOGOTÁ
 Biblioteca Central

13. ANEXOS

13.1 Preparación de soluciones:

13.1.1 Solución de FFA (Formaldehído-ácido acético-alcohol):

Mezclar:

Formaldehído 37%-----	65 ml
Acido acético glacial-----	25 ml
Etanol al 50%-----	100 ml

13.1.2 Solución de Fushina ácido láctica:

Mezclar:

Acido láctico de laboratorio-----	875 ml
Glicerina-----	63 ml
Agua destilada-----	63 ml
Fushina ácida-----	0.1 gr

13.1.3 Solución de agua alcalina:

Mezclar:

Amoníaco-----	3 ml
Agua oxigenada al 30%-----	30 ml
Agua destilada-----	567 ml

13.3 Tabla No.1 Clasificación de los hongos micorrícicos Vesículo Arbusculares según Trappe y Alexopolus (4,9).

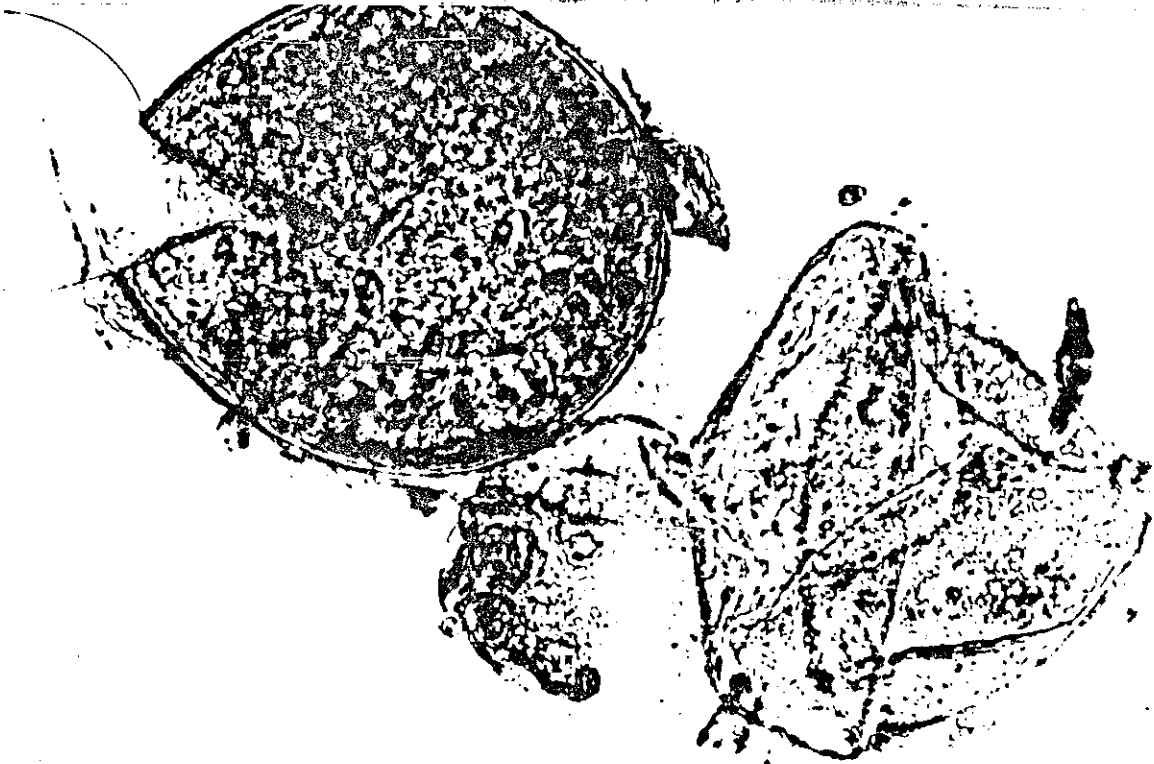
Reino	Plantae
División	Mycota
Clase	Phycomycetes
Orden	Mucorales
Familia	<u>Endogonaceae</u>
Género	<u>Acaulospora</u>
	<u>Complexis</u>
	<u>Endogone*</u>
	<u>Entrophosphora</u>
	<u>Gigaspora</u>
	<u>Glomus</u>
	<u>Graziella</u>
	<u>Modicella</u>
	<u>Sclerocystis</u>
	<u>Scutellospora</u>

*Endogone es el único género de esta familia que forma ectomicorriza.

Tabla no. 2 Descripción de esporas de hongos MVA (4,5)

ESPORA	DESCRIPCION
<u>Acaulospora</u> sp.	E esporas únicas y laterales, provenientes de tallos que tienen forma de embudo en una gran vesícula terminal inflada. No existe una unión de la hifa al resto del área terminal.
<u>Entrophospora</u> sp.	Estas esporas forman una azygospora que se encuentra dentro de una hifa terminal en un saco llamado "saco esporolífero".
<u>Gigaspora</u> sp.	La espora es producida en forma única del ápice de la hifa. Obviamente la unión de la hifa bulbosa, estrecha la pared de la espora.
<u>Glomus</u> sp.	La espora es producida en forma única del ápice de la hifa o en grupos desorganizados, rodeados por un micelio flotante (esporocarpos). Obviamente la unión de la hifa no se agranda al madurar.
<u>Scutellospora</u> sp.	Estas esporas están compuestas por una azygospora unida a un bulbo suspensor, que emerge directamente de ella a través de una compleja membrana germinal que tiene forma de escudo.
<u>Sclerocystis</u> sp	Las esporas siempre se encuentran en forma compacta, los esporocarpos son organizados. Estas esporas se unen obligatoriamente alrededor de un plexo central de hifas, formando así un esporocarpo.

13.4 Figura No.2 Esporas de hongos Micorrícicos
Vesículo Arbusculares

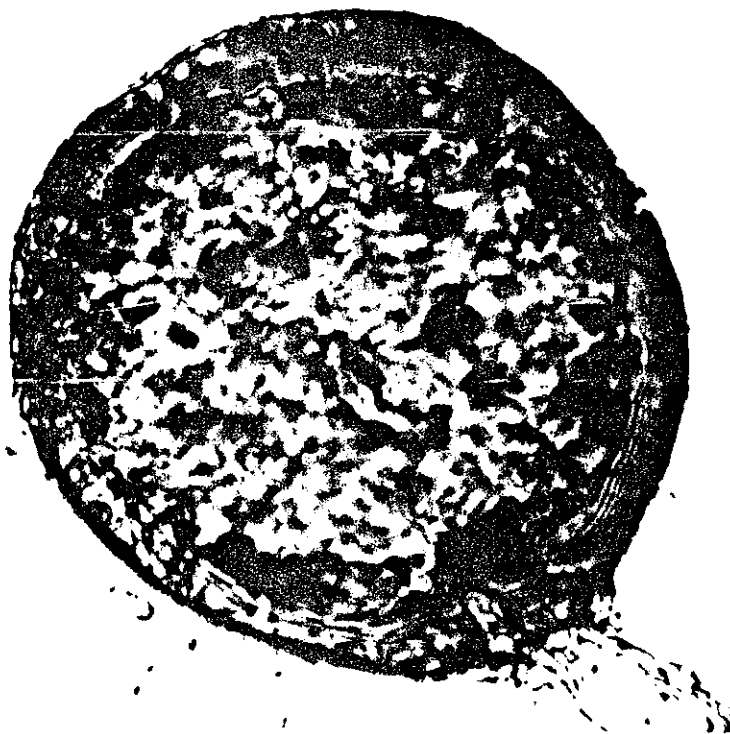


ACAULOSPORA SP;

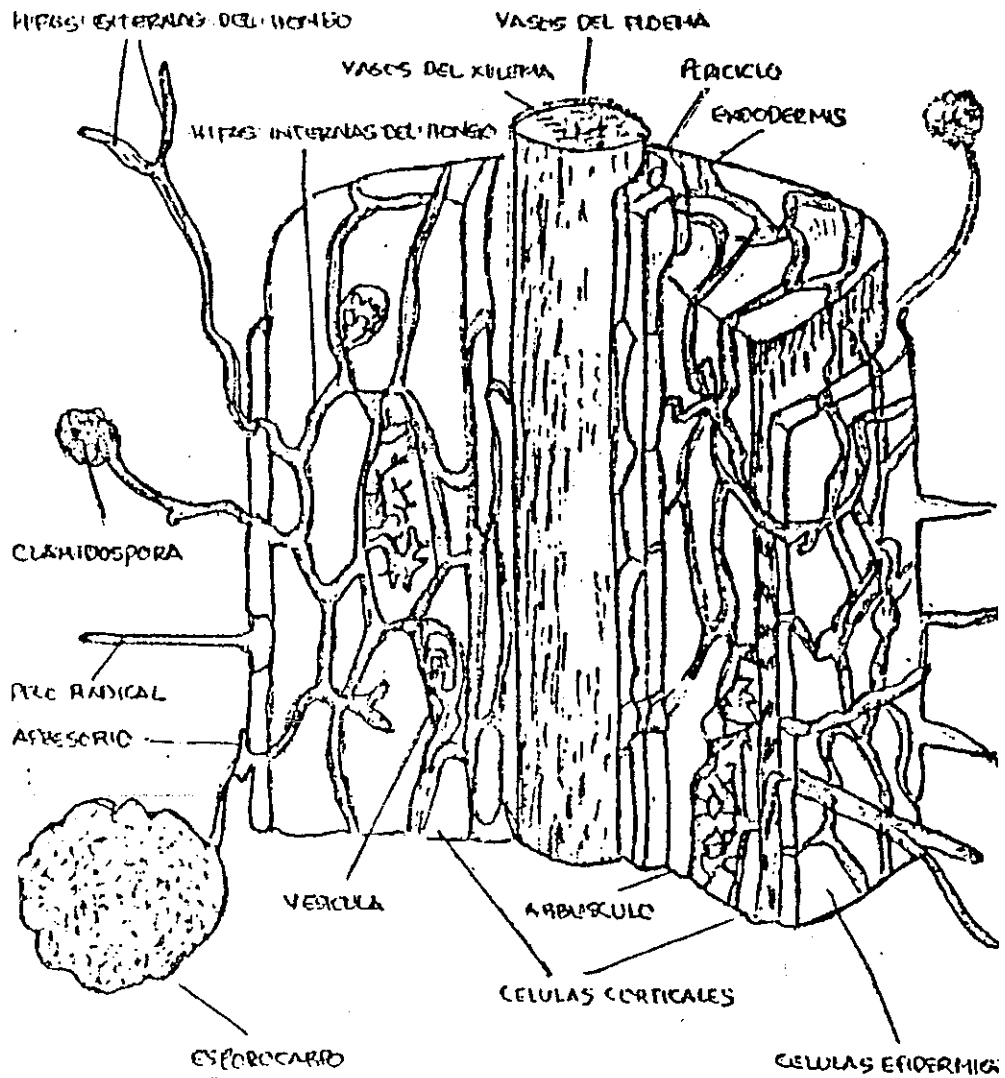
Espora única y lateral, proveniente de un tallo que tiene forma de embudo en una gran vesícula terminal inflada (40X).

GLOMUS SP;

Espora producida en el ápice de la hifa, la unión de la hifa no se agranda al madurar (40X).



13.5 Figura No.3 Endomicorrizas Vesículo Arbusculares
 Corte longitudinal de una raíz en donde
 se ha desarrollado el hongo (11).



13.6 GLOSARIO (70)

ACLOROFILICO

Sin clorofila

ANGIOSPERMA

El nombre tradicional para plantas que tienen flores y frutos con semillas y ovarios cerrados.

APRESORIO

En algunos hongos el extremo engrosado o en forma de borla de una hifa para la cual el parásito se fija al huesped//suctorio.

ASCOMYCETE

Clase de hongos de la subdivisión de los Eumycetes. Se distingue por la presencia de ascos. Ascomicete

AUXINA

Substancia de tipo hormonal en los vegetales que estimulan el crecimiento por alargamiento.

BASIDIOMYCETE

Clase de hongos de la subdivisión de los Eumycetes. Son importantes como comestibles y como agentes causales de enfermedades en plantas. Basidiomicetes.

ENDOFITO

Un organismo creciendo dentro de una planta. La asociación puede ser parasítica o simbiótica.

ESPOROCARPO

Agregación de esporas.

FANEROGAMA

Dícese de las plantas cuyos órganos sexuales se distinguen a simple vista// tipo de estas plantas que comprenden las angiospermas y las gimnospermas

FICOMYCETE

Ver zigomycetes

FOTOSINTESIS

Proceso de síntesis de carbohidratos a partir de carbono y de agua utilizando la energía radiante de la luz captada por la clorofila en células vegetales.

GIBERELINAS

Grupo de sustancias químicamente definidas que aparecen en forma natural y ejercen funciones en el control del crecimiento y desarrollo de las plantas en floración; estimulan el alargamiento de los brotes en plantas jóvenes de ciertas especies.

HIFAS

Cualquiera de los filamentos que componen el micelio de un hongo.

HONGO

Organismo nucleado por lo común filamentoso que carece de clorofila y se reproduce por esporas.

ISOTOPO

Átomo con diferente número de neutrones y por lo tanto de masa distinta (iso=igual y topo=lugar), los isótopos del mismo elemento poseen el mismo número de protones y electrones y solo difieren en el número de neutrones.

MICELIO

Masa de filamentos ramificados (hifas) que constituyen un hongo.

PHYCOMYCETES

ver zigomycetes

RIZOMA

Tallo subterráneo de helechos o hierbas que da lugar a hojas sobre la superficie del suelo

SEPTO

Pared que divide una planta o un hongo filamentosos en células diferentes:

SIMBIOSIS

Convivencia de dos organismos disímiles, la asociación puede llevar a mutualismo, comensalismo, parasitismo o amensalismo.

SUSPENSOR

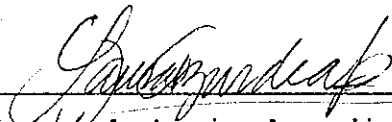
Hifa que sostiene un gametagio apical en los hongos de los mucorales.


ZIGOMYCETE

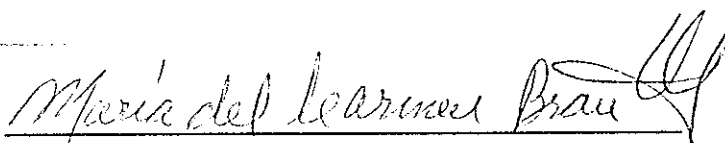
Clase primitiva de auténticos hongos pertenecientes a los Eumicetes, carecen de tabiques espaciados con regularidad en las porciones del cuerpo en que crecen activamente y tienen como unidad fundamental en la reproducción asexual, la esporangióforo reproducida por tabicación en el esporangio.


ZIGOSPORA

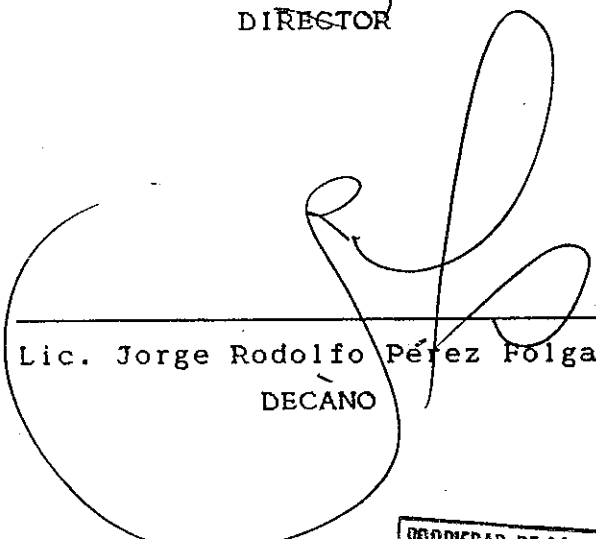
Cuando las puntas de dos hifas se juntan y funden sus contenidos, desarrollándose un cuerpo de pared gruesa.


Laura Leticia Azurdia Aguilera
TESISTA


Ing. Agr. M. Sc. Rolando G. Aguilera Mejía
ASESOR


Lic. María del Carmen Bran González
CO-ASESORA


Lic. Gerardo Arroyo
DIRECTOR


Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar
DECANO

PROPIEDAD DE LA UNIVER
Biblioteca Central