ESTUDIO DE HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES BAJO ÁRBOLES REMANENTES EN UN PASTIZAL TROPICAL

MARITHZA RAMÍREZ-GERARDO¹, JAVIER ÁLVAREZ-SÁNCHEZ²,
PATRICIA GUADARRAMA CHÁVEZ² E IRENE SÁNCHEZ-GALLÉN²

¹Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado postal 70-275, Coyoacán, 04510 México D.F. México.

²Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.
e-mail: pgc@hp.fciencias.unam.mx, sgallen@servidor.unam.mx

Resumen. Los árboles remanentes tienen gran importancia ecológica; el microambiente e interacciones bióticas debajo de ellos son propicios para el desarrollo de hongos micorrizógenos y especies vegetales diferentes a los de pastizales aledaños. El objetivo de este estudio fue determinar la variación espacio-temporal de morfoespecies y número de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares bajo árboles remanentes. Este estudio se realizó en un potrero aledaño a la Estación "Los Tuxtlas", Veracruz. Se escogieron cuatro árboles remanentes (*Ampelocera hottlei*, *Poulsenia armata* y *Ficus* sp.), colectándose suelo bajo ellos en secas, lluvias y nortes. Se encontraron trece morfoespecies de hongos de las familias Glomaceae, Acaulosporaceae y Gigasporaceae. Se observaron diferencias significativas para el número de esporas entre épocas del año, presentándose el mayor en nortes y el menor en secas; entre las especies de árboles no hubo diferencias significativas, lo que puede indicar que los árboles remanentes funcionan como una unidad. Es posible que las variaciones observadas en la producción de esporas entre las distintas épocas del año se expliquen con la disponibilidad diferencial de agua.

Palabras claves: Árbol remanente, micorriza arbuscular, selva húmeda tropical, pastizal.

Abstract. The remnant trees in casttle have a significant ecological importance because they alter the microhabitat and also affect biological interactions. All these factors improve mycorrhizal fungi establishment and forest vegetation species proliferation. The objective of this study was to determine space-temporal variation of the morphospecies of arbuscular mycorrhiza and their spores number under remnant trees. This study was carried out in a castle, in the northern edge of the Biology Station of "Los Tuxtlas", Veracruz, Mexico. Four isolated trees (*Ampelocera hottlei*, *Poulsenia armata* and *Ficus* sp.) were chosen. Soil samples were collected under each tree cover during dry, rainy and "nortes" seasons. Thirteen arbuscular mycorrhizal species of the Glomaceae, Acaulosporaceae and Gigasporaceae families were observed. The number of spores among climatic seasons was significant different, the highest value was presented in "nortes" season and the lowest occurred in the dry season. There were no significant differences among isolated tree species, this could imply that the remnant tree function as a unit. Differential water availability, along the year, may explain spores production variation.

Key words: Remnant tree, arbuscular mycorrhiza, tropical rain forest, castle.

La deforestación en las selvas tropicales ha causado la fragmentación de los hábitats, lo cual implica tener, inmersos en campos agrícolas y ganaderos, remanentes de selva y de vegetación secundaria (Guevara y Laborde, 1993).

Los árboles remanentes son un elemento importante en el paisaje y dinámica de los pastizales, que han sido inducidos en sitios tropicales para actividades ganaderas, ya que incrementan la disponibilidad

de especies vegetales de la selva atrayendo aves frugívoras que durante su estancia en el árbol depositan semillas y frutos debajo de él (Guevara y Laborde, 1993). Sin embargo, estos atributos están relacionados con la especie del árbol remanente de que se trate; de esta forma, una especie de árbol puede ser mejor atractor de aves y alterar el microambiente en mayor proporción que otra (Guevara y Laborde, 1993; Otero, 1995). Asimismo, los árboles remanentes pueden

acelerar el proceso de sucesión secundaria que se desarrollaría en dichos pastizales (Guevara y Laborde, 1993) si llegasen a ser abandonados, ya que bajo su copa puede iniciarse un reclutamiento de especies de selva aledaña a estos sitios.

La vegetación, en general, presenta asociaciones micorrízicas arbusculares, cuya importancia radica en incrementar la biomasa (Sieverding, 1991), modificar las interacciones competitivas (Sylvia, 1990; Allen, 1991), acelerar el proceso sucesional (Evans y Miller, 1990; Fischer *et al.*, 1994) y estructurar las comunidades vegetales (Gange *et al.*, 1993). En los pastizales tropicales hay hongos micorrizógenos (Guadarrama, 1993; Langane, 1993), que pueden ser importantes junto con los árboles remanentes en acelerar la sucesión secundaria.

Por las características antes mencionadas los árboles remanentes, también, pueden funcionar como sitios que mantienen la diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares e influyen en su dinámica después de la transformación de la selva a pastizales.

Dado lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo determinar la variación temporal y espacial en la abundancia y riqueza de las esporas de los hongos micorrizógenos arbusculares en árboles remanentes.

Materiales y métodos

Zona de estudio. El presente estudio se llevó a cabo en un potrero cercano a la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, ubicada entre los 38°34'-38°36' latitud N y los 95°04'-95°09' longitud O.

Los suelos son andosoles y en algunos sitios ultisoles, arcillosos de color rojo-café. La acumulación de materia orgánica es alta en los primeros 5 cm, presentan una porosidad media de 48 a 67%, el pH es de 5 y la capacidad de intercambio catiónico es baja (Gutiérrez-Ruiz y Sommers-Cervantes, en prensa).

El clima es cálido húmedo con lluvias en verano. El promedio anual de temperatura es de 24°C y la precipitación total anual de 4700 mm; su distribución temporal define tres épocas: lluvias (junio a octubre), nortes (noviembre a febrero) y secas (marzo a mayo) (Soto, 1976).

La vegetación que predomina en la Estación es una selva húmeda tropical, que se encuentra circundada por potreros y zonas agrícolas con algunos parches de vegetación original (Ibarra, 1985). De acuerdo a Guevara *et al.* (1992), las especies de árboles remanentes más frecuentes en los pastizales de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, son: *Ampelocera hottlei* (Standl.) Standl., *Brosimum alicastrum* Sw., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Ficus insipida* Willd., *Nectandra ambigua* (Blake) C.K. Allen, *Poulsenia armata* (Miq.) Standl., *Spondias radlkoferi* J.D. Smith y *Zanthoxylum kellerianii* P. Wilson. Además, estos autores detectaron 221 especies pertenecientes a selva que constituyen la vegetación que crece bajo estos árboles remanentes.

Metodología. Se seleccionaron cuatro árboles remanentes, dos individuos de *Poulsenia armata*, uno de *Ampelocera hottlei* y uno de *Ficus* sp. Se hicieron tres colectas de suelo bajo los árboles: a fines de febrero, a principios de mayo y de julio de 1995 (correspondiendo a las épocas de nortes, secas y lluvias, respectivamente).

Figura 1. Número de especies de hongos micorrizógenos arbusculares por época de muestreo. PA= *Poulsenia armata*; AH= *Ampelocera hottlei*; Fsp= *Ficus* sp.

Bajo cada uno de los árboles se tomaron seis muestras de suelo al azar de los primeros 20 cm de profundidad, utilizando para ello un nucleador. El suelo obtenido fue colocado en bolsas negras y puesto en refrigeración hasta su procesamiento.

La separación de las esporas se realizó por el método de gradientes de densidad propuesto por Menge (Daniels y Skipper, 1982) y el montaje de las esporas se realizó de con el método de Schenck y Pérez (1990). *Análisis de resultados.* Se aplicó un análisis de varianza no-paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1984), con el fin de analizar las diferencias existentes en el número de esporas y de las especies de hongos en función de la época de muestreo y el árbol.

Resultados

Se encontraron 13 morfoespecies de hongos micorrizógenos arbusculares pertenecientes a las familias Glomaceae, Acaulosporaceae y Gigasporaceae; de las cuales siete estuvieron presentes casi en todos los árboles y en todas las épocas (tabla 1). Se identificaron 4 a nivel de especie, *G. geosporum* resultó ser un nuevo registro para México y para pastizales, y *Glomus constrictum* nuevo registro para pastizales (Schenck y Pérez, 1990) (lámina 1).

No se apreciaron diferencias significativas en cuanto a la presencia de las diferentes morfoespecies de hongos con respecto a los sitios de muestreo y época.

cas. Se observó un menor número de especies en julio (lluvias) que en febrero y mayo; estos valores no están relacionados con las especies de árboles estudiadas (figura 1).

Al analizar el número de esporas promedio con respecto al tiempo, se observaron diferencias significativas entre épocas ($H=31.04$, $p<0.001$, $N=3$), siendo febrero el que presentó el mayor número de esporas y mayo el menor (figura 2). En cuanto al sitio de muestreo, no se presentaron diferencias significativas.

Discusión

En los últimos cuatro años se han intensificado los estudios sobre las micorrizas arbusculares en la selva húmeda tropical de "Los Tuxtlas" (Guadarrama, 1993); sin embargo, uno de los problemas con los que se han enfrentado los investigadores es la presencia de morfoespecies difíciles de identificar dadas sus características morfológicas diferentes a las ya reportadas, lo cual se refleja en la tabla 1.

Tanto la diversidad como la abundancia de los hongos micorrizógenos dependen de diversos factores físicos, químicos y biológicos (Abbott y Gazey, 1994). Alteraciones en el pH, en la concentración de fósforo, en la radiación solar, etc., pueden modificar el número de esporas y/o la riqueza de hongos micorrizógenos debido a sus características fisiológicas (Smith y Read, 1997).

Tabla 1. Presencia de morfoespecies de hongos micorrizógenos arbusculares por época de muestreo y árbol. PA= *Poulsenia armata*; AH= *Ampelocera hottlei*; F sp.= *Ficus* sp.; F= febrero; M= mayo; J= julio.

Especie	PA1			PA2			AH			F sp.		
	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J
ACAULOSPORACEAE												
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	XXX			XXX			XXX			XXX		
<i>Acaulospora spinosa</i>	XXX			XXX			XXX			XXX		
<i>Acaulospora</i> sp.1	X			X			XXX			X		
<i>Acaulospora</i> sp.2	X			X			XX			X		
<i>Acaulospora</i> sp.3	XX			XX			XX			XX		
<i>Acaulospora</i> sp.4	X			X			X			XX		
<i>Acaulospora</i> sp.5	XXX			XXX			XX			XXX		
GLOMACEAE												
<i>Glomus constrictum</i>	XXX			XXX			X X			XXX		
<i>Glomus geosporum</i>	XXX			XXX			XXX			XXX		
<i>Glomus</i> sp.1	XXX			XXX			XX			XX		
<i>Glomus</i> sp.2	X			XX			XX			X		
<i>Glomus</i> sp.3	XX			X			XX			XX		
GIGASPORACEAE												
<i>Entrophospora</i> sp.	X X			XXX			XXX			XXX		

Asimismo, la competencia puede ser uno de los factores biológicos que explique la ausencia de ciertas especies de hongos micorrizógenos, ya que algunas especies son capaces de germinar y colonizar una planta a mayor velocidad (Ocampo, 1986), o tienen una mayor capacidad de intercambio de fósforo y fotosintatos (Pearson *et al.*, 1993; Abbott y Gazey, 1994). Como consecuencia, las especies menos competitivas son desplazadas por las de mayor velocidad y/o eficiencia en la transferencia de nutrimentos. Otro factor biótico es la micotrofia de las plantas, que puede variar desde no-micotróficas hasta micotróficas obligadas, dependiendo del papel de las plantas en la sucesión secundaria (Janos, 1980); si la comunidad vegetal se encuentra caracterizada por plantas no micotróficas, tanto la riqueza como la abundancia de hongos micorrizógenos es menor que en una comunidad donde predominan plantas micotróficas obligadas.

De esta forma, la composición florística y las características microambientales en "el sistema árbol remanente" se esperaría que afectaran la abundancia y diversidad de los hongos micorrizógenos; sin embargo, en este estudio tanto la riqueza como el número de esporas no son modificados por este sistema, lo que puede indicar que cada árbol remanente sí funciona como una unidad con características microam-

bientales muy semejantes que no modifican las poblaciones ya establecidas de hongos.

Allen *et al.* (1989) y Sanders (1990) sugieren que existen patrones estacionales en la formación de micorrizas que pueden cambiar entre años. La fenología y el estado de desarrollo y crecimiento de la planta hospedera pueden también afectar la formación de micorrizas. Giovannetti (1985) encontró que el número de esporas puede aumentar conforme la planta madura o después de la floración. Por otra parte, Carey *et al.* (1992) observaron que la demanda de fósforo está en función del desarrollo de las plantas; en la floración o en el estado de plántula es cuando se requiere reforzar la absorción de dicho nutrimento, incrementando la colonización si la concentración de fósforo disponible en el suelo es baja, y como consecuencia el número de esporas disminuye.

Por lo anterior, y considerando que la disponibilidad de recursos en el suelo disminuye durante la época de secas, la colonización se ve favorecida y el número de esporas observado en la estación seca es menor que en las otras épocas. Es posible que las variaciones significativas observadas en la producción de esporas entre las distintas épocas del año se expliquen con la disponibilidad diferencial de agua.

Guevara y Laborde (1993) señalaron la importan-

Figura 2. Número promedio de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares por época de muestreo. PA= *Poulsenia armata*; AH= *Ampelocera hottlei*; Fsp= *Ficus* sp.

Lámina 1. Esporas de hongos micorrizógenos ; **A** *Glomus geosporum* (10X) ; **B** *Glomus constrictum* (40X) ; **C** *Glomus* sp.1 (20X) ; **D** *Glomus* sp.2 (20X) ; **E** *Entrophospora* sp. (40X) ; **F** *Acaulospora scrobiculata* (20X) ; **G** *Acaulospora spinosa* (40X).

cia que tiene el "sistema árbol remanente" para el reclutamiento de especies y el desarrollo de una sucesión secundaria la cual tendería hacia la conformación de una selva húmeda tropical. Los árboles remanentes son sitios que pueden mantener la riqueza y abundancia de los hongos micorrizógenos arbusculares, por lo que es necesario continuar y profundizar en el estudio de la relación de estos hongos y los árboles remanentes en la dinámica sucesional para determinar su posible uso en la regeneración.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo de la Fundación UNAM a través del Programa de Iniciación a la Investigación. Agradecemos la colaboración del Dr. Arturo Estrada en la identificación de las especies, y en el trabajo de campo y de laboratorio el apoyo de Jaina Corona, Dolores Rosas, Oswaldo Núñez y Ricardo León.

Literatura citada

- Abbott L.K. and Gazey C. 1994. An ecological view of the formation of VA mycorrhizas. *Plant and Soil* **159**:69-78.
- Allen M. 1991. *The ecology of mycorrhizae*. Cambridge University Press, E.U.
- Allen M., Richards J. and Busco C. 1989. Influence of clipping and soil water status on vesicular-arbuscular mycorrhizae of two semi-arid tussock grasses. *Biology Fertility and Soils* **8**:285-289.
- Carey P., Fitter A. and Watkinson A. 1992. A field study using the fungicide benomyl to investigate the effect of mycorrhizal fungi on plant fitness. *Oecologia* **90**(4):550-555.
- Daniels B.A. and Skipper H.D. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. En: Schenk N.C. Ed. *Methods and principles of mycorrhiza research*. St. Paul, Minnesota, 29-37.
- Evans D.G. and Miller M.H. 1990. The role of the external mycelial network in the effect of soil disturbance upon vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization of maize. *New Phytologist* **114**:65-71.
- Fischer C.R., Janos D.P., Perry D.A. and Sollins P. 1994. Mycorrhizal inoculum potentials in tropical secondary succession. *Biotropica* **26**(4):369-377.
- Gange A.C., Brown K.K. and Sinclair G.S. 1993. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: a determinant of plant community structure in early succession. *Functional Ecology* **7**:616-622.
- Giovannetti M. 1985. Seasonal variations of vesicular-arbuscular mycorrhizas and Endogonaceus spores in a maritime sand dune. *Transactions of British Mycology Society* **84**:679-684.
- Guadarrama P. 1993. Distribución y abundancia de esporas de hongos micorrizicos arbusculares en una selva húmeda tropical. Tesis Licenciatura. UNAM. 72 pp.
- Guevara S., Meave J., Moreno-Casasola P. and Laborde J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in Neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* **3**:664-665.
- Guevara S. and Laborde J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pasture: consequences for local species availability. *Vegetatio* **107/108**: 319-338.
- Gutiérrez-Ruiz M. and Sommer-Cervantes I. Características físicas y químicas de los suelos en la selva tropical húmeda. En: Álvarez-Sánchez J. and Naranjo E. Eds. *Ecología y productividad del suelo en la selva tropical húmeda*. En preparación.
- Ibarra M.G. 1985. Estudios preliminares sobre la flora leñosa de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis Licenciatura. UNAM. 264 pp.
- Janos D.P. 1980. Mycorrhizae influence tropical succession. *Biotropica* **12**:56-64.
- Langane A. 1993. Vesicular arbuscular mycorrhizae in tropical ecosystems. The effects of agricultural practices on colonization potentials. Thesis for Bachelor of Arts. Harvard University, Cambridge, Massachusetts, E.U. 61 pp.
- Ocampo, J.A. 1986. Vesicular-arbuscular mycorrhizal infection of 'host' and 'non-host' plants : effect on the growth responses of the plants and competition between them. *Soil Biology and Biochemistry* **18**:607-610.
- Otero A. 1995. Caracterización de la flora debajo de los árboles remanentes en potreros de la costa de Chiapas. Tesis Licenciatura. UNAM. 82 pp.
- Pearson J., Abbott L. and Jasper D. 1993. Mediation of competition between two colonizing VA mycorrhizal fungi by two host plant. *New Phytologist* **123**:92-98.
- Sanders I. 1990. Seasonal patterns of vesicular-arbuscular mycorrhizal occurrence in grassland. *Symbiosis* **9**:315-320.
- Schenck N.C. and Pérez Y. 1990. *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi*. Synergistic Publications, Gainesville.
- Sieverding E. 1991. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Technical Cooperation Federal Republic of Germany, Eschborn.
- Smith, S.E. and Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, San Diego.
- Soto E.M. 1976. Algunos aspectos climáticos de la región de Los Tuxtlas, Ver. En: Gómez-Pompa A., Vázquez-Yanes C., del Amo S. and Butanda A. Eds. *Regeneración de selvas*. Vol.I, INIREB, CECSA, México, 70-111.
- Sylvia D.M. 1990. Inoculation of native woody plants with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for phosphate mine land reclamation. *Agriculture Ecosystems and Environment* **31**:253-261.
- Zar J.H. 1984. *Bioestatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey.