



La huella ecológica de estudiantes mexicanos

La ciencia necesita por consenso internacional contribuciones y la educación ambiental, como disciplina interdisciplinaria, es un espacio ideal para promoverla. El medio es necesario al ser de muchas dimensiones y es necesario para comprenderla, explicarla y poderla comunicar de las que implican la ciencia ecológica, ambiental, social, económica, tecnológica, política y cultural. Por ello, se ha buscado el uso de medios creativos que permitan ofrecer, por ejemplo, el nivel de sustentabilidad de un proceso particular. La huella ecológica es una herramienta que se puede aplicar desde el nivel individual hasta el global, para determinar el impacto ambiental generado por el uso de recursos naturales de una persona, una familia, un grupo, una población, un país, una región o la humanidad. Contiene con respecto a personas tanto conceptos sobre niveles de sustentabilidad como de la actividad cotidiana de las personas, para que permitan una responsabilidad ambiental planificada. En este libro se muestran los instrumentos necesarios para calcular la huella ecológica individual y grupal para alumnos de nivel primaria, secundaria, facultades y universidades. Además, se incluye información sobre la huella ecológica y técnica, dirigida a la población mexicana.

El editor

Arcadio Monroy Ata nació en la Ciudad de México en 1965, egresado de la carrera INSP Zaragoza de la UNAM, donde fue profesor de cursos representativos de algunas del área socioecológica. Se recibió de la licenciatura con mención honorífica y obtuvo la maestría "Cálculo Biológico". También obtuvo un Diplomado en Estudios de Postgrado (DEP) en Ecología (1995) y un doctorado en Ecología, Biología del Desarrollo y de las Ecosistemas (1998), ambos por la Universidad de Ciencias y Artes de Langkatek (Mangrove) S. de Francia. Asimismo, desde 1998 realiza estudios sobre ecología de la población sustentada en el Valle del Tehuacán, Estado de Hidalgo y desde 1999 es el responsable de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal. Actualmente (2017) es profesor titular "A" de la FES Zaragoza, UNAM, adscrito a la Carrera de Biología con 37 años de antigüedad dentro de la carrera del doctorado "La Hoja Verde" desde hace 21 años. Trabaja y colabora, en proyectos de investigación de la Secretaría de Cultura Ambiental y de la Secretaría en Biología de la Universidad Simón Bolívar en la UNAM.



La huella ecológica de estudiantes mexicanos / Dr. Arcadio Monroy Ata / Editor

La huella ecológica de estudiantes mexicanos

Dr. Arcadio Monroy Ata
Editor

boletín ecológico pero iconoclasta La Hoja Verde

Órgano Informativo de la Unidad de Investigación en
Ecología Vegetal de la FES Zaragoza

Año 25 Número 172,
Octubre 6 de 2020

E-mails: verde@puma2.zaragoza.unam.mx
arcadio.monroy@zaragoza.unam.mx
www.impactoambientalindividual.com/

Facebook: [La Hoja Verde FES Zaragoza](https://www.facebook.com/LaHojaVerdeFESZaragoza)



DIRECTORIO

Dr. Vicente Jesús Hernández Abad
Director de la FES Zaragoza

Biól. Yolanda Flores Estrada
Información y Edición

Arq. Vicente Camacho Lucario †
Diseño gráfico editorial oroginal

Arcadio Monroy Ata
Editor

La Hoja Verde, boletín ecológico pero iconoclasta, es un órgano informativo de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Comité Editorial: M. en C. Héctor E. Rivera Sylva, Dra. Marcela Claudia Pagano, M. en C. Yonadxandi Manríquez Ledezma, M. en C. Juan Carlos Peña Becerril, Dr. Arcadio Monroy. Domicilio de la publicación: UNAM, FES Zaragoza, Av. Guelatao 66, Colonia Ejército de Oriente, 09230 Ciudad de México. Número de Certificado de Licitud de Título: 10030. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 7019. Número de Reserva al Título: 04-1999-082417460600-102. Diseño, Formación, Impresión y Distribución: Unidad de Investigación en Ecología Vegetal de la FES Zaragoza. Responsable: Arcadio Monroy Ata. Batalla 5 de mayo, esquina Fuerte de Loreto, Colonia Ejército de Oriente, Código Postal 09230, Ciudad de México. Teléfono 56.23.07.68. El tiraje de este número es de 600 ejemplares en papel y se difunde de manera electrónica. La Hoja Verde publica artículos de autores que someten documentos ad hoc para la línea editorial (ecológica pero iconoclasta) y se publican aun cuando el Comité Editorial no esté de acuerdo con el contenido, el cual es responsabilidad exclusiva de los autores.



Universidad Nacional
Autónoma de México

La Hoja Verde 172

boletín ecológico pero iconoclasta
Año 25 Número 172 6 de octubre de 2020



Medio de Divulgación Científica de la Unidad de Investigación en Ecología Vegetal

A 25 años de aparición de La Hoja Verde

El 6 de octubre de 1995 apareció el No. 0 de este boletín con el siguiente mensaje: Hacía falta algo "verde" en la comunicación escrita de la FES Zaragoza. Desde entonces, de manera periódica, normalmente trimestral, se han editado 171 números de esta publicación. ¿Qué ha pasado desde 1995 con La Hoja Verde? Se hizo el registro oficial de la publicación ante las autoridades correspondientes a nivel federal y ante el Comité Editorial de FES Zaragoza. También, se cubre anualmente el pago por el uso exclusivo del título, por lo que es una publicación periódica registrada oficialmente. El objetivo no ha cambiado: realizar divulgación científica de temas ecológicos y de las ciencias ambientales. Han pasado por sus páginas una gran cantidad y diversidad de autores, buscando aportar información útil para mejorar el medio ambiente y generar una educación ambiental proactiva en sus lectores.

¿Qué se puede mejorar?

Aunque el boletín pasó de ser una publicación en papel a ser un boletín electrónico, actualmente se hace en ambos soportes, lo cual está en función del financiamiento que se ha recibido mediante diferentes

proyectos PAPIME de la UNAM. Asimismo, las 4 páginas tamaño carta que constituyen el boletín, se pasan a archivos jpg y se suben a redes sociales como Facebook. También, se tiene planeado abrir un perfil en esta red social donde se suba la información relativa al boletín. Aún así, el alcance de esta publicación es limitado, pues lo que hace falta es una distribución más amplia, a fin de que pueda ser leída por un público universitario de diferentes Instituciones de Educación Superior. De la misma manera, es claro que el alcance que pueda tener La Hoja Verde dependerá de la calidad de su contenido, por lo que en cada número se revisa con cuidado la forma y el fondo de las contribuciones. Sin embargo, siempre se puede mejorar y ése es el objetivo del equipo editorial de este boletín.

La frase de este número es. Larga vida a la Hoja Verde.

Finalmente solo resta agradecer a todos los que han hecho posible la continuidad de este boletín: a las autoridades que los respaldan, a los autores, revisores, lectores e impresores de la publicación. Un abrazo fraterno a todos.

Arcadio Monroy.

Frases célebres

Un realista es una persona que mantiene la distancia correcta con sus ideales. Truman Capote.
Aquel que teme sufrir, sufre ya por el hecho de temerlo. Montaigne.
La felicidad real del ser humano está en él mismo. Oberman.
Un libro es una valiosa sangre de vida de un espíritu maestro. John Milton

Se agradece el financiamiento de la DGAPA, a través del proyecto PAPIME PE207017, para la impresión de este boletín.



ISSN 1405-4809
9 77140 480902

2021 a 2031 es el tiempo de llevar a cabo la restauración ecológica de ambientes de flora y fauna silvestre deteriorados. Es la oportunidad de revertir el daño causado a la biodiversidad, de la cual depende el equilibrio de los ciclos biogeoquímicos globales.

2021-2030 Década para la Restauración de Ecosistemas de la ONU



Plantas y hongos micorrízicos: amigos desde hace más de 460 millones de años

La asociación micorrízica entre plantas y hongos micorrízicos es un mutualismo que inició en el pasado geológico de la Tierra, ya que los fósiles más antiguos de esta relación datan de hace 460 millones de años. En efecto, en rocas del período Ordovícico se han observado hifas y esporas de estos hongos, que se parecen mucho a los modernos especímenes del género *Glomus*, el cual actualmente es cosmopolita. Esto significa que la simbiosis micorrízica surgió en el mar, pues la colonización de la tierra por el reino vegetal ocurrió hace unos 420 millones de años. Asimismo, en el período Devónico, hace unos 400 millones de años, ya había estructuras de los hongos micorrízicos conocidas como arbuscúlos (que son los sitios de intercambio entre planta y hongo, en el interior de las células de la corteza de la raíz), ya que en fósiles de esa época de *Aglaophytes major* (una planta que muestra rasgos intermedios entre las briofitas -musgos- y las plantas vasculares), se encontró este tipo de estructuras. Esto indica que, posiblemente, un camino evolutivo es la cooperación entre organismos para constituir unidades funcionales supraindividuales.



vegetal de áreas deterioradas del territorio nacional, con el tiempo, puede mejorar las condiciones del suelo, atmósfera y ecosistemas en las zonas de captación pluvial, pero también se puede utilizar la biotecnología de la promoción de la simbiosis micorrízica en la producción de hortalizas en huertos caseros o paredes verdes.

Referencias

- Alarcón, A., y Ferrera Cerrato, R. (1999). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra Latinoamericana*, 17(3).
- ARRIAGA, V.M. (2000). La deforestación en México. Memoria del Primer Congreso Nacional de Reforestación, 8-10 Nov. 2000. Montecillo, México.
- Calvet, C., Pera, J., y Barea, J. M. (1993). Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichoderma aureoviride* and *Pythium ultimum* in a peat-perlite mixture. *Plant and Soil*, 148(1), 1-6.
- Godeas, A., Fracchia, S., Mujica, M. T., y Ocampo, J. A. (1999). Influence of soil impoverishment on the interaction between *Glomus mosseae* and saprobe fungi. *Mycorrhiza*, 9(4), 185-189.
- Guerrero Forero, E. (1996). *Micorrizas, recurso biológico del suelo* (No. 589.204524 M619). Fondo FEN Colombia, Bogotá (Colombia).
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G., y Cano, A. (1992). Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. ICONA*.
- PARLADÉ, J., PERA, J., y ÁLVAREZ, I. (1993). Técnicas de inoculación de plantas de repoblación con hongos ectomicorrízicos seleccionados. I Congreso Forestal Español, Lourizan, junio de 1993. *Ponencias y comunicaciones*, 3, 385-389.
- Perrin, R., Pera, J., y Parlade, X. (1994). Réceptivité des sols forestiers à l'association ectomycorrhizienne. Application à la définition de la compétence écologique de souches sélectionnées. *Acta Botanica Gallica*, 141(4), 541-545.
- Perrin, E., Parlade, X., y Pera, J. (1997). Receptiveness of forest soils to ectomycorrhizal association. *Mycorrhiza*, 6(6), 469-476.
- Sierra, B. E. G. (2008). Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Tecnología en Marcha*, 21(1), 191-201.
- Sosa Rodríguez, T., Sánchez Nieves, J., Morales Gutiérrez, E., y Cruz Cortés, F. (2006). Interacción micorrizas arbusculares-*Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) y efectos sobre el crecimiento de *Brachiaria decumbens* (Poaceae). *Acta biológica colombiana*, 11(1).
- Subhan, S., Sharmila, P., y Saradhi, P. P. (1998). *Glomus fasciculatum* alleviates transplantation shock of micropropagated *Sesbania sesban*. *Plant cell reports*, 17(4), 268-272.
- Sundaresan, P., Raja, N. U., y Gunasekaran, P. (1993). Induction and accumulation of phytoalexins in cowpea roots infected with a mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* and their resistance to *Fusarium* wilt disease. *Journal of Biosciences*, 18(2), 291-301.
- Pera, J., y Parladé, J. (2005). Inoculación controlada con hongos ectomicorrízicos en la producción de planta destinada a repoblaciones forestales: estado actual en España. *Investigación Agraria: Sistema y Recursos Forestales*, 14, 419-432.



Detalles de flor y fruto de *Mimosa biuncifera* (Fabaceae), conocida como gatuño. Planta que medra en zonas semiáridas del centro de México. Foto tomada en el Valle de Actopan, estado de Hidalgo.

Aprovechamiento de plantas micorrizadas para la reforestación en México

Andrea Martínez Rodríguez, e-mail: andrea.finn28@gmail.com

Egresada de la Carrera de Biología, FES Zaragoza, UNAM

Introducción

Los problemas climáticos que se presentan hoy en día son cada vez más intensos -o se polarizan más- en todo el mundo. En el caso específico de la Ciudad de México, las islas de calor han presentado temperaturas tan altas como 5° Celsius y un mínimo de humedad, obligando a los ciudadanos a tener más conciencia sobre la necesidad de reforestar e incrementar las áreas verdes, dentro y fuera de la ciudad: No obstante, muchas personas no saben los requerimientos que debe cumplir la especie vegetal apropiada o cuál sería la mejor condición para su crecimiento. Para asegurar dicho desarrollo existen microorganismos que benefician de gran manera a la planta, ayudándola a la captación de nutrientes y entre otras cosas a la resistencia al estrés. Por ello, en esta nota se verá la importancia que tienen los hongos micorrízicos y los beneficios de la simbiosis planta-hongo, para mejorar la técnica de reforestación.

Una actividad como la reforestación tiene cada vez más importancia en México dado que se ha perdido cerca del 50% de la superficie arbolada, es decir, unos 44.2 millones de hectáreas (ha), principalmente durante los últimos 60 años (Arriaga, 2000 basado en el inventario nacional forestal y FAO). Por su parte, Aldama (2000) afirma que se deben reforestar 600 mil ha anualmente para poder reemplazar las pérdidas en la cobertura vegetal, sin embargo esa cantidad de hectáreas no servirá de nada si no se asegura la calidad relacionada con su desarrollo, lo cual indicará o no el éxito de la reforestación.

La importancia del sistema radical de los vegetales

La calidad de un trabajo de reforestación vendrá determinada por el origen del material vegetal utilizado y por el manejo al que se someta durante la fase de producción viverística. Frecuentemente, los criterios para determinar la calidad de una planta se habían limitado a evaluar el estado y el tamaño de la parte aérea, pero de un tiempo para acá se presta atención también a su captación de agua y nutrientes (Pera *et al.*, 2005). Con el tiempo se les ha dado una especial importancia a los hongos micorrízicos (los micobiontes), ya que éstos tienen efectos benéficos para sus hospederos (los fitobiontes) y tienen un uso potencial en los diferentes procesos de propagación de plantas. Así, el establecimiento de la biotecnología para la propagación de los hongos micorrízicos (de preferencia nativos del sitio donde se desea hacer un repoblamiento vegetal) es necesaria, de acuerdo a los conocimientos actuales sobre el desarrollo de mosaicos vegetales. La inoculación de los micobiontes se debe hacer en las primeras fases del crecimiento y/o establecimiento de plantas, de modo que éstas reciban el mayor beneficio previo a su trasplante a jardines, huertos u otro destino (Alarcón *et al.*, 1999).

Las micorrizas viven en la rizosfera, que es la pared del sistema radical de los vegetales, y constituyen las asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas (Sierra, 2008). Esta simbiosis se establece con la mayoría de las especies de plantas y es la que facilita la captación de nutrientes que se encuentran de manera limitante en la mayoría de los suelos y de recursos hídricos para el desarrollo vegetal. Esto ocurre gracias a que los hongos micorrízicos llegan a ser, fisiológica y morfológicamente, parte integrante de la planta. A su vez el hongo recibe compuestos procedentes de la fotosíntesis (esencialmente carbohidratos) y un hábitat ecológico protegido (Sierra, 2008).

El objetivo principal de esta técnica de inoculación con hongos micorrízicos en viveros forestales es la mejora de la calidad de la planta destinada a la repoblación forestal. La introducción de los hongos seleccionados puede realizarse mediante distintas técnicas en función de las características del sistema de producción del vivero, de las especies vegetales consideradas y de los consorcios de hongos micorrízicos a emplear como inóculo. Las técnicas que se han usado con mayor frecuencia para la producción de inóculo consisten en, micelio del hongo crecido en un sustrato enriquecido con solución nutritiva, micelio del hongo encapsulado en polímeros de alginato, o suspensiones de esporas en distintos medios, ya sean sólidos o líquidos (Honrubia *et al.*, 1992; Parladé *et al.*, 1993; Pera *et al.*, 1993).

La receptividad de un suelo forestal a una asociación micorrízica se ha definido como su capacidad para permitir el desarrollo de los hongos micorrízicos inoculados en la planta hospedera, antes de su trasplante a campo; esto ocurre generalmente durante la producción en vivero. Esta receptividad no depende sólo de las características físico-químicas del suelo, sino que depende tanto del nivel inicial de micorrización en la planta como del nivel de competencia de la microflora nativa del suelo receptor. Esta valoración puede estimarse mediante bioensayos en condiciones controladas (Perrin *et al.*, 1994; Perrin *et al.*, 1996).

En consecuencia, la asociación micorrízica, como órgano de absorción y traslocación de agua y nutrientes, es una sobresaliente adaptación de la raíz para desenvolverse adecuadamente en el ambiente edáfico (Guerrero, 1986). Algunos estudios sugieren que determinadas especies empleadas en control biológico pueden ser compatibles con las micorrizas y en consecuencia pueden ser aplicadas conjuntamente en el mismo inóculo, con la finalidad de incrementar el crecimiento vegetal en términos de rendimiento y sanidad (Sosa *et al.*, 2006). También, se ha demostrado que diferentes especies vegetales pueden mejorar el desarrollo del simbionte micorrízico y que esta interacción tiene influencia sobre el crecimiento de la planta hospedera (Calvet *et al.*, 1993; Godeas *et al.*, 1999).

En investigaciones anteriores, como la de Subhan (1998), se menciona la supervivencia de plantas no micorrizadas contra plantas micorrizadas, en una fase de aclimatación, donde el 30% de las plantas que no fueron micorrizadas sobreviven a comparación de un 100% de plantas con la asociación micorrízica; este estudio demuestra también la capacidad de propagación que tienen las plantas en sus diferentes etapas de crecimiento. De igual manera, Sundaresan y colaboradores (1993) comprobaron que plantas de caupí inoculadas con *G. fasciculatum* han demostrado resistencia al marchitamiento, produciendo un mayor contenido de fitoalexinas.

Conclusión

Por lo anterior, la utilización de plantas micorrizadas puede jugar un importante papel en la reforestación de sitios ecológicamente deteriorados, como por ejemplo zonas afectadas por incendios forestales en las que la regeneración natural es muy lenta o nula. Sin embargo, se requiere de un conocimiento básico para que se lleve a cabo la técnica de micorrización de plantas con fines de repoblamiento vegetal en diferentes tipos de hábitat, de suelos, de vegetación y de clima, no solo en la Ciudad de México sino en otros estados de la República Mexicana. Un repoblamiento

Continúa → 6