



Las arvenses como hospedantes de micorrizas residentes arbusculares en un sistema sucesional maíz-frijol

Weeds as hosts of arbuscular resident mycorrhizae in a maize-beans successional system

Yaisys Blanco-Valdes^{1*}, Ángel Leyva-Galán¹

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

RESUMEN: La diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son una alternativa de biofertilización en la agricultura, lo que hace necesarios los estudios que permitan evaluar la relación de comunidades de HMA respecto a condiciones fisicoquímicas del suelo y hospedante. Por otra parte, la flora arvense, si es manejada adecuadamente, puede actuar como hospedante de los HMA, manteniendo la disponibilidad de propágulos activos en el suelo, influyendo en la rápida colonización de las raíces del cultivo subsiguiente. A su vez, estos hongos representan un grupo de microorganismos edáficos que establecen simbiosis con las plantas, lo que influye positivamente en su crecimiento y desarrollo. La investigación se realizó con el objetivo de determinar la presencia de HMA nativos en especies de plantas arvenses. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro réplicas. Para cumplir con el objetivo del trabajo se registró el total de especies de arvenses encontradas, y posterior a su clasificación, se evaluó la dominancia o especies subordinadas. Para los HMA se evaluó la colonización, la densidad visual y el conteo de esporas. Luego de tres experimentos de campo y laboratorio, se determinó que la cenosis no sufrió cambios estructurales y que las especies *Eleusine indica* (L.) Gaertn.; *Lepidium virginicum* L.; *P. hysterothorus*; *Millieria quinqueflora* L. y *S. halepense* fueron las principales arvenses que albergaron HMA en la rizosfera, con un alto porcentaje de colonización.

Palabras clave: colonización, microorganismos edáficos, plantas indeseables y raíces.

ABSTRACT: The diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) is an alternative for biofertilization in agriculture, which makes necessary studies to evaluate the relationship of AMF communities with respect to soil physicochemical and host conditions. On the other hand, the weed flora, if properly managed, can act as a host for AMF, maintaining the availability of active propagules in the soil, influencing the rapid colonization of roots of the subsequent crop. In turn, these fungi represent a group of edaphic microorganisms that establish symbiosis with plants, which positively influences their growth and development. The research was carried out with the aim of determining the presence of native AMF in arbaceous arvences plant species. The experimental design was a randomized block design with four replicates. To fulfill the objective of the work, the total number of weed species found was recorded, and after their classification, the dominance or subordinate species was evaluated. For AMF, colonization, visual density and spore count were evaluated. After three field and laboratory experiments, it was determined that the cenosis did not undergo structural changes and that the species *Eleusine indica* (L.) Gaertn.; *Lepidium virginicum* L.; *P. hysterothorus*; *Millieria quinqueflora* L. and *S. halepense* were the main weeds that harbored AMF in the rhizosphere, with a high percentage of colonization.

Key words: colonization, edaphic microorganisms, undesirable plants and roots.

*Autor para correspondencia: yblanco@inca.edu.cu

Recibido: 05/04/2021

Aceptado: 10/08/2021



INTRODUCCIÓN

Durante los últimos cincuenta años, la agricultura cubana ha experimentado dos modelos extremos en intensidad para la producción de alimentos (1). Uno, se caracterizó por un enfoque intensivo y de altos insumos, y el otro, se orientó hacia la agroecología y la utilización de bajos insumos (2). Con respecto a este último, se plantea que el desarrollo de métodos para la gestión agrícola permite armonizar la producción agraria, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo rural, como una necesidad urgente donde la agroecología juega un buen punto de partida (1).

Uno de los componentes de la biodiversidad en los agroecosistemas lo constituyen las plantas arvenses, que son todas aquellas plantas que crecen de manera espontánea en los sistemas agrícolas y que resultan eliminadas por ser consideradas especies sin utilidad (3). Sin embargo, si estas se manejan adecuadamente, pueden ser empleadas como fuente de importantes beneficios ecológicos (4). Por ello, su conservación debe considerarse en los diseños espaciales y temporales de los ecosistemas, además de la composición y las funciones que este tipo de plantas puede desempeñar en los predios productivos. En la región Caribe, los productores manejan las arvenses con productos químicos, combinados con controles manuales; esto conlleva a evidentes riesgos para el medio ambiente y la salud humana, lo cual riñe con los requisitos de las buenas prácticas agrícolas (BPA) que exigen los mercados internacionales (5).

La microbiota del suelo, al participar en los procesos de descomposición del material orgánico, en la inmovilización de moléculas y elementos en sus componentes orgánicos, garantiza la disponibilidad de alimentos para los ciclos vegetativos y, por consiguiente, la obtención de mejores cosechas (6). El sinnúmero de prácticas agrícolas realizadas al suelo crea diversidad de condiciones para la proliferación o disminución de la biota y su diversidad, razón por la cual se deben realizar estudios que lleven a entender el impacto de estas prácticas.

Los HMA son microorganismos que establecen simbiosis con más de 80 % de las plantas terrestres y poseen la capacidad de proporcionar importantes servicios ecosistémicos, además, representan una ventaja de suma importancia en entornos heterogéneos, donde la asignación de recursos es limitada entre el crecimiento y la resistencia a diferentes estreses, lo que lleva a la planta a adaptarse y sobrevivir (7). A pesar de la gran cantidad de estudios ecológicos que van enfocados a la diversidad, en función de eco y agroecosistemas, la información es limitada respecto a la presencia de HMA en la rizosfera de plantas arvenses. Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue determinar la presencia de HMA nativos en especies de plantas arvenses.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en San José de las Lajas, provincia Mayabeque, km. 3½ de la carretera de Tapaste, teniendo su centro en los 22°59'40,79" de Latitud Norte y 82°8'21,88" de Longitud Oeste (8), a una altitud de 138 msnm. En estas, predomina el suelo Ferralítico Rojo Lixiviado típico eútrico, caracterizado por una fertilidad de media a alta (9). Algunas características químicas del suelo, se muestran en la **Tabla 1**.

Este suelo es medianamente profundo, con pH ligeramente ácido. Presenta un bajo porcentaje de materia orgánica; el contenido de fósforo y calcio en el suelo es alto; sin embargo, el potasio y magnesio son bajos (9). Para dar respuesta al objetivo de la investigación se desarrolló un experimento de campo en los años 2017-2018, que fue repetido en el tiempo, dos veces, para el cual se estudió la influencia del sistema de sucesional maíz-frijol, en uno de los principales componentes de la biodiversidad; es decir, la microfauna asociada a la rizosfera de las plantas arvenses.

Para determinar las especies de arvenses que aparecieron en la sucesión maíz-frijol, los datos se tomaron antes de cada siembra, para lo cual se registró el total de especies de arvenses encontradas en la superficie experimental, utilizándose un marco equivalente a un m² que fue repetido seis veces al azar (10). Se clasificaron las especies según el grado de "enmalezamiento", atendiendo a su presencia en porcentaje, siguiendo la escala de Maltsev (10) e incluyendo el término sin dominancia, o especies subordinadas. Las arvenses cespitosas se estimaron a partir de cuantificar el porcentaje de cubrimiento de la superficie dentro del marco cuadrado.

Para cuantificar la presencia de microorganismos en la rizosfera de las arvenses, se seleccionaron las especies más frecuentes en el sistema productivo, mediante un muestreo realizado en el tratamiento con arvenses durante todo el ciclo del cultivo, tomándose las mismas en su estado adulto. Para la determinación de HMA se realizó un muestreo de raíces que fueron moteadas, posteriormente, se lavaron con agua corriente, eliminándose todo el suelo residual, y después, se secaron al aire. Con posterioridad, se tomaron las raicillas más finas y se desmenuzaron. Para las determinaciones se tomaron 200 mg de raicillas por tratamiento, las que fueron teñidas con azul de tripan (11). También, se evaluó la colonización por el método de los interceptos, la densidad visual y el conteo de esporas de HMA (12). El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro réplicas. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el análisis de varianza de clasificación doble y, en los casos necesarios, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 1. Algunas características químicas del suelo en el área experimental del INCA

Profundidad (cm)	pH (H ₂ O)	M.O (%)	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Ca ²⁺ (cmol kg ⁻¹)	Mg ²⁺
0-20	6,4	2,11	234	0,52	9,93	1,80

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comunidad de las arvenses al finalizar el ciclo de la sucesión maíz-frijol

Al finalizar el ciclo de la sucesión, se pudo apreciar algunos cambios posicionales, cuantitativos y cualitativos, en la composición estructural de la comunidad de arvenses, respecto a la existente al iniciarse el sistema sucesional; pero no llegaron a modificarla estructuralmente, de manera que las especies dominantes se mantuvieron en las mismas posiciones que al inicio. Los resultados se pueden evidenciar en la [Tabla 2](#).

Todo parece indicar que, para que se produzcan cambios estructurales capaces de modificar la estructura funcional con aparición de nuevas especies como dominantes, se requiere de un número mayor de años con el sistema, o incorporar como alternativa, cultivos con un mayor ciclo. El establecimiento de sistemas sucesionales, donde el maíz vuelve a la superficie cada dos o tres años, quizás, pudieran provocar cambios estructurales en la composición de las arvenses (3).

También, se deben estudiar diseños de sistemas rotacionales o sucesionales con especies de cultivos con mayor ciclo, como *Manihot sculenta* (L.), la que, según observaciones de la autora, provoca modificaciones en la composición inicial. El cambio ocurrido en la composición de las arvenses, con la presencia del cultivo *M. sculenta* fue favorable, dada la presencia como dominante de una especie de arvense dicotiledónea (*A. dubius*) que según (13) es de fácil manejo.

Esa observación merece atención, para investigaciones futuras, cuyo propósito sea modificar, estructuralmente, la comunidad de arvenses. Sin embargo, en el sistema sucesional maíz-frijol aparecieron 10 especies nuevas, distribuidas en siete familias botánicas, de las cuales solo tres son perennes, lo que constituye un síntoma de mejoramiento favorable al sistema productivo y al agroecosistema, en general. Estos resultados demuestran

la importancia de establecer sistemas sucesionales que puedan favorecer la composición estructural de las arvenses. Las arvenses se modifican con un buen manejo, en sistemas de secuencias de cultivos o sistemas de labranza, así como el uso de alternativas que signifiquen mejores soluciones agronómicas y económicas (2).

Presencia de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en las arvenses

Los HMA están presentes en todos los ecosistemas tropicales, pero su distribución no es homogénea y existen suelos y cultivos donde el potencial micorrízico natural de HMA es muy bajo para promover el desarrollo de las plantas (14); por ello, el reconocimiento de las áreas en las cuales las poblaciones de HMA son bajas permitiría evaluar la contribución que podrían hacer las arvenses, lo que pudiera resultar en una información de interés para este campo de la ciencia.

La [Tabla 3](#), ofrece la información del porcentaje de colonización y densidad visual según la distribución de los HMA residentes en la rizosfera de las 10 especies nuevas de arvenses evaluadas. Aunque en el lugar donde se condujo la investigación no se hicieron aplicaciones de HMA y, por tanto, las encontradas corresponden a los HMA residentes; todas las muestras de las raíces de las diferentes especies de arvenses presentaron colonización micorrízica. La densidad visual fue baja para todos los casos, pero las arvenses que presentaron mayor significación fueron las especie *P. hysterophorus* y *L. virginicum*.

El aumento de esporas depende de la micorrización que se incrementa con el aumento de la colonización y, por tanto; en plantas inoculadas con HMA el porcentaje de esporas en la raíz colonizada es más alto que en las plantas no inoculadas (15). En general, la densidad visual y el porcentaje de colonización de las esporas residentes fue bajo en los dos casos, aunque hubo diferencias significativas en el porcentaje de colonización en las raíces

Tabla 2. Las arvenses después de concluido el sistema sucesional en el cultivo del maíz y del frijol

Especies	Maíz	Frijol	Dominancia
<i>A. caracasana</i>	X	-	Subordinada
<i>A. conyzoides</i>	X	-	Subordinada
<i>I. tilliacea</i>	X	-	Subordinada
<i>C. rotundus</i>	X	-	Dominante
<i>C. plectostachyus</i>	X	-	Subordinada
<i>R. exaltata</i>	X	-	Dominancia media
<i>S. halepense</i>	X	-	Dominante
<i>A. spinosus</i>	-	X	Subordinada
<i>B. pilosa</i>	-	X	Subordinada
<i>C. rotundus</i>	-	X	Dominante
<i>C. diffusa</i>	-	X	Dominancia media
<i>Ch. Hirta</i>	-	X	Subordinada
<i>S. acuta</i>	-	X	Subordinada
<i>C. echinatus</i>	-	X	Subordinada
<i>S. verticillata</i>	-	X	Subordinada
<i>S. halepense</i>	-	X	Dominante

de estas especies de arvenses; tal es el caso de *C. dactylon* que fue la que presentó la mayor cantidad, con diferencias significativas respecto al resto de las arvenses, seguida de *E. colonum*, *S. halepense* y *P. hysterothorus*, obteniéndose el menor valor del porcentaje de colonización en *A. dubius* y *Ch. hyssopifolia*.

El resultado puede estar relacionado con las características del sistema radical de estas especies de arvenses, ya que en el caso de *C. dactylon* presenta un sistema radical profuso. En general, las especies de arvenses con raíces no pivotantes, tienden a presentar mayor colonización (13). El hecho de que *C. dactylon* mostrara un porcentaje de colonización mayor, en comparación a las demás especies de arvenses estudiadas, podría atribuirse a diferentes factores, entre ellos, el tipo de hospedante, ya que esta especie es una gramínea caracterizada por tener un sistema radical que facilita la propagación de HMA (15). En el bajo valor de la colonización, en general, pudiera haber influido la existencia de otros microorganismos rizosféricos (bacterias, hongos y actinomicetos), que se relacionan con la diversidad de especies por unidad de superficie dentro del equilibrio natural (16).

Es conocido, que el porcentaje de colonización micorrízica disminuye conforme se incrementan los niveles de fósforo disponible (17). Por tanto, la función de los HMA puede ser inhibida, lo mismo por grandes cantidades de fósforo aplicadas (por encima de 104 ppm), como por el elevado nivel de este nutriente ya existente en el suelo (3). Tales afirmaciones sustentan los resultados de esta investigación, en correspondencia con el análisis de suelo realizado en la misma, donde la disponibilidad de este macronutriente era alta (Tabla 1).

Estudios realizados en gramíneas nativas corroboran estos resultados, donde la fertilización fosfatada afectó negativamente la mayoría de las variables analizadas sobre la interacción micorrízica para las dos gramíneas estudiadas (18).

CONCLUSIONES

El sistema sucesional maíz-frijol indujo modificaciones de posición para la dominancia de las arvenses, sin modificaciones estructurales en la asociación interespecífica, dominada desde el inicio por las poáceas. Las arvenses albergan en su rizosfera los HMA, cuya abundancia depende del tipo de especie, siendo las más sobresalientes: *C. dactylon*; *L. virginicum*; *P. hysterothorus*; *E. colonum* y *S. halepense*.

BIBLIOGRAFÍA

1. Candó-González L, Vargas-Batis B, Escobar-Perea Y, del Toro-Rivera JO, Molina-Lores LB. Composición y utilidad potencial de las plantas no objeto de cultivo en cuatro fincas suburbanas de Santiago de Cuba. *Ciencia en su PC*. 2015;(4):88-105.
2. Leyva A, Páez E, Casanova A. Rotación y policultivos. *Avances de la Agroecología en Cuba*. 2016;213-30.
3. Blanco-Valdes Y. Manejo oportuno de las arvenses en sus relaciones interespecíficas con los cultivos del maíz *Zea mays* L.) y del frijol *Phaseolus vulgaris* L.) en un sistema sucesional. [INCA, San José de Las Lajas]; 2017. 100 p.
4. Blanco-Valdes Y. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(4):34-56. doi: [10.13140/RG.2.2.10964.19844](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844)
5. Lamasa-Hernández C, Cardona-Ayala C, Hermes-Araméndiz T, Velásquez-Arteaga R, Vergara-Córdoba C. Efecto de coberturas y micorrizas nativas sobre el cultivo de berenjena *Solanum melongena* L.). *Agronomía*. 2015;23(1):7-19.
6. Jaramillo-García LS. Hongos micorrizicos arbusculares de la rizosfera de olivo en las condiciones físicas y químicas de suelo en el Alto Ricaurte, Boyacá-Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia; 2018. 96 p.

Tabla 3. Distribución de los HMA residentes en la rizosfera de diferentes especies de arvenses

Arvenses	Colonización (%)	Densidad visual
<i>C. dactylon</i>	12,25 a	0,14 d
<i>L. virginicum</i>	8,02 cd	0,31 a
<i>E. indica</i>	2,00 ef	0,02 f
<i>Ch. hyssopifolia</i>	6,7 e	0,02 f
<i>A. mexicana</i>	1,22 f	0,02 f
<i>E. colonum</i>	10,95 b	0,20 c
<i>A. dubius</i>	1,15 f	0,02 f
<i>S. halepense</i>	9,20 c	0,27 b
<i>C. rotundus</i>	7,05 d	0,11 e
<i>P. hysterothorus</i>	9,12 c	0,31 a
ESx	1,23 *	0,009 *

Las medias seguidas de letras distintas, en la columna, para cada variable en análisis conjunto, difieren entre sí con el nivel de significación de 0,05 de probabilidad, según prueba de Duncan (1955). *** P < 0,001

7. Pérez-Luna Y del C, Álvarez-Gutiérrez PE, González Mendoza D, Mendez-Trujillo V, Pérez-Luna Y del C, Álvarez-Gutiérrez PE, et al. Evaluación de la presencia de hongos micorrízico arbusculares en un bosque de pino-encino en Chiapas, México. *Idesia* (Arica). 2019;37(1):67-73. doi: [10.4067/S0718-34292019005000401](https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000401)
8. Google Earth. Explorar Earth [Internet]. 2020 [cited 27/04/2022]. Available from: https://www.google.com/intl/es_ALL/earth/education/explore-earth/
9. Hernández-Jiménez A, Morales-Díaz M, Cabrera-Rodríguez JA, Vargas-Blandino D, Morell-Planes F, Funes-Monzote F, et al. Cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de las llanuras cársicas de Cuba por el cultivo continuado y algunas buenas prácticas de manejo agrícola. *Varadero, Cuba*. 2018;150.
10. Blanco-Valdes Y, Leyva-Galán Á, Castro-Lizazo I. Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del pimiento *Capsicum annum*, L.). *Cultivos Tropicales*. 2018;39(3):18-24.
11. Rodríguez-Yon Y, Arias-Pérez L, Medina-Carmona A, Mujica-Pérez Y, Medina-García LR, Fernández-Suárez K, et al. Alternative staining technique to determine mycorrhizal colonization. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(2):18-21.
12. Rosales-Jenqui PR, González-Cañizares PJ, Ramirez-Pedroso JF, Arzola-Batista J. Efecto de la inoculación micorrízica arbuscular en la rehabilitación de un pastizal cultivado de guinea *megathyrsus maximus* cv. Likoni). *Cultivos Tropicales*. 2017;38(4):30-8.
13. Vaz-Pereira DJCJ. Contribución a la sostenibilidad de la producción de maíz *Zea mays* L.), en Huambo, Angola a través del manejo agroecológico de las arvenses [Internet]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; 2015 [cited 27/04/2022]. 100 p. Available from: <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/3655>
14. Arteaga-Cuba MN, Tafur-Santillán SM, Pérez-Hurtado G, Pastor-Ordinola SA, Batista-Mainegra A. Caracterización de la colonización por micorrizas en *Retrophyllum rospigliossi* Pilger en el bosque Huamantanga, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 2020;8(3):535-49.
15. Mozombite SH. Efecto de consorcios de hongos micorrízicos arbusculares nativos, sobre la dinámica poblacional del nemátodo del nudo (*Meloidogyne incognita*) en plantones de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Nacional de San Martín-Tarapoto; 2017. 112 p.
16. Fierro-Coronado RA. Selección y evaluación de microorganismos nativos del norte de Sinaloa como biofertilizantes para el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L. - PDF Descargar libre [Internet]. [Guasave, Sinaloa, México]; 2012 [cited 27/04/2022]. 92 p. Available from: <https://docplayer.es/82187719-Seleccion-y-evaluacion-de-microorganismos-nativos-del-norte-de-sinaloa-como-biofertilizantes-para-el-cultivo-de-garbanzo-cicer-arietinum-l.html>
17. Pentón-Fernández G. Efectos del intercalamiento de canavalia [*Canavalia ensiformis* (L.)] inoculada con hongos micorrízicos arbusculares complementada con fertilizantes minerales en la producción de forraje de la morera [*Morus alba* (L.)]. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez; 2015. 172 p.
18. García S, Pezzani F, Rodríguez A, del Pino A. Micorrizas en gramíneas nativas: efecto de la fertilización fosfatada a largo plazo. *Agrociencia* (Uruguay). 2016;20(1):7-16.