

PRESENCIA DE *Trichoderma* SPP. EN CERRO DE TETILLAS, CORRELACIÓN CON LOS COMPONENTES VEGETALES Y FACTORES AMBIENTALES

Solis Ramírez David (1), Tarsicio Medina Saavedra (2), Arroyo Figueroa Gabriela (3)

1 [Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial, Universidad de Guanajuato] [david_solis1919@hotmail.com]

2 [Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato] [tarsicioms@hotmail.com]

3 [Departamento de Ingeniería Agroindustrial, División de Ciencias de la Salud e Ingenierías, Campus Celaya-Salvatierra, Universidad de Guanajuato] [gabiadf@yahoo.com.mx]

RESUMEN

Existen microorganismos de montaña como *Trichoderma* spp., usados con frecuencia en la agricultura pues son antagonistas de hongos fitopatógenos. El objetivo fue comprobar la presencia de *Trichoderma* spp. en cerro de Tetillas realizando un análisis de correlación con componentes vegetales y factores ambientales. Para ello se recolectaron datos relacionados con la vegetación y elementos ambientales en un transecto de 20 metros, tomando muestras cada dos metros cuadrados en tres sitios. Para medir la presencia de *Trichoderma* spp., se realizó la captura mediante la técnica de la fibra de coco. La identificación se realizó por sus características macroscópicas y morfología microscópica, su presencia se cuantificó mediante los criterios de abundancia en escala de 0-5. Para medir los componentes vegetales se tomó en cuenta su abundancia en cada sitio, considerando los factores ambientales: materia orgánica y su descomposición, pedregosidad, cobertura vegetal, bóveda abierta y pendiente del área de muestreo. Para realizar el análisis de correlación canónica se utilizó el software CANOCO 4.5. El estudio de correlación del género *Trichoderma* en un ecosistema de montaña proporciona alternativas de uso en la agricultura sustentable. La presencia de materia orgánica, descomposición y cobertura vegetal son elementos que favorecen la presencia y crecimiento de *Trichoderma* spp.

ABSTRACT

There are mountain microorganisms such as *Trichoderma* spp., often used in agriculture as they are antagonists of phytopathogenic fungus. The objective was to verify the presence of *Trichoderma* spp. in the Tetillas hill and to perform a correlation analysis with vegetal components and environmental factors. For this, data related to vegetation and environmental elements were collected on a 20 meter transect, taking samples every two square meters at three sites. To measure the presence of *Trichoderma* spp., the capture was performed using the coconut fiber technique. The identification was made by its macroscopic characteristics and microscopic morphology, its presence was quantified by the criteria of abundance in scale of 0-5. To measure the plants components, their abundance was taken into account in each site, considering the environmental factors: organic matter and its decomposition, stoniness, vegetation cover, open vault and slope of the sampling area. To perform the canonical correlation analysis, the software CANOCO 4.5 was used. The correlation study of the genus *Trichoderma* in a mountain ecosystem provides alternatives for use in sustainable agriculture. The presence of organic matter, decomposition and vegetal cover are elements that favor the presence and growth of *Trichoderma* spp.

PALABRAS CLAVE

1; Ecosistemas 2; Microorganismos de Montaña 3; Fitopatógenos 4; Materia Orgánica 5; Disturbios

INTRODUCCIÓN

El género *Trichoderma* es un grupo de hongos saprófitos, habitan en el suelo con presencia de materia orgánica y son capaces de descomponerla debido a su capacidad enzimática, preferentemente anaerobios, sin embargo, en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, permitiendo vivir en una diversidad de sitios ecológicos, desde las zonas polares hasta la ecuatorial [1].

En las prácticas agrícolas en la horticultura, frecuentemente se utiliza el género *Trichoderma* en el control de enfermedades, por sus cualidades de ser un organismo muy territorial, que no admite el desarrollo de patógenos como *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., entre otros, además de desarrollar un sistema enzimático a base de quitinasas y proteasas que afectan también a nemátodos, es capaz de resistir un amplio intervalo de temperaturas y adaptarse a diversas condiciones ambientales y sustratos [2].

La zona en la que se recolectan microorganismos de montaña como el género *Trichoderma* pertenece el cerro de Tetillas se denomina como los Valles Abajeños (1600 m s. n. m.), en el municipio de Salvatierra, Gto., de vocación eminentemente agrícola, aún quedan franjas con diversidad biofísica, flora y fauna original, muy poca vegetación boscosa nativa, se trata de áreas que fueron remplazadas por malezas sobre todo en las partes bajas donde la vegetación original va siendo substituida por la actividad agropecuaria [3,4]. Estas zonas cerriles, están formadas por materiales de origen volcánico, en su mayoría del género basáltico, roca oscura de naturaleza porosa que permite la infiltración del agua de la lluvia hasta niveles profundos [4].

Los ecosistemas de montaña se estudian mediante la correlación canónica como un modelo general en que se pueden emplear tanto datos métricos como no métricos, el cual maximiza la relación entre los conjuntos de variables dependientes e independientes para cuantificar la validez de la relación entre dos conjuntos de variables en los estudios ambientales [5]. Se puede estudiar un fenómeno aleatorio real del que puede diferenciarse un primer bloque de aspectos, que son aquellos sobre los que se desea explicar

su comportamiento y un segundo bloque de características [6].

La presente investigación pretendió identificar la presencia de *Trichoderma* spp. (en diferentes sitios del Cerro de Tetillas) en función de un análisis de correlación con los factores ambientales y los componentes vegetales predominantes en los sitios muestreados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Cerro de Tetillas (20°12N; 100°55° y 2159 m s. n. m) del municipio de Salvatierra, Gto., se encuentra rodeado de actividad agrícola, cuenta con una composición vegetal de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, prevaleciendo el matorral que se caracteriza por la abundancia del caahuate (*Ipomoea murucoides*).

Se seleccionaron tres áreas a diferente altitud, baja (A), media (B) y alta (C) con 1870, 1990 y 2040 m s. n. m., respectivamente.

Para recolectar los datos de campo fue necesario trazar un transecto de 20 m dentro de las tres áreas seleccionadas (baja, media, alta), divididas en 10 áreas de 2 m² (Fig. 1). El dato de los componentes vegetales se realizó anotando la cantidad de especies encontradas en las áreas de estudio.

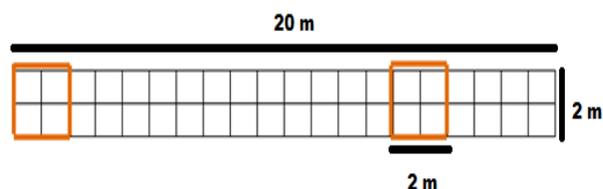


Figura 1. Transecto trazado para la recolección de datos.

Para el caso de los componentes ambientales se tomó en cuenta la pedregosidad, la superficie cubierta de materia orgánica, la descomposición de esta, la cobertura vegetal, la pendiente, la bóveda abierta y los componentes de arcilla, limo y arena del suelo.

La captura de los microorganismos *Trichoderma* spp., fue realizada mediante trampas de fibra de coco enterradas una por cada área de estudio (Fig. 2). La identificación se realizó por las características macroscópicas del hongo

encontrado y su morfología con ayuda de un microscopio estereoscópico.



Figura 2. Trampa de fibra de coco para *Trichoderma* spp.

La cuantificación de los microorganismos encontrados se determinó por la cantidad de colonias de éstos presentes en las trampas, en una escala del cero al cinco, donde cero no se observaron colonias, uno fue de una a 10, dos de 11 a 20, tres de 21 a 30, cuatro de 31 a 40 y cinco de más de 40.

Para medir el nivel de asociación entre los grupos de variables, microorganismos (*Trichoderma* spp.), las condiciones ambientales y los componentes vegetales, se utilizó el programa para análisis estadístico multivariado de datos ecológicos CANOCO 4.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las áreas estudiadas se observó la presencia de *Trichoderma*, sin embargo, solamente en el área C se tuvo la presencia del microorganismo en todos los muestreos realizados. Al realizar un análisis de comparación de medias para las áreas muestreadas se encontró que no hay diferencias significativas entre el área A y el área B ($t=0.08$), sin embargo para el área C existe diferencias significativas al compararla con el área A ($t= 0.0004$) y el área B ($t= 0.0000001$) (Tabla 1).

El suelo muestreado en las áreas estudiadas es predominantemente arcilloso en el área A y B con 90 % de arcilla y 10 % de arena y el área C con 70 % de arcilla, 10 % de limo y 20 % de arena. En área C resultó con mayor presencia de materia orgánica (64.50 ± 14.60 %), descomposición (82.60 ± 14.61 %) y cobertura vegetal (90.00 ± 5.27 %) presentes durante el muestreo. En el área A se

encontró la mayor pedregosidad (75 ± 7.07 %) y bóveda abierta (46 ± 38.06 %) (Fig. 3).

Tabla 1. Presencia de *Trichoderma* spp. en área del cerro de Tetillas

Muestreros	Área baja (A)	Área media (B)	Área alta (C)
1	3	1	3
2	2	2	4
3	1	1	3
4	2	1	3
5	1	1	3
6	0	1	4
7	0	0	3
8	2	0	3
9	1	0	3
10	1	0	3
Suma	13	7	32

Interpretación de los números de acuerdo a la cantidad de colonias presentes en las trampas: 0= nada, 1= uno a diez, 2= 11 a 20, 3= 21 a 30, 4= 31 a 40 y 5= más de 40.

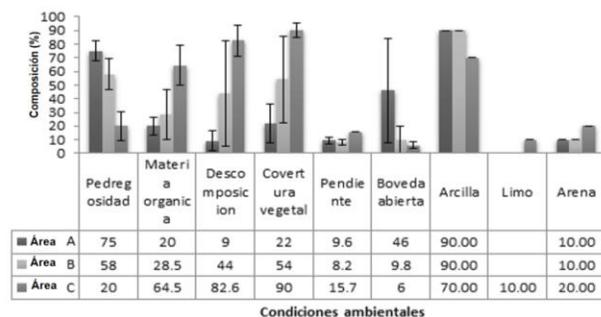


Figura 3. Promedio de las condiciones ambientales en las tres áreas de estudio.

La mayor correlación encontrada con la presencia de *Trichoderma* spp. se observó con las variables de materia orgánica, descomposición y cobertura vegetal, siendo los de menor correlación bóveda abierta, pedregosidad y pendiente, en el mismo sentido se observa que el muestreo 29 está asociado en mayor medida con este microorganismo donde se tiene 20 % de pedregosidad, 70 % de materia orgánica, 95 % de descomposición, 85 % de cobertura vegetal, 10 % de bóveda abierta, 70 % de arcilla, 10 % de limo y 20 % de arena. El género *Trichoderma* spp. tiene una mayor correlación con las especies vegetales *Ipomoea murucoides*, *Crotón ciliatoglandulifer*, *Celtispallida*, *Malvacea* spp., y una enredadera,

por el contrario, es clara la poca correlación que tiene con el género de las *Poaceas* (Fig. 4).

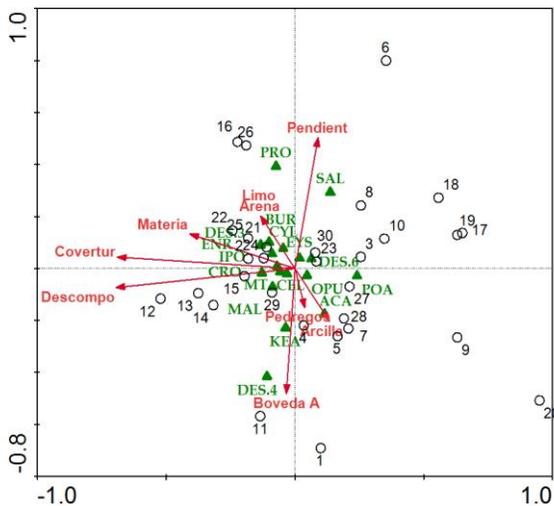


Figura 4. Asociación de *Trichoderma spp.* con las áreas de muestreo y especies vegetales de acuerdo a su nivel de correlación con las variables ambientales.

Las variables ambientales se muestran como flechas, las áreas como círculo con letras y números, y las especies vegetales y microorganismos como un triángulo. MAL (*Malvacea sp.*), BUR (*Bursera sp.*), DES.3 (Desconocido 3), DES.4 (Desconocido 4), KEA (*Kearnemalvastrum lacteum*), DES.6 (Desconocido 6), IPO (*Ipomoea murucoides*), CRO (*Crotón ciliatoglandulifer*), POA (*Poaceae sp.*), ACA (*Acacia farnesiana*), OPU (*Opuntia sp.*), ENR (Enredadera), CEL (*Celtis pallida*), CYL (*Cylindropuntia leptocaulis*), PRO (*Protium copal*), EYS (*Eysenhardtia polystachia*), SAL (*Salvia sp.*), MT (*Trichoderma spp.*).

Para entender las variables ambientales naturales y antrópicas en asociación con los componentes vegetales y un microorganismo como *Trichoderma spp.* dentro de un ecosistema dinámico de montaña, obliga al uso de técnicas de análisis multivariado, debido a que el efecto que producen dentro del ecosistema no puede ser interpretado de manera individual [7]

Los ecosistemas de montaña favorecen el desarrollo de especies de *Trichoderma spp.* en los espacios con recursos nutricionales y materia orgánica en descomposición, nitrato y hierro [8] y [9], son condiciones del área C donde se encontró

mayor presencia del hongo estudiado. Muchas veces los microorganismos logran asociación con cierto tipo de vegetaciones, por la producción de antibióticos, enzimas, solubilización de fosfatos y fijación biológica del nitrógeno [10,11], los hongos del género *Trichoderma* son saprofitos del suelo y la madera, de crecimiento rápido [2] por lo que son favorecidos por la cobertura vegetal, la materia orgánica y su descomposición [12].

La menor correlación de las *Poaceas* y *Trichoderma spp.*, se explica cómo efecto de factores antrópicos para modificar la composición vegetal, tomando en cuenta que, desde el punto de vista ecológico, las *Poaceas* representan uno de los grupos biológicos más ampliamente adaptados a diferentes ambientes, incluidos los afectados por factores antrópicos [13], es el caso de las áreas estudiadas A y B (Fig. 4).

CONCLUSIONES

Estudiar la presencia de *Trichoderma spp.* en un ecosistema de montaña proporciona alternativas de uso en la agricultura sustentable. En el cerro de Tetillas se hace notar la presencia del género *Trichoderma spp.* el cual se ve favorecido por un ambiente equilibrado con adecuada presencia de materia orgánica, apropiada descomposición y buena cobertura orgánica, sin embargo, es claramente afectado por los cambios en la vegetación a consecuencia de factores antrópicos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato, por ser una institución preocupada por la investigación entre los jóvenes estudiantes. Al Dr. Tarsicio Medina Saavedra, por darme la oportunidad de incursionar en sus proyectos científicos. A la Dra. María Magdalena Salinas Rodríguez por el apoyo brindado en esta y otras investigaciones.

REFERENCIAS

[1] Rodríguez. I. (1990). Efecto antagónico de ocho aislamientos de *Trichoderma* contra *Fusarium moniliforme* (Booth) y *Fusarium subglutinans* (Booth), *Universidad Agraria de La Habana*.

- [2] Martínez I, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Rev. Protección Veg.* Vol. 28 No. 1, 1-11.
- [3] Jiménez, G. V. (2014). Guanajuato (México): Guía de viaje del Estado de Guanajuato (México). Guanajuato: Solaris Comunicación.
- [4] Rzedowski, J. C. D. R. (2004). Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. México: Instituto de Ecología, A.C.
- [5] Badii, M. H., Castillo, J., Cortez, K., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). Análisis de correlación canónica (ACC) e investigación científica. *Innovaciones de Negocios* 4(2), 405-422.
- [6] Moreno Sáez, A. (2001) El análisis de correlación canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia. Documentos de Trabajo de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales; nº 21, ISSN: 2255-5471
- [7] Palmer M.W., 1988. Fractal geometry: A tool for describing spatial pattern of plant communities. *Plant Ecology*, 75(1), 91-102.
- [8] Martínez, B., Reyes, Y., Infante, D., González, E., Baños, H., & Cruz, A. (2008). Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp. candidatos a biofungicidas para el control de *Rhizoctonia* sp. en arroz. *Rev. Protección Veg.* 23(2), 118-125.
- [9] Sivan A., & Chet, I. (1989). Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. *Journal of General Microbiology* 135, 675-682.
- [10] Campo, M. A., Acosta, S. R., Morales, V. S., & Prado, F. (2014). Evaluación de los microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol 12 No. 1 enero-junio 2014, 79-87.
- [11] Higa, T., & Parr, J. (2013). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Beltsville, Maryland, Estados Unidos.
- [12] Mehta, M., Chauhan, A., Mahajan, R., Mahajan, P. K., & Shirkot, C. K. (2010). Strain of *Bacillus circulans* isolated from apple rhizosphere showing plant growth promoting potential. *Curr Sci*, 98(4), 538-542.
- [13] Valdés R. J y Dávila A. P. (1995). Clasificación de los géneros de gramíneas (*Poaceae*) mexicanas. *Acta Botánica Mexicana* 33 (37), 50.