



COMPORTAMIENTO DE LA POBLACIÓN MICROBIANA EN UN SUELO PARDO SIALÍTICO EN DOS ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS

BEHAVIOR OF THE MICROBIAL POPULATION IN A SIALITIC BROWN SOIL IN TWO AGRICULTURAL ECOSYSTEMS

 MARISOL LAFARGUE SAVÓN¹,  ALBARO BLANCO IMBERT²,  NORYAISSY ABREU ROMERO¹

¹Centro de Desarrollo de la Montaña Limonar de Monte Ruz El Salvador, Guantánamo, Cuba. CP. 99500.

²Instituto de Suelos Gtmo, Guantánamo, Cuba. Telef.: (021) 822120 - 822209 - 822140

*Correo correspondencia: marisol@cdm.gtmo.inf.cu

Palabras claves:

Resumen

microorganismos
manejo de suelos
suelo Pardo sialítico
ecosistemas agrícolas

El suelo fue colectado en diferentes parcelas agrícolas de la CCS Mariana Grajales y en una finca en la localidad de El Peral, todas bajo un suelo Pardo sialítico. En cada parcela se tomaron muestras y se enviaron al laboratorio de suelos Guantánamo para su análisis agroquímico. De igual forma se hizo una comparación en cuanto a la cantidad de bacterias, hongos y actinomicetos, presentes en este, para ello se tomaron muestras compuestas a una profundidad de 0-20cm, que se enviaron al laboratorio de microbiología del Centro de Desarrollo de la Montaña, donde se determinó la cantidad de microorganismos por gramo de suelo. La cuantificación de estos se realizó aplicando el método de las diluciones cuantitativas y la siembra en placas. Los resultados mostraron que en las fincas trabajadas se logró una mayor población de Bacterias en comparación con las poblaciones de Hongos y Actinomicetos. El estudio comparativo de las parcelas mostró que las pertenecientes a las fincas de Jorge Luis Milián, mostraron las mayores poblaciones de microorganismos totales seguido de las parcelas de la finca de Antonio Barzaga. Hay una tendencia a la recuperación de la fertilidad del suelo en las diferentes parcelas, con un mejor comportamiento para las dedicadas a los cultivos varios. Los sistemas de manejo establecidos mostraron una influencia sobre la presencia de estos microorganismos en el suelo, al encontrarse para el año 2020 un incremento en los niveles de los microorganismos, con los mejores resultados para el suelo dedicado a los cultivos varios.

Keywords:

Abstract

microorganisms
soil management
Sialitic Brown soil
agricultural ecosystems

The soil was collected in different agricultural plots of the CCS Mariana Grajales and in a farm in the town of El Peral, all under Sialitic Brown soil. Soil samples were taken from each plot and sent to the Guantánamo soil laboratory for agrochemical analysis. In the same way, a comparison was made regarding the amount of bacteria, fungi and actinomycetes present in it, for which composite samples were taken at a depth of 0-20cm, which were sent to the microbiology laboratory of the Development Center of the Mountain, where the amount of microorganisms per gram of soil was determined. The quantification of these was performed by applying the method of quantitative dilutions and plating. The results showed that a higher population of bacteria was achieved in the worked farms compared to the populations of fungi and actinomycetes. The comparative study of the plots showed that those belonging to the farms of Jorge Luis Milián, showed the highest populations of total microorganisms followed by the plots of the Antonio Barzaga farm. There is a tendency towards the recovery of soil fertility in the different plots, with a better behavior for those dedicated to various crops. The established management systems showed an influence on the presence of these microorganisms in the soil, finding for the year 2020 an increase in the levels of microorganisms, with the best results for the soil dedicated to various crops.

Recibido: 13 de marzo de 2023

Aceptado: 21 de abril de 2023

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Introducción

Los suelos están entre los hábitats más ricos en especies sobre la tierra, albergan una gran abundancia de especies que permiten que funcionen y se desarrollen. Muchas de esas especies son fundamentales para la diversidad funcional y resiliencia del suelo y de los ecosistemas que dependen del suelo. La biodiversidad de los suelos es un indicador de la calidad del suelo; una mayor diversidad de especies genera más estabilidad del suelo en términos de su capacidad para desempeñar funciones claves como reciclaje de nutrientes, absorción de desechos orgánicos, y mantenimiento de la estructura del suelo (Laban, 2018).

El suelo constituye un ecosistema muy diverso e importante en el planeta (Roger-Estrade et al. 2010) y además conforma un sistema complejo en equilibrio dinámico, que alberga una gran cantidad y diversidad de microorganismos, como bacterias, hongos, protozoos y algas (Antón 2004, Suárez 2010, Hernández et al. 2010). Se estima que en el suelo existen miles de especies organizadas en poblaciones y comunidades cuyo tamaño oscila entre los 100 y los 2.000 millones de individuos por gramo. Se ha estimado que dichas comunidades pueden contener aproximadamente 35.000 especies de bacterias y 1'500.000 especies de hongos, aunque sólo se han identificado entre un 8% y un 1% de estas respectivamente (Montaño et al. 2010). Los microorganismos, cumplen un rol fundamental en la subsistencia del suelo, pues participan en varios procesos en el ecosistema (Fernández 2005). Además, en la estimulación del crecimiento vegetal y supresión de ciertas enfermedades de las plantas (Laban, 2018).

Los microorganismos del suelo son entidades que influyen varios aspectos del suelo y cada uno desempeña diferentes actividades. De particular interés son aquellos microorganismos involucrados en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Así, en muchos casos, los microorganismos del suelo pueden determinar la disponibilidad de nutrientes y por eso se consideran herramientas para el manejo del suelo y la nutrición de la planta. (Osorio, 2009).

La presencia de microorganismos en el suelo es variable, pero sigue la tendencia que a mayor profundidad se disminuye la cantidad de éstos, estos microorganismos varían entre suelos, las razones de tales variaciones están dadas por las diferencias de pH, clima, vegetación, disponibilidad de nutrientes, mineralogía y, muy particularmente, con el tipo y cantidad de materia orgánica. (Cerrato y Alarcón 2001).

Uno de los factores más importantes que afectan la productividad de los suelos agrícolas son las funciones llevadas a cabo por los microbios del suelo. Los microorganismos del suelo, como las bacterias, hongos, algas, protozoos y nematodos participan varios procesos,

incluyendo la descomposición de la materia orgánica, formación de humus, la transformación y el reciclaje de nutrientes, siendo vitales, en el mantenimiento de la productividad del suelo (Lin et al. 2004).

Las comunidades microbianas del suelo, son indicadores muy sensibles y rápidos de perturbaciones y cambios en el uso de la tierra; de este modo, una descripción cuantitativa de la estructura y diversidad de las comunidades microbianas, es de gran interés como una herramienta fundamental para evaluar la calidad del suelo (Zornoza et al. 2009, Ordoñez 2017).

Los microorganismos suelen ejercer una acción específica cuando se relacionan con una especie vegetal (Benítez et al. 2007). Además, la riqueza así como la abundancia de las comunidades microbianas presentes en el suelo dependen tanto del sistema de manejo como del tipo cultivo (Ordoñez, 2017)

Por lo que el trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la población microbiana (bacterias, hongos y actinomicetos) en un suelo pardo sialítico en dos ecosistemas agrícolas.

Materiales y métodos

El suelo fue colectado en diferentes parcelas agrícolas de la CCS Mariana Grajales (4 fincas) y en una finca en la localidad de El Peral, todas bajo un suelo Pardo sialítico. Para ello se levantaron 14 puntos de muestro distribuidos en todo el área. A continuación, se exponen los datos de las fincas estudiadas.

En cada parcela se tomaron muestras de suelo y se enviaron al laboratorio de suelos de la Unidad de Ciencia y Técnica de Base (UCTB) Guantánamo para sus análisis agroquímicos. Los resultados de los análisis se muestran a continuación:

Se estableció una comparación en cuanto a la cantidad de bacterias, hongos y actinomicetos, presentes en el suelo, por lo que en cada campo se tomaron muestras compuestas en la profundidad de 0-20cm, que fueron enviadas al laboratorio de microbiología del Centro de Desarrollo de la Montaña, donde se determinaron la cantidad de microorganismos por gramo de suelo. La cuantificación de estos se realizó aplicando el método de las diluciones cuantitativas y la siembra en placas (Novo, 1983).

Como parte del trabajo se seleccionaron dos parcelas una en la finca del productor Jorge Luis Milián (I) y la otra en la finca del productor Antonio Barzaga (II), las cuales fueron muestreadas en dos etapas (2018 y 2020), estableciéndose una comparación entre estas para evaluar la influencia de las medidas de mejoramiento y conservación de suelos establecidas para su recuperación, como parte de los sistemas de manejo implementado. La parcela 1, se caracteriza por su empleo para los cultivos varios, donde las

Comportamiento de la población microbiana en un suelo pardo sialítico en dos ecosistemas agrícolas

No	Fincas	Total de puntos muestreadas	Profundidad	Cultivo
1	Antonio Barzaga	1	0.20 cm	Guayaba
2		2		
3		3		
4		4		
5		5		
6		6		
7		7		
8	Jorge Luis Milián	1	0.20 cm	Boniato
9		2		Maíz
10		3		Maíz
11		4		Guayaba
12	Salvador Guerra	1	0.20 cm	Plátano
13	Daniel Noa	1	0.20 cm	Guayaba con cultivos varios intercalados en las calles
14	El Peral	1	0.20 cm	Pasto

N °	Unidad de producción	Parcela	pH KCl	P ₂ O ₅ (mg.100g ⁻¹)	K ₂ O (mg.100g ⁻¹)	M.O (%)
1	Los Barzaga	1	7.14	40.0	33.3	3.45
2		2	7.71	40.0	41.8	5.50
3		3	7.92	40.0	41.0	4.55
4		4	7.50	40.0	50.0	3.88
5		5	7.55	30.2	50.0	4.48
6		6	7.64	40.0	50.0	3.86
7		7	7.29	40.0	37.4	3.19
8	Jorge Luis Millán	1	7.23	14.8	30.9	4.33
9		2	6.95	17.0	39.2	3.41
10		3	6.30	11.2	24.1	4.78
11		4	6.71	17.6	45.6	4.78
12	Salvador Guerra	1	6.51	13.9	33.9	4.73
13	Daniel Noa	1	6.76	14.3	31.3	5.16
14	El Peral	1	7.1	17.74	15.5	3.08

aplicaciones de abonos orgánicos se realizan a base de estiércol vacuno, se cuenta con barreras vivas, la preparación con tracción animal, sistemas de rotación de cultivos, incorporación de restos de cosechas, uso de bioproductos (Rizobium y Azotobacter) entre otras prácticas conservacionistas, aunque eventualmente se emplea la fertilización mineral. La parcela 2 se caracteriza por la utilización para el cultivo de frutales (guayaba, *Psidium guajava*), uso de abonos orgánicos a base de compost, biofertilizantes (Fosforina y Azotobacter) y bioestimulantes (microorganismos eficientes, FitoMas), los residuos de cosecha se emplean para el arroje de cultivo y se establecen barreras muertas.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de dos tratamientos y 20 repeticiones. Los indicadores se analizaron por la prueba de comparación de dos muestras por la prueba de T Studen. La evaluación inicial de los actinomicetos, al no cumplir con los supuestos de normalidad, se compararon las medianas a partir de la prueba de *Mann-Whitney*, para un 95% de probabilidad del

error. La interpretación y procesamiento de los datos se realizó con el programa estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1

Resultados y discusión

En la [tabla 1](#) se muestra las condiciones del suelo y la diversidad microbiana de las fincas trabajadas, donde para todos los casos se registra una mayor población de Bacterias en comparación con las poblaciones de Hongos y Actinomicetos. Estos resultados concuerdan con el comportamiento de poblaciones microbianas en suelo reportado por [Calvo, et al, \(2008\)](#).

El estudio comparativo de las parcelas muestra que las pertenecientes a las fincas de Jorge Luis Milián, muestran las mayores poblaciones de microorganismos totales seguido de las parcelas de la finca de Antonio Barzaga.

Los mayores poblaciones de Bacterias se encontraron en la parcela 4 de la finca de Jorge Luis Milián. En esta misma finca se cuantificaron las mayores poblaciones de

Tabla 1. Comportamiento de las poblaciones microbianas en las diferentes fincas trabajadas.

Table 1. Behavior of the microbial populations in the different farms worked.

Finca	Parcelas	Microorganismos totales (ufc. g ⁻¹)		
		Bacterias	Hongos	Actinomicetos
Antonio Barzaga	1	28 x10 ⁻⁴	15 x10 ⁻⁵	5 x10 ⁻⁵
	2	15 x10 ⁻⁴	1 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵
	3	59x10 ⁻⁴	3x10 ⁻⁵	4 x10 ⁻⁵
	4	49x10 ⁻⁴	1 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵
	5	39x10 ⁻⁴	6 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵
	6	40 x10 ⁻⁴	2 x10 ⁻⁵	4 x10 ⁻⁵
	7	48 x10 ⁻⁴	3 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵
Jorge Luis Millán	1	16 x10 ⁻⁴	16 x10 ⁻⁵	5 x10 ⁻⁵
	2	51x10 ⁻⁴	12 x10 ⁻⁵	6 x10 ⁻⁵
	3	47x10 ⁻⁴	13 x10 ⁻⁵	8 x10 ⁻⁵
	4	76 x10 ⁻⁴	7 x10 ⁻⁵	4 x10 ⁻⁵
Salvador Guerra	1	21 x10 ⁻⁴	6 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵
Daniel Noa	1	38 x10 ⁻⁴	4 x10 ⁻⁵	6 x10 ⁻⁵
El Peral	1	45x10 ⁻⁴	2 x10 ⁻⁵	3 x10 ⁻⁵

Actinomicetos (parcela 3) y de Hongos (parcela 1), esta ultima con valores muy similares a los encontrados para la primera parcela de las fincas los Barzagas.

Los resultados obtenidos estan en correspondencia con el manejo presente en estas fincas, el cual se basa en el uso de prácticas agrícolas encaminadas al incremento de la materia orgánica del suelo y a la disiminución de los procesos de degradación.

El comportamiento de las poblaciones microbianas en las diferentes fincas trabajadas pudieran estar relacionado con las mejoras que experimentan los suelos de estas áreas con respecto al contenido de materia orgánica, indicador que en los ultimos años ha mostrado una tendencia al incremento, además su contenido en el suelo está directamente relacionado con la actividad biológica.

En la **figura 1** se muestra la cantidad de microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) presentes en el suelo Pardo sialítico en las fincas (Jorge Luis Milián y Antonio Barzaga) en los dos periodos de muestreos, donde la evaluación inicial (2018), mostró diferencia significativa entre las parcelas en cuanto a la cantidad de Bacterias y Hongos, no así para los actinomicetos ya que estos no difieren entre sí.

Los resultados muestran una tendencia a la recuperación de la fertilidad del suelo en las diferentes parcelas, con un mejor comportamiento para las dedicadas a los cultivos varios, lo que pudiera estar relacionado con una mejor gestión del recurso suelo en esta, así como una mayor influencia de las medidas de mejoramiento y conservación de suelo en la restitución de la materia orgánica.

Se pudo comprobar que los sistemas de manejos establecidos mostraron una influencia sobre la presencia de

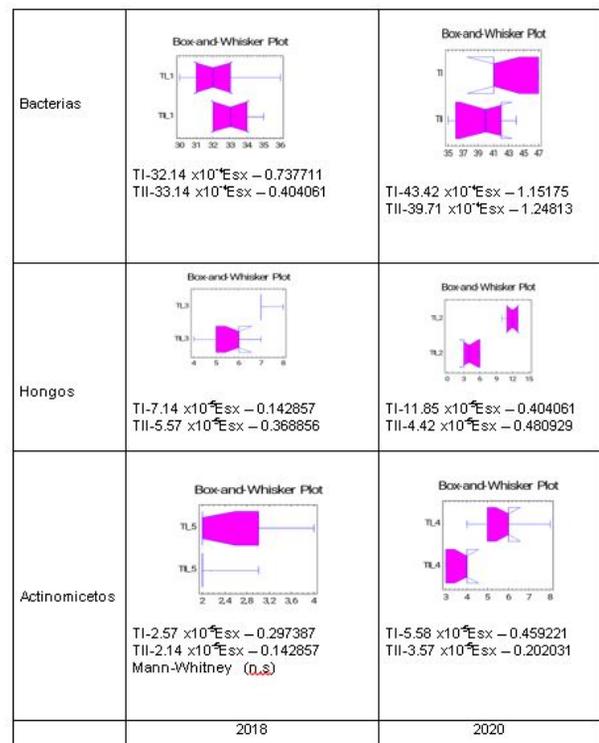


Figura 1. Comportamiento de los microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) en un suelo Pardo sialítico bajo dos condiciones de manejo.

Figure 1. Behavior of microorganisms (bacteria, fungi and actinomycetes) in a sialitic brown soil under two management conditions.

estos microorganismos en el suelo, al encontrarse un incremento en el segundo período de evaluación (2020) para todos los microorganismos, con los mejores resultados para el suelo dedicado a los cultivos varios, el cual supera estadísticamente al sistema de manejo empleado para la producción de frutales, resultados que puede estar relacionados por las mejoras que proporcionan al suelo las medidas de conservación establecidas en esta área, dentro de las que podemos señalar la incorporación periódica de estiércol animal, incorporación de restos de cosechas, rotación de cultivos, el uso de biofertilizantes, además de la incidencia que tienen las barreras vivas en el área para la disminución de la erosión.

Diversos estudios resaltan los beneficios que proporcionan las labores de preparación del terreno sobre la microflora del suelo, las cuales pueden incrementar las poblaciones microbianas hasta 20 o 30 veces el valor que presentaba al principio, comportamiento que pudiera justificar las causas de las mayores cantidades de microorganismos en las parcelas dedicada a los cultivos varios.

Igualmente se pudo comprobar que la parcela dedicada a los frutales incrementa los valores de los microorganismos del suelo, comportamiento que pudiera estar relacionado con las aplicaciones adicionales que reciben estas parcelas con la incorporación de los restos de cosechas, el arropo y la cobertura durante casi todo el periodo del cultivo, labores que acompaña la incorporación de abonos orgánicos (compost), biofertilizantes y otras medidas de mejoramiento y conservación del suelo aplicadas al área como parte del manejo conservacionista que en ella se aplica.

Burges, (1972) y Socarrás, (2013) plantearon que la aplicación de materia orgánica o de fertilizantes minerales al suelo modifica las poblaciones de hongos en doble sentido. Entran a formar parte del suelo nuevos organismos y la adición de nutrientes favorece el desarrollo de las nuevas especies y de las ya existentes. Algunas de las especies introducidas van unidas al abono y su participación resulta escasa en los procesos del suelo de igual forma el comprobó la presencia de más de diez especies vinculadas a los procesos de abonado.

La roturación del suelo también tiene influencia en el aumento de estas poblaciones microbianas esto pudiera estar relacionado con la finca del productor Jorge Luis Milián (tratamiento I) que se dedica a los cultivos varios elemento que evidencia un aumento de estas poblaciones microbianas después que se efectúa el arado en el suelo, sin embargo Calvo et al., (2008) plantea que a los pocos días de efectuarse este, las poblaciones microbianas pueden alcanzar de 20-30 veces el valor del que presentaba al principio.

A pesar de los inconvenientes, el método de dilución en placa ha sido de gran utilidad, y también es uno de los

métodos más útiles y productivos para investigar algunos aspectos de la microbiología del suelo. Se puede utilizar cuando se quieren observar cambios debidos a un tratamiento de abono, o a un cambio en la cosecha.

Otros factores que pudieron influenciar en el incremento de las poblaciones microbianas en ambas parcelas son los valores de pH que muestran una tendencia a la alcalinidad y cantidad de fósforo disponible. Al respecto Hervé et al., (1994); Reyes & Valery, (2007) y Calvo, Meneses y Zúñiga, (2008). en investigaciones realizadas en diferentes cultivos resaltan la preferencia de los microorganismos por los suelos con pH más alcalino.

Otros autores consideran la disponibilidad de fósforo en el suelo como favorables para el desarrollo de los microorganismos (Calvo, Meneses y Zúñiga, 2008; Ariena et al., 2006; da Silva et al., 2003), alegan además las poblaciones microbianas presentes en la rizósfera puede reflejar las condiciones del cultivo y la diversidad microbiana encontrada refleja la salud de un ecosistema

El análisis de las poblaciones microbianas presentes en la rizósfera puede reflejar las condiciones del cultivo y la diversidad microbiana encontrada refleja la salud de un ecosistema (Ariena et al., 2006).

En la figura 2 y 3 se muestra la incubación y crecimiento de los microorganismos.



Figura 2. Crecimiento de las colonias de los microorganismos, a y c Bacterias b) Atinomicetos

Figure 2. Growth of colonies of microorganisms, a and c Bacteria b) Actinomycetes



Figura 3. Incubación de los microorganismos para la realización del conteo.

Figure 3. Incubation of microorganisms for counting.

Conclusiones

1. En las fincas trabajadas se logró una mayor población de Bacterias en comparación con las poblaciones de Hongos y Actinomicetos.

2. El estudio comparativo de las parcelas mostró que las pertenecientes a las fincas de Jorge Luis Milián, mostraron las mayores poblaciones de microorganismos totales seguido de las parcelas de la finca de Antonio Barzaga.
3. Hay una tendencia a la recuperación de la fertilidad del suelo en las diferentes parcelas, con un mejor comportamiento para las dedicadas a los cultivos varios.
4. Los sistemas de manejo establecidos mostraron una influencia sobre la presencia de estos microorganismos en el suelo, al encontrarse para el año 2020 un incremento en los niveles de los microorganismos, con los mejores resultados para el suelo dedicado a los cultivos varios.

Bibliografía

- Antón, F. (2004). Interacciones microorganismos-suelo-planta en la preservación del Medio Ambiente y la Salud. *An. R. Acad. Farm*, 743-776.
- Ariena H.C., Van Bruggen A., Semenov M., Van Diepeningen A.D., De Vos O.J. & Blok W.J. (2006). Relation between soil health, wave-like fluctuations in microbial populations, and soil-borne plant disease management. *European Journal of Plant Pathology*, 115,105-122.
- Benítez, S., Bentley, J., Bustamante, P., Sánchez, L. C., & Corrales, L. (2007). Aislamiento de los microorganismos cultivables de la rizosfera de *Ornithogalum umbellatum* y evaluación del posible efecto biocontrolador en dos patógenos del suelo. *Nova*, 5(8), 147-153.
- Burges, A. (1972). Introducción a la microbiología del suelo. Editorial Pueblo y Educación. 199 p.
- Calvo Vélez, P., Reymundo Meneses, L., & Zúñiga Dávila, D. (2008). Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 141-148.
- Cerrato, R. F., & Alarcón, A. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *CIENCIA ergo-sum*, *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 8(2).
- da Silva, K. R. A., Salles, J. F., Seldin, L., & van Elsas, J. D. (2003). Application of a novel *Paenibacillus*-specific PCR-DGGE method and sequence analysis to assess the diversity of *Paenibacillus* spp. in the maize rhizosphere. *Journal of Microbiological Methods*, 54(2), 213-231.
- Fernández, B. N. (2005). La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg. *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 14(2), 6.
- Hernández-León, R., Velázquez-Sepúlveda, I., Orozco-Mosqueda, M. C., & Santoyo, G. (2010). Metagenómica de suelos: grandes desafíos y nuevas oportunidades biotecnológicas. *Phyton (Buenos Aires)*, 79(2), 133-139.
- Hervé D.; Genin D.; Rivière G. (1994). Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. Eds. IBTA - ORSTOM. La Paz, Bolivia.
- Laban, P., Metternicht, G., & Davies, J. (2018). Soil biodiversity and soil organic carbon: keeping drylands alive. Gland, Switzerland: IUCN, 10.
- Lin, X. G., Yin, R., Zhang, H. Y., Huang, J. F., Chen, R. R., & Cao, Z. H. (2004). Changes of soil microbiological properties caused by land use changing from rice-wheat rotation to vegetable cultivation. *Environmental Geochemistry and Health*, 26, 119-128.
- Montaño Arias, N. M., Sandoval Pérez, A. L., Camargo Ricalde, S. L., & Sánchez Yáñez, J. M. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. *Revista Ciencia y cultura elementos* 77: 15-23
- Ordoñez, Silvia Liliana. T. (2017). “Diversidad de las comunidades de bacterias y hongos en suelos de cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) y café (*Coffea arábica*) bajo manejo orgánico y convencional”. Tesis para optar por el título de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Cuenca, Ecuador. 61 p.
- Osorio-Vega, N. W. (2009). Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. *Cenicafé*.
- Reyes, I., & Valery, A. (2007). Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) con *Azotobacter* spp. *Bioagro*, 19(3), 117-126.
- Roger-Estrade, J., Anger, C., Bertrand, M., & Richard, G. (2010). Tillage and soil ecology: partners for sustainable agriculture. *Soil and Tillage Research*, 111(1), 33-40.
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5-13.
- Suárez Silva, Y. A. (2010). Análisis de la funcionalidad y diversidad microbiana en suelos dedicados al cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) mediante una aproximación metagenómica (Doctoral dissertation).
- Zornoza, R., Guerrero, C., Mataix-Solera, J., Scow, K. M., Arcenegui, V., & Mataix-Beneyto, J. (2009). Changes in soil microbial community structure following the abandonment of agricultural terraces in mountainous areas of Eastern Spain. *Applied Soil Ecology*, 42(3), 315-323.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses

Declaración de contribución de los autores: **Conservación de datos:** Marisol y Noryaisis. **Análisis formal:** Marisol y Albaro. **Adquisición de financiación:** Albaro. **Investigación:** Marisol, Albaro y Noryaisis. **Metodología:** Marisol, Albaro y Noryaisis. **Administración de proyecto:** Albaro. **Visualización:** Marisol. **Redacción - borrador inicial:** Marisol y Albaro. **Redacción - revisión y edición:** Marisol y Albaro.