



## Forum

### EVALUACIÓN DE LOS BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO EN TRES ZONAS ALTITUDINALES DE TUNGURAHUA, ECUADOR<sup>1</sup>

#### [EVALUATION OF THE BIOINDICATORS OF SOIL QUALITY IN THREE ALTITUDINAL ZONES OF TUNGURAHUA, ECUADOR]

W. Yáñez Yáñez\*, P. Pomboza-Tamaquiza, L. Valle Velastegui, Luis Villacis and Vanessa Frutos

*Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Carretera Cevallos-Quero, 180350 Cevallos, Tungurahua, Ecuador.*

*Email: aw.yanez@uta.edu.ec*

*\*Corresponding author*

## SUMMARY

The objective of the work was to evaluate the soil quality of the micro basin Jun Jun, by registering bioindicators such as *Lumbricus terrestris*. Three altitudes were selected in the micro basin 3027, 3210 and 3405 meters above sea level. In each of them, 3 earthworm samplings were carried out in soils with pastures (P) and soils without fallow crops (B), 18 samplings were carried out. The relation of the bioindicators with the amount of organic matter (OM, CO, pH, temperature and Total Nitrogen) existing in the soil was established. With emphasis on the *L. terrestris*, the count was made following the methodology developed by the United States Department of Agriculture. The soils of the upper part had a higher ( $P = 0.0041$ ) density of earthworms (18.75 individuals / m<sup>2</sup>) and the soils of the middle zone had a lower density (0.50 individuals / m<sup>2</sup>). The results reflect the intensification by mechanization and use of pesticides that are receiving these soils, as well as a weak contribution of the ecological functions of earthworms to the soil.

**Keywords:** Bioindicators; *Lumbricus terrestris*; Soil quality; Micro basin

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de los suelos de la micro cuenca Jun Jun, mediante el registro de bioindicadores como lombriz de tierra *Lumbricus terrestris*. Se seleccionaron tres altitudes en la micro cuenca 3027, 3210 y 3405 msnm. En cada una de ellas se realizaron 3 muestreos de lombrices en suelos con pastos (P) y suelos sin cultivos barbecho (B), se realizaron 18 muestreos. Se estableció la relación de los bioindicadores con la cantidad de materia orgánica (MO, CO, pH, temperatura y Nitrógeno Total) existente en el suelo. Con énfasis en la lombriz *L. terrestris*, el conteo se realizó siguiendo la metodología desarrollada por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Los suelos de la parte alta presentaron mayor ( $P=0,0041$ ) densidad de lombrices (18,75 individuos/m<sup>2</sup>) y los suelos de la zona media la menor densidad (0,50 individuos/m<sup>2</sup>). Los resultados reflejan la intensificación por mecanización y uso de pesticidas que están recibiendo estos suelos, así como un débil aporte de las funciones ecológicas de las lombrices al suelo.

**Palabras clave:** Bioindicadores; *Lumbricus terrestris*; Calidad del suelo; Microcuenca

<sup>1</sup> Submitted July 07, 2017 – Accepted November 09, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## INTRODUCTION

El suelo es considerado un elemento vivo, contiene partículas minerales, materia orgánica y una diversidad de microorganismos (Uribe, 1999), sin embargo, sus características físicas, químicas y biológicas continuamente, son alteradas por acciones antropogénicas y naturales que afectan la calidad de los mismos (Garbisu et al., 2007). La calidad es la capacidad de funcionamiento, para sustentar la productividad, mantener la calidad ambiental y promover la salud de las plantas y animales (Bogado, 2013), este atributo puede ser apreciado a través de indicadores como la presencia o ausencia de determinados seres vivos (Montalvo, 2013).

Estudios preliminares revelan que los indicadores biológicos permiten conocer el impacto que generan las prácticas agronómicas sobre el suelo. (Uribe, 1999; Cabrera, 2012). Por otro lado, las microcuencas experimentan continuos procesos de degradación que ocasionan problemas ambientales y sociales. La erosión, pérdida de materia orgánica, contaminación, impermeabilización, compactación, disminución de la biodiversidad, salinización, inundaciones y deslizamientos de tierra son los principales factores que causan la degradación de los suelos (Garbisu et al., 2007). Sin embargo, a mayor número y diversidad de los macro y microorganismos mejor será la calidad de los suelos (Bogado, 2013).

En situaciones donde ni las condiciones climáticas, húmedas y cálidas, ni los minerales arcillosos, poco activos y a veces poco abundantes, pueden regular eficazmente la mineralización, las regulaciones biológicas se vuelven predominantes por la presencia de lombrices (Lamblé, 2000). Varias prácticas de manejo agrícola relacionadas con el suelo pueden afectar la distribución de las lombrices de tierra, lo que enfatiza la naturaleza interactiva de la relación entre las lombrices y la fertilidad del suelo (Syers et al., 1984).

Las lombrices pueden influir en las propiedades del suelo y la productividad de las plantas de varias maneras (Lavelle, 1988). La estabilidad de los agregados del suelo es influenciada por la inoculación de lombrices, en suelos restaurados en el plazo de 3 y 6 años la agregación mejora en los 20 cm superiores del suelo (Scullion, 1994; Marashi y Scullion, 2003).

La microcuenca Jun Jun, presenta una alta intensificación de uso del suelo, con cultivos de papas, cebolla, arveja entre otros, donde el uso de pesticidas para contrarrestar plagas y enfermedades es alto, así como maquinaria agrícola para la preparación del suelo. Estos factores estarían afectando a la micro y macro fauna del suelo. En este contexto el objetivo del trabajo fue determinar el número de lombrices,

como un indicador de calidad de los suelos. El estudio parte del supuesto que el número de lombrices está asociado con el manejo agronómico, con los pisos altitudinales y con el contenido de materia orgánica de los suelos

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Micro cuenca Jun Jun, en el transecto que inicia en las coordenadas 78°59'16.50" longitud oeste, 01°34'60.54" latitud sur; y finaliza en las coordenadas 78°61'74.74" longitud oeste, 01°37'99.04" latitud sur en una extensión de 2339.6 ha (Figura 1). Del cantón Quero de la provincia de Tungurahua Ecuador.

La microcuenca, es irregular, presenta suelos con pendientes ligeras en la parte baja y con pendientes pronunciadas en las partes altas. Los suelos en las zonas bajas son francos arenosos y van cambiando su estructura hacia arcillosos (Andisoles) a medida que incrementa la altitud.

Las zonas bajas registran menor precipitación y humedad ambiental que en las zonas altas. El clima de la microcuenca varía de templado a frío con temperaturas que van de 12 a 18 °C. Los meses lluviosos van de abril a julio, las temperaturas más bajas se registran en agosto, los meses más secos van de noviembre a enero. El promedio de precipitaciones son 600 ml/año (Gobierno Autónomo Descentralizado de Quero, 2011).

Se consideraron como factores de estudio la altitud (A): A1 =3027; A2= 3210 y A3= 3405 msnm y la cobertura del suelo Pastos= P y Suelo sin cobertura vegetal después del cultivo (Barbecho)=B. Se registraron las variables: número total de lombrices por metro cuadrado; % de materia orgánica; % de nitrógeno; pH del suelo.

El número de lombrices se contabilizó según la metodología propuesta por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos USDA (1999) que consiste en cavar 50 cm de profundidad en un área de un metro cuadrado, observar y contar las lombrices, agregar una solución de mostaza para obligar a salir a las lombrices de áreas más profundas y registrar el número total de lombrices (Fernandez, 2006). La determinación de la materia orgánica, fue realizado por el método de calcinación (Eyherabide et al., 2014), para ello se pesó 5 g de suelo en un crisol, se colocó 24 horas en la estufa a 105 °C, se colocó en un desecador y peso, se colocó el crisol con la muestra en una mufla a 550 °C por dos horas, luego fue pesado el crisol con la muestra seca y se calculó el porcentaje de contenido de la materia orgánica. La determinación de la cantidad de nitrógeno total se realizó con el Método Kjendahl (Ocampo, 2013).

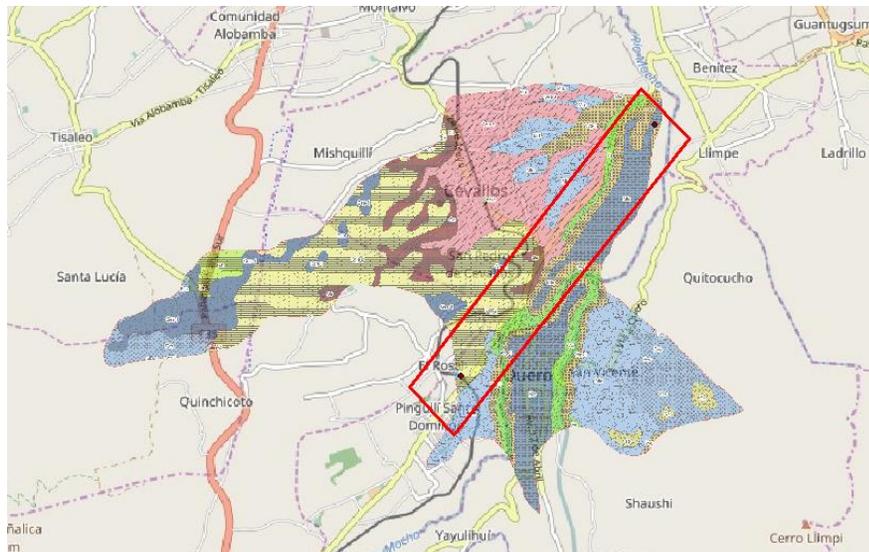


Figura 1. Ubicación de las zonas muestreadas en la microcuenca Jun Jun

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con análisis grupal, con seis tratamientos (AB= zona alta suelo en barbecho; AP =zona alta suelo con pasto; MB=zona media suelo en barbecho; MP= zona media suelo con Pasto; BB= zona baja suelo con barbecho; y BP= zona baja suelo con pasto) y cuatro repeticiones; además se realizó una prueba de Tukey para analizar diferencias de medias entre tratamientos, mediante el programa estadístico InfoStat.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Parámetros físico químicos del suelo

La menor ( $P < 0.0001$ ) temperatura se observó en los tratamientos; zona alta suelo con barbecho (AB), zona alta suelo con pasto (AP), zona media suelo en barbecho (MB) y zona media suelo con pasto (MP), oscilando entre 8,98 a 10,65 °C frente a los demás tratamientos. El pH fue mayor ( $P < 0.0001$ ) en el tratamiento BP (pH; 6,73). El mayor ( $P = 0.0036$ ) contenido de CO se observó en los tratamientos AB, AP, MB, MP y zona baja con barbecho (BB). El contenido de N fue mayor ( $P = 0.0011$ ) en los tratamientos AB, AP, MB y MP. Con respecto a la MO el mayor ( $P = 0.00369$ ) contenido se observó en los tratamientos AB, AP, MB, MP y BB. Con respecto al parámetro biológico del suelo el número de lombrices por m<sup>2</sup> fue mayor en los pisos altitudinales AB, AP, BB y BP en relación a los demás pisos (Tabla 1).

La temperatura del suelo es importante porque influye en los procesos bióticos y químicos, es importante para la germinación ya que las planta tiene sus

requerimientos determinados para su posible germinación (5 °C). La temperatura del suelo agrícola condiciona los procesos microbianos, influye la absorción de nutrientes, especialmente del fósforo mismo que es menor en suelos fríos (Tamayo, 2009). Los suelos de la zona alta AB suelen tener pH más bajos, en relación a los indicadores propuestos por Cantu (2007). Mientras que, en suelos de zonas bajas en este estudio el pH se eleva (6,73), aproximándose a valor máximo señalado por Cantu (2007), esto se debe posiblemente al frecuente uso de sales minerales como fuentes de fertilizantes en estas zona. Los valores mínimos de pH, indican el punto de toxicidad para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y los valores máximos (pH neutro) corresponde al pH más adecuado para los cultivos (Tamayo, 2009).

Con respecto al contenido de carbono se observó diferencias significativas ( $P = 0.0036$ ). En suelos de la zona media con pastos (MP) se registró la menor cantidad (0,95%) y en suelos de la zona alta con barbecho la mayor porcentaje de CO (1,97%). En cuanto a la materia orgánica los suelos en barbecho (MB) presentaron mayor porcentaje (3,40%) resultados consistentes a los reportados como ideal en el suelo para cultivos agrícolas (Cantu, 2007). Esto debido posiblemente a la incorporación frecuente de materia orgánica que realizan los agricultores para los cultivos. El contenido de nitrógeno en el suelo fue mayor en el piso altitudinal AB, AP, MB y MP ( $P = 0.0011$ ), esto debido posiblemente al mayor contenido de materia orgánica (Tabla 1) (Julca *et al.*, 2006)

En relación con el número de lombrices, los suelos de las zonas altas (AB y AP) registraron mayor ( $P = 0.0041$ ) cantidad (18.75 y 17.75 lombrices/m<sup>2</sup>

respectivamente), en cambio los suelos de la zona media con barbecho (MB y MP) registraron la menor cantidad (Tabla 1). Al respecto, en suelos de cuatro estaciones con labranza convencional, en Argentina se encontró 46 lombrices/m<sup>2</sup> en verano y 7/m<sup>2</sup> en otoño (Masín *et al.*, 2011), que comparados con los suelos de la zona media son muy altos, ello indica la alta presión antrópica que están sufriendo estos suelos, y en consecuencia la pérdida de estructura, reducción de la aireación, entre otros beneficios que aportan las lombrices (Aira, 2010; Crespo, 2013).

Mientras que, en suelos con pastos permanentes de la pampa Argentina, se encontró 66 individuos de diferentes especies de lombrices por m<sup>2</sup> (Momo *et al.*, 2003). Estos resultados confirman el deterioro de los suelos de las zonas estudiadas. De entre las tres zonas estudiadas, los suelos de la zona alta, son de mejor calidad, así como el corto tiempo de integración de estos suelos a las actividades agrícolas. Otro factor a considerar es la humedad de los suelos y el pH que favorecen el desarrollo de las lombrices (Sellés *et al.*, 2006).

Tabla 1. Evaluación físico químicos y biológica de los suelos de tres zonas altitudinales de Tungurahua, Ecuador

Tratamientos	°C	pH	CO	N	MO	Número de lombrices
AB	8,98 <sup>b</sup>	5,33 <sup>bc</sup>	1,97 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	18,75 <sup>a</sup>
AP	9,13 <sup>b</sup>	5,48 <sup>bc</sup>	1,67 <sup>a</sup>	0,21 <sup>ab</sup>	2,88 <sup>a</sup>	17,75 <sup>a</sup>
MB	10,87 <sup>b</sup>	4,62 <sup>c</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	0,20 <sup>abc</sup>	2,61 <sup>ab</sup>	0,50 <sup>b</sup>
MP	10,65 <sup>b</sup>	4,60 <sup>c</sup>	1,84 <sup>a</sup>	0,22 <sup>ab</sup>	3,16 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>
BB	15,65 <sup>a</sup>	5,70 <sup>b</sup>	1,29 <sup>ab</sup>	0,13 <sup>bc</sup>	2,22 <sup>ab</sup>	5,50 <sup>ab</sup>
BP	15,33 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	0,95 <sup>b</sup>	0,10 <sup>c</sup>	1,63 <sup>b</sup>	12,50 <sup>ab</sup>
EEM	0,57	0,19	0,16	0,02	0,270,02	0,15
Valor de P	<0,0001	<0,0001	0,0036	0,0011	0,0036	0,0041

<sup>a-c</sup> Medias en la columna seguida de letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0,05). EEM: error estándar de la media. AB= zona alta suelo en barbecho; AP =zona alta suelo con pasto; MB=zona media suelo en barbecho; MP= zona media suelo con Pasto; BB= zona baja suelo con barbecho; y BP= zona baja suelo con pasto

## CONCLUSIONES

Se puede concluir que bajo las condiciones de este estudio los suelos de las zonas altas de entre 3200 a 3400 msnm tanto con barbecho o pastizales de la provincia del Tungurahua, Ecuador son de mejor calidad, y los suelos de calidad baja reflejan la intensificación por mecanización y uso de pesticidas que están recibiendo estos suelos, así como un débil aporte de las funciones ecológicas de las lombrices al suelo.

## REFERENCIAS

- Aira, M., Domínguez J. 2010. Las lombrices de tierra y los microorganismos: desentrañando la caja negra del vermicompostaje. *Acta Zoológica Mexicana* 2: 385–95.
- Bogado, K. 2013. Calidad del Suelo en Diferentes Sistemas de Manejo Utilizando Algunos Indicadores Biológicos. Universidad Nacional de Asunción. Retrieved from <http://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/TES-BN-018.pdf>
- Cabrera, G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo.

Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y forrajes, 35(4), 346–363.

- Cantú, M., Becker, A., Bedano, J., Schiavo, H. 2007. Evaluación De La Calidad De Suelos Mediante El Uso De Indicadores E Índices. *Ci. Suelo (Argentina)*, 25(2), 173–178.
- Crespo, G. 2013. Funciones de Los Organismos Del Suelo En El Ecosistema de Pastizal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 47 (4): 329–34.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo (p. 88). Washington.
- Eyherabide, M., Saínez Rozas, H., Barbieri, P., Echeverría, H. E. 2014. Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. *Ciencia Del Suelo*, 32(1), 13–19.
- Fernandez Linares, L. C. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto Mexicano del Petróleo. Retrieved from <http://docplayer.es/2397280-Manual-de-tecnicas-de-analisis-de-suelos.html>

- GAD Quero. 2011. Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santiago de Quero - Provincia de Tungurahua (p. 167). Quero.
- Garbisu, C., Becerril, J. M., Epelde, L., y Alkorta, I. 2007. Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. Dpto. Bioquímica Y Biología Molecular, 1(644).
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., Bello, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. Idesia (Arica), 24(1), 49–61. <http://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Lamille, P. (2000). Small-scale and large-scale effects of endogeic earthworms on soil organic matter dynamics in soils of the humid tropics. *Soil Biol. Biochem.* 24(12), 1491–1498.
- Lavelle, P & Lapied, E. (2003). Endangered earthworms of Amazonia: an homage to Gilberto Righi. *Pedobiologia.* 47: 419–427.
- Marashi, A & Scullion, J. (2003). Earthworm casts form stable aggregates in physically degraded soils. *Biol Fertil Soils.* 37: 375–380.
- Masín, C., Rodríguez, A., y Maitre, M. 2011. Evaluación de la abundancia y diversidad de lombrices de tierra en relación con el uso del suelo en el cinturón hortícola de Santa Fe (Argentina). *Ciencia Del Suelo.* 29(1): 21–28.
- Momo, F. R., Falco, L., y Craig, E. 2003. Las Lombrices de Tierra como Indicadoras del Deterioro del Suelo. *Ciencia Y Tecnologia.* 55–63.
- Ocampo, J., y Ibarra, D. 2013. Análisis de Nitrógeno en Suelos Método Kjeldahl. Retrieved from <https://prezi.com/ktluzjty0sjm/analisis-nitrogeno-en-suelos-metodo-kjeldahl/>
- Syers, J. K., Springett, J. A., North, P., & Zealand, N. (1984). Earthworms and soil fertility. *Plant and Soil.* 4: 93–94.
- Sellés, Gabriel, Raúl Ferreyra, Rodrigo Ahumada, Mónica Santelices, Jorge García-Huidobro y Rafael Ruiz. 2006. Lombrices de Tierra Como Agentes Mejoradores de Las Propiedades Físicas Del Suelo En Huertos Frutales. Santiago de Chile: INIA.
- Uribe, L. 1999. Uso de indicadores microbiológicos de suelos: Ventajas y limitantes (p. 8). Paul v Clark.