

Comportamiento de la respiración basal en un suelo bajo bosque restaurado, en Guantánamo

Behavior of basal respiration of a soil under restored forest, in Guantánamo

Autores:

Lic. Roberto González - Balladares, <https://orcid.org/0009-0002-9066-8196>

MSc. Illovis Fernández - Betancourt, <https://orcid.org/0000-0002-6592-965x>

MSc. Álvaro Blanco - Imbert, <https://orcid.org/0000-0002-6144-7258>

MSc. Marianela Cintra - Arencibia, <https://orcid.org/0000-0002-5142-8512>

Filiación institucional: Instituto de Suelos, UCTB Guantánamo, Ciudad Deportiva, Guantánamo – Cuba

E-mail: investigacion1@suelos.gtm.minag.cu

Fecha de recibido: 21 may.2024

Fecha de aprobado: 15 jul. 2024

Resumen

En un bosque restaurado existen factores que inciden en la salud de un suelo, tales como los biológicos y la respiración basal. La investigación se realizó en el periodo comprendido de abril 2021 a abril 2023, en un área de la finca Veriade, de la UEB forestal de Cajobabo, municipio Imías, provincia Guantánamo, sobre un suelo Aluvial, del bosque de galería siempre verde. Se determinó la respiración basal mediante el método de incubación en medio cerrado descrito por Anderson (1993). Se tomaron muestras del suelo de forma aleatoria en los años 2021, 2022 y 2023. Los resultados obtenidos mostraron una tendencia al aumento del flujo de dióxido de carbono (CO₂) en el suelo, disminución del pH de ácido a neutro, el aumento de la materia orgánica (MO) e incremento de la actividad respiratoria, evidenciándose en el área la presencia de microorganismos que favorecen el crecimiento de las plantas.

Palabras clave: Indicador biológico; Bosque restaurado; Suelo; Respiración

Abstract

In a restored forest there are factors that affect the health of a soil, such as biological factors and basal respiration. The research was carried out in the period from April 2021 to April 2023, in an area of the Veriade farm, of the Cajobabo forestry UEB, Imías municipality, Guantánamo province, on an alluvial soil, of the evergreen gallery forest. Basal respiration was determined using the closed medium incubation method described by Anderson (1993). Soil samples were taken randomly in the years 2021, 2022 and 2023. The results obtained showed a tendency towards increased carbon dioxide (CO₂) flow in the soil, a decrease in pH from acid to neutral, an increase in organic matter (OM) and an increase in respiratory activity, evidencing the presence of microorganisms in the area that favor plant growth.

Keywords: Biological indicator; Restored forest; Soil; Respiration

Introducción

El suelo es un importante reservorio de carbono, pero también es emisor significativo de dióxido de carbono (CO₂). Las emisiones de CO₂, o respiración del suelo es un componente principal del ciclo global de carbono (Ryan *et al.*, 2018) porque resulta de los procesos biológicos de raíces y organismos edáficos, así como también de la descomposición de la materia orgánica. Según Ru *et al.* (2018), se le considera el segundo mayor flujo de carbono entre la tierra y la atmósfera.

Sin embargo, los seres humanos continúan con la alteración de los ecosistemas e incrementan la emisión de gases de efecto invernadero provenientes del suelo (Gómez *et al.*, 2017). Las emisiones se acentúan por malas prácticas de manejo, como deforestación, quema de biomasa, drenaje en humedales, labranza y eliminación de residuos de cultivos (Chi *et al.*, 2020). Por lo tanto, es importante determinar las emisiones desde el suelo, y también cuáles son las prácticas y los usos de suelo que más aportan CO₂ asociado con la respiración.

La respiración microbiana tiene un papel primordial en el ciclo del Carbono y contribuye a la producción de CO₂, por lo que es importante identificar los cambios y agentes que alteran a las comunidades microbianas y, por ende, las tasas de respiración (Barajas *et al.*, 2020).

Rodríguez *et al.* (2020) plantean que la respiración basal, consiste en el desprendimiento del CO₂ producto de la mineralización de la fracción lábil de la materia orgánica por parte de los microorganismos. La medición de este constituye un método para determinar indirectamente la actividad microbiana del suelo.

El estudio de la biomasa microbiana del suelo (BMS) es de fundamental importancia para identificar un rango diverso de procesos edáficos, incluyendo aquellos involucrados en el ciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica, calidad de suelo y para aplicaciones de modelamiento y monitoreo (Hinojosa, Malca, Suarez, 2021).

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el sitio "Veriade", perteneciente a la UEB silvícola "Cajobabo", de la Empresa Agroforestal Imías, en un bosque siempre verde de galería, durante el periodo comprendido entre abril 2021 a abril 2023.

Se seleccionó un área ubicada sobre un suelo Aluvial (MINAG, 1989), de poca profundidad, medianamente humificado, drenaje excesivo y poco erosionado, donde predominan especies como *Azadirachta indica*; *A.Juss.* , *Chlorophora tinctoria* (L.) Gaud., *Annona squamosa* L., *Crescentia cujete*, *Tabebuia angustata* Britton, *Bucida buceras*, *Trichilia hirta* Linneo., *Cordia gerascanthus* L.

Para desarrollar el estudio en el área se establecieron parcelas donde se tomaron muestras del suelo de forma aleatoria durante tres años consecutivos y se estableció una comparación en cuanto al comportamiento de la respiración basal e inducida (cuantificación de CO₂), Isermeyer, 1952, actualizada por Calero *et al.* (1999). Se usó el método de incubación en medio cerrado con 5 ml de NaOH 1N descrito por Anderson (1993), y el desprendimiento de CO₂ se estimó mediante titulación con HCl 0.1N, en presencia de tres gotas de fenolftaleína al 1% y luego de la precipitación de los carbonatos con 3ml de BaCl₂ al 2%. Se consideraron tres blancos, sin adición de sustrato, para controlar la presencia de CO₂ en los frascos. Asimismo, se determinó el contenido de materia orgánica (MO) en porcentaje, por la NC 51:1999.

El análisis de las variables se hizo con base en un modelo lineal completamente aleatorio. La prueba de medias utilizada fue Tukey ($P \leq 0.05$) con un nivel de confianza del 95%.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los valores de respiración basal (RB) y respiración basal inducida (RSI) en el bosque siempre verde de galería durante los tres años evaluados, donde para ambos indicadores al tercer año se alcanzan los mayores valores, mostrando diferencia significativa con respecto a los años anteriores. Como se puede observar, para la respiración inducida, a pesar de mostrar una disminución en el segundo año, se incrementa al tercer año. No ocurriendo así para la respiración basal la cual muestra una tendencia al aumento con la recuperación del bosque.

Tabla 1. Evaluación de la respiración basal e inducida en el bosque siempre verde de galería durante los tres años evaluados

Años	RSI	RB
2021	4,27 b	28,78 c
2022	3,61 c	34,40 b
2023	5,90 a	47,14 a
Esx	0,00471405	0,00453791

Briones (2022) considera que dado que la respiración del suelo (o flujo CO₂ suelo-atmósfera) se ha utilizado como indicador de salud del suelo, este flujo también podría ser indicador de la recuperación funcional de un sitio bajo restauración.

Los resultados encontrados guardan relación con el comportamiento que muestra el contenido de MO en el suelo (tabla 2), los cuales se incrementan al tercer año, influenciado por la mayor la abundancia de árboles y arbustos que aportan mayor contenido de hojarasca al suelo, así como, por la presencia de una rizósfera que favorece el desarrollo del microbiota del suelo.

Limones, (2021) comenta que, en consecuencia, los abonos orgánicos ejercen una serie de efectos beneficiosos sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas, no sólo a través de la suplencia de nutrimentos, sino además por sus efectos favorables sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Argumenta, que la actividad microbiana es importante para mantener la fertilidad del suelo y en la nutrición de las plantas. Los microorganismos del suelo conducen la biodegradación de la materia orgánica y constituyen un importante reservorio lábil de Carbono, Nitrógeno y Potasio.

Van Es *et al.* (2017), refieren la respiración como un indicador del estado de la población microbiana en el suelo y esta nos puede dar idea de la capacidad que tiene para aceptar y usar residuos orgánicos o enmiendas, para mineralizar y almacenar nutrientes para que lo usen las plantas y otros organismos, también para desarrollar una buena estructura del suelo y amortiguar la disponibilidad de nutrientes a lo largo del tiempo.

Tabla 2. Valores de MO del suelo durante los tres años evaluados

Indicadores	Años		
	2021	2022	2023
MO (%)	2,31	2,01	2,75
pH	7,68	7,14	6,97

Al respecto, Rodríguez *et al.* (2020) plantearon que un bosque restaurado es un ecosistema que ha sido rehabilitado tras un periodo de degradación y pérdida de biodiversidad. Uno de los aspectos clave en la restauración es el incremento de la MO en el suelo, lo cual tiene impacto significativo en la respiración basal e inducida. El incremento de los niveles de MO

estimula la actividad microbiana, lo que influye de manera positiva en la RB y RSI fomentando la actividad biológica y contribuyendo a la restauración ecológica del ecosistema. Estudios han demostrado que el incremento de los valores de MO, favorece la actividad microbiana lo cual puede conllevar al aumento de la respiración basal e inducida.

Salcedo (2017) en un estudio realizado en la Universidad de Sucre (Colombia), demostró mediante pruebas de correlación, que el contenido de MO es un factor importante para la respiración del suelo, debido a que es el principal insumo para la actividad microbiana edáfica, resultados que pudieran explicar porque a mayor contenido de MO se observa un incremento en la respiración basal.

Al respecto, Albíter *et al.* (2020), destacan que valores elevados de MO en el suelo se traducen en una mayor fuente de energía y de nutrimentos para los microorganismos, lo cual contribuye a su desarrollo y a una actividad microbiológica más alta, que se refleja en una mayor producción de CO₂, por lo que la actividad respiratoria se incrementa cuando se tiene mayor contenido de MO.

Las muestras de suelo evaluadas presentaron similares rangos de pH, estos se encontraron entre 6.9 y 7.6, y se clasifican como neutros, con un promedio de 7.2. Los valores de pH encontrados se pueden deber al desplazamiento de las bases existentes en el suelo por las esorrentías de aguas o lavados que se presentan con la lluvia (Sadeghian, 2016). El nivel de pH neutro, se encuentra en el rango óptimo para el crecimiento de la mayor parte de los microorganismos, es propicio para la absorción de nutrientes esenciales para las plantas.

Además, incide en la actividad microbiana, la descomposición de la materia orgánica, por lo que mantener un pH neutro en un bosque restaurado contribuye a la sostenibilidad y resiliencia del ecosistema a largo plazo. Los rangos similares de pH, clasificados como neutro durante la investigación, favorece una respuesta más eficiente de los microorganismos a los factores ambientales cambiantes (Rodríguez *et al.* 2020).

Azevedo Júnior *et al.* (2017), detectaron que el comportamiento de la respiración basal en el suelo está relacionado con los factores que controlan la mineralización del carbono, como intrínsecos al suelo (textura, pH, calidad y cantidad de MO, contenidos de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, salinidad, presencia de metales pesados, tipo de suelo,

entre otros), como climáticos (temperatura y precipitación), además de la forma de manejo del suelo (incorporación de residuos, fertilización, pesticidas).

Conclusiones

La evaluación, durante tres años, de la respiración basal y la respiración basal inducida en un suelo bajo un bosque restaurado mostró una tendencia al aumento del flujo de dióxido de carbono (CO₂) en el suelo. La variación del pH indicó mayor neutralización de la acidez, lo cual favorece el crecimiento de las plantas y microorganismos beneficiosos. El aumento de la materia orgánica (MO) apunta a mayor disponibilidad de nutrientes y una mejora de la estructura del suelo, lo que también contribuye a la recuperación del bosque.

Los resultados sugieren que el incremento de la actividad respiratoria puede ser un signo de procesos de restauración positivos y mejoramiento en la capacidad del ecosistema para el almacenamiento de carbono y la biodiversidad. Este conocimiento es fundamental para orientar futuras intervenciones de restauración y monitoreo del ecosistema, y respaldan la efectividad de las acciones de restauración llevadas a cabo en el área de estudio.

Recomendaciones

Aunque el efecto de la restauración se observa en los valores obtenidos de RB y RBI, se recomienda continuar el monitoreo a largo plazo para conocer el comportamiento a través del desarrollo de la restauración del bosque.

Bibliografía

- Albíter-Pineda, J. F., Vaca, R., Águila, P. D., Yáñez-Ocampo, G., & Lugo, J. (2020). Flujo de CO₂ y su relación con propiedades bioquímicas en cultivos hortícolas en invernadero. *Ecosist. Recur. Agropec.* 7(3): e2548, 2020 <https://doi.org/10.19136/era.a7n3.2548>.
- Anderson JM, JSI Ingram. (1993). Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. Wallingford, UK. CAB International. 221 p.
- Azevedo Junior, R. R.; Santos, J.B.; Baretta, D.; Ramos, A.C.; Pereira, A.P.; Cardoso, E.J.B.N. (2017). Chemical y microbiological soil properties in organic and conventional management systems of *Coffea arabica* L. *J. Plant Nutrition.* 40:2076-2086. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1346128>.
- Álvarez Sánchez, J. (2020). CO₂ microbiano edáfico en un bosque de *Abies religiosa* (Kunth)

- Barajas Guzmán, G., Hernández Rosales, D., Paredes García, S., Peña Becerril, J. C., & Schltl. & Cham. En la Ciudad de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(57), 108-131.
- Briones, L. (2022). *Respiración del suelo en etapa temprana de restauración activa de bosque en valle aluvial de montaña tropical*. Tesis en opción al título de Licenciado en Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla <https://hdl.handle.net/20.500.12371/17955>.
- Calero, B. J.; Guerrero, A.; Alfonso, C. A.; Somoza, V. y Camacho, E. (1999). Efecto residual de la fertilización mineral sobre el estado microbiológico del suelo. *La Ciencia y el Hombre*. XI: 89-94.
- Chi, Y., P. Yang, S. Ren, N. Ma, J. Yang, and Y. Xu, (2020). Effects of fertilizer types and water quality on carbon dioxide emissions from soil in wheat-maize rotations. *Sci. Total, Environ.* 698: 1–9.
- Gómez, J., A. Monterroso, L. Lechuga, A. Arce. and P. Ruiz, (2017). Impact of climate change on soil organic carbon content on agricultural soils of Mexico, In: Angelov, P., J. Iglesias, and J. Corrales (eds). *Advances in Information and Communication Technologies for Adapting Agriculture to Climate Change*. pp: 58–69.
- Hinostroza, A., Malca, J., & Suárez, L. (2021). Dinámica de la biomasa microbiana y su relación con la respiración y el nitrógeno del suelo en tierras agrícolas en el valle del Mantaro. *Ciencia y desarrollo*, 24(2), 35-49.
- MINAG (1989). Mapa Básico 1:25 000. La Habana. Cuba.
- Norma Cubana 51:1999. Calidad del suelo. Análisis químicos. Determinación del porcentaje de materia orgánica. 11p. Manuscrito no publicado.
- Rodríguez Rebolledo, J. S. y Zabala Sierra, F. D. (2020). *Evaluación de la salud del suelo en áreas de recuperación de la reserva natural Banco Totumo Bijibana en el municipio de Repelón, Atlántico*. Trabajo de pregrado. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11323/6951>.
- Ru, J., Y. Zhou, D. Hui, M. Zheng, and S. Wan, (2018). Shifts of growing-season precipitation peaks decrease soil respiration in a semiarid grassland. *Glob. Chang. Biol.* 24: 1001–1011.
- Ryan, E. M., K. Ogle, H. Kropp, K. E. Samuels-Crow, Y. Carrillo, and E. Pendall. (2018). Modeling soil CO₂ production and transport with dynamic source and diffusion terms:

Testing the steady-state assumption using DETECT v1.0. *Geosci. ModelDev.* 11: 1909–1928.

Sadeghian, S. (2016). La acidez del suelo una limitante común para la producción de café. *Avances técnicos Cenicafé* 466. 12p.

Salcedo, L. E. (2017). *Tasa anual de respiración edáfica en cuatro usos de suelo en el campus de la universidad de sucre – sede puerta roja*. Tesis de pregrado. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

Van Es, H.M.; Schindelbeck, R.; Ristow, A.; Kurtz, K.; Fennell, L. (2017). Soil Respiration. Fact Sheet Number 16-10. Universidad de Cornell. Nueva York, EE. UU. 2 p.