

Braunschweig, 10 de febrero de 2025

Informe de resultados preliminares del proyecto de investigación

Título del Proyecto:

Evaluación de la acumulación de mercurio (Hg) en las hojas y de los flujos entre la vegetación y la capa superior del suelo en bosques tropicales

Antecedentes:

Este informe presenta los resultados preliminares del proyecto de investigación enfocado en evaluar la concentración de Hg en las hojas de la vegetación tropical, la hojarasca y la capa superior del suelo en el bosque tropical seco situado en el Área de Conservación Guanacaste (ACG) (permiso de muestreo R-SINAC-ACG-PI-044-2024), Estación Experimental Horizontes (EEH). El estudio tiene como objetivo comprender mejor el papel de los bosques tropicales en el ciclo global del Hg, así como los elementos (vegetación, suelo, agua, aire) involucrados en la transferencia de este elemento dentro de estos ecosistemas.

2. Objetivos del Estudio

- Cuantificar la concentración de Hg en las hojas de diferentes familias de plantas del bosque tropical seco en la EEH.
- Cuantificar la concentración de Hg en el suelo a diferentes profundidades en el bosque tropical seco en la EEH.
- Cuantificar la concentración de Hg en la hojarasca del bosque tropical seco en la EEH.
- Comparar las concentraciones de Hg entre los distintos componentes del bosque tropical seco investigados y determinar el rol que desempeñan en su ciclo biogeoquímico

3. Metodología

3.1. Área de Estudio:

Se seleccionaron seis lugares de muestreo dentro de la EEH, en cada uno de los cuales se delimitó un área de aproximadamente 100 m², donde se tomaron muestras de suelo, hojas y testigos de árboles. Las coordenadas correspondientes se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Coordenadas geográficas (UTM WGS-84) de los sitios muestreados en la estación experimental Horizontes.

Point:	Latitud:	Longitud:	Altitud: (m.)	E: (m.)	N: (m.)	Z: (m.)	Altura m.s.n.n.
Plot 1	10.71252466	-85.59676739	177.01	653455.521	1184542.798	177.01	169.15
	10.71248694	-85.59676161	180.98	653456.172	1184538.629	180.98	173.12
	10.71240234	-85.59677649	167.07	653454.587	1184529.265	167.07	159.21
	10.71243004	-85.59667107	164.09	653466.104	1184532.381	164.09	156.22
Plot 2	10.71258152	-85.59691769	171.5	653439.053	1184549.011	171.5	163.64
	10.71251008	-85.596962	175.3	653434.242	1184541.088	175.3	167.44
	10.71252354	-85.5970506	174.9	653424.544	1184542.533	174.9	167.04
	10.71260875	-85.59701833	177.91	653428.031	1184551.973	177.91	170.05
Plot 3	10.71537324	-85.59570717	162.04	653570.051	1184858.378	162.04	154.18
	10.71540624	-85.595777	159	653562.397	1184861.993	159	151.14
	10.71533111	-85.5957835	159.97	653561.724	1184853.68	159.97	152.11
	10.71531591	-85.59570468	164.03	653570.353	1184852.038	164.03	156.17
Plot 4	10.71521911	-85.59440229	175.89	653712.854	1184841.982	175.89	168.02
	10.71524503	-85.59446358	172.83	653706.137	1184844.818	172.83	164.96
	10.71516442	-85.59450698	174	653701.431	1184835.881	174	166.13
	10.7151162	-85.59445211	171.43	653707.457	1184830.575	171.43	163.57
Plot 5	10.70522583	-85.5992388	174.79	653188.869	1183734.322	174.79	166.92
	10.70509101	-85.59924083	171	653188.714	1183719.41	171	163.13
	10.70508778	-85.59916288	179	653197.242	1183719.091	179	171.13
	10.70515769	-85.5991376	152.56	653199.972	1183726.836	152.56	144.69
Plot 6	10.70521116	-85.59968079	172	653140.531	1183732.48	172	164.13
	10.70515058	-85.59966208	174.96	653142.607	1183725.789	174.96	167.09
	10.70511802	-85.59957973	167.02	653151.631	1183722.229	167.02	159.15
	10.70521573	-85.599573	175	653152.318	1183733.039	175	167.13

3.2. Recolección de Muestras:

Las muestras fueron recolectadas siguiendo el siguiente procedimiento:

- **Hojas:** Se recolectaron hojas maduras de especies dominantes de árboles, arbustos y enredaderas en cada bosque, a una altura de 1 a 5 m. Para las especies de gran altura, se utilizó una podadora telescópica.
- **Hojarasca:** Se recolectaron muestras de hojarasca, excluyendo trozos de madera, hojas verdes y piedras, en un área cuadrangular de 400 cm².
- **Suelo:** Se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades (0-5, 5-10, 10-20 y 20-30 cm) utilizando un muestreador de suelo tipo barreno.

3.3. Análisis de Hg:

Las muestras de hojas, hojarasca y suelo fueron secadas a 50 °C, molidas a < 150 µm y analizadas en el analizador directo de Hg (DMA-80) en la Universidad de Braunschweig (Technische Universität Braunschweig).

4. Resultados preliminares

4.1. Concentración de Hg en las hojas

Las concentraciones de Hg en las hojas de las diferentes familias de plantas muestreadas variaron en un rango de 2.94 a 44.59 $\mu\text{g kg}^{-1}$, siendo la familia Salicaceae la que acumuló la mayor cantidad de Hg, seguida por Sapindaceae y Simaroubaceae. En contraste, las muestras pertenecientes a Rubiaceae y Burseraceae presentaron las concentraciones más bajas de Hg (Tabla 2). En general, la concentración promedio de Hg en el total de las muestras analizadas fue de 10.66 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

Tabla 2: Concentración de Hg en las diferentes familias de las especies muestreadas en la Estación Experimental Horizontes. Los valores corresponden a la media \pm error estándar, calculados con base en el número de muestras obtenidas en campo, donde n representa el número de individuos muestreados por familia

Familia	Hg ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	n
Fabaceae	9.70 \pm 1.65	10
Sapindaceae	18.95 \pm 8.63	5
Malvaceae	10.35 \pm 2.48	9
Salicaceae	44.59 \pm 4.98	7
Sapotaceae	3.46	1
Simaroubaceae	12.35 \pm 2.94	6
Rhamnaceae	4.35 \pm 0.52	2
Bignoniaceae	5.27 \pm 2.16	4
Apocynaceae	5.49 \pm 0.92	5
Burseraceae	2.89 \pm 0.64	3
Rubiaceae	2.94 \pm 0.49	2
Bromeliaceae	7.59	1

4.1. Concentración de Hg en Hojarasca:

En el bosque tropical seco, la hojarasca presentó un rango de concentración de Hg de 29.36 a 57.52 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (Fig. 1). La concentración media de Hg fue de 42.67 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (Fig. 1). No se observaron diferencias significativas en la variación de la concentración de Hg entre los diferentes plots muestreados.

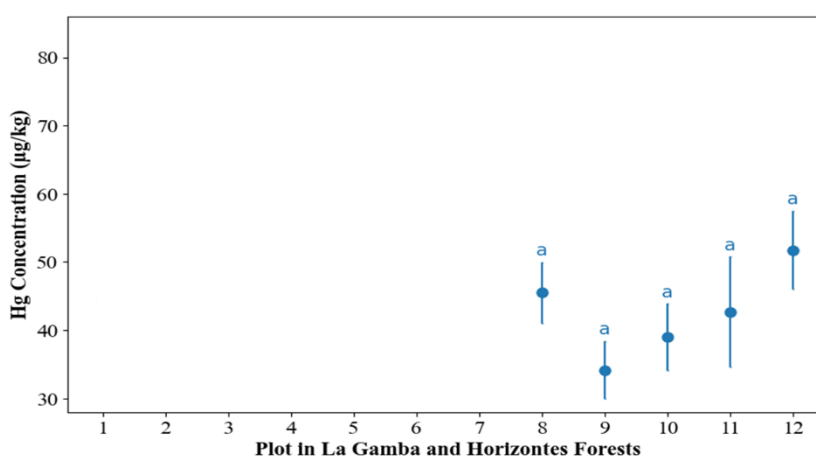


Fig. 1.: El gráfico representa la media y sus desviaciones estándar de la concentración de Hg en la hojarasca de los seis plots muestreados en la Estación Experimental Horizontes.

4.2. Concentración de Hg y otros nutrientes (Carbono, Nitrógeno y Azufre) en suelo a diferentes profundidades:

- En la Estación Experimental Forestal Horizontes, el suelo presentó un rango de concentración de Hg de 75.39 a 9.96 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (Fig. 1).
- La concentración media de Hg en el suelo fue de 34.19 $\mu\text{g kg}^{-1}$ (Fig. 1).
- El contenido de Hg, C y N disminuyó en relación con el aumento de la profundidad.

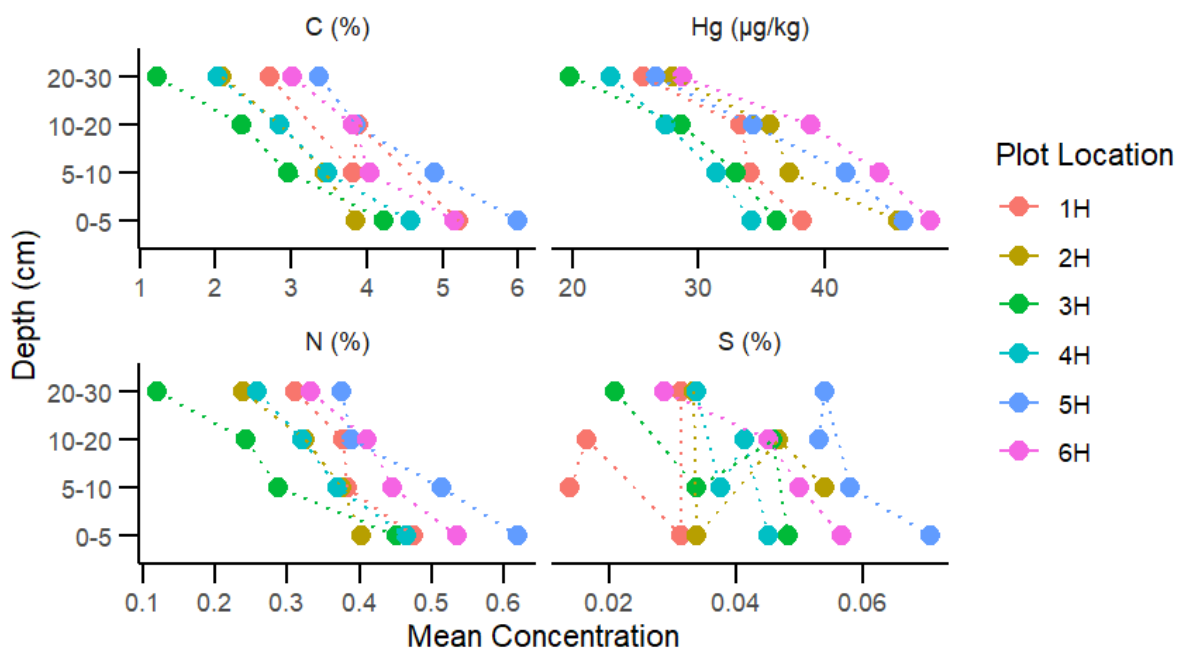


Fig. 2.: El gráfico representa la media y sus desviaciones estándar de la concentración de Hg, C, N y S a diferentes profundidades en el suelo de los seis plots muestreados en la Estación Experimental Horizontes.

5. Descripción de los resultados:

Los resultados indican que la vegetación en la Estación Experimental Forestal Horizontes, ubicada en el bosque tropical seco, tiene la capacidad de almacenar Hg en las hojas. Una vez almacenado, este elemento se transfiere al suelo mediante la descomposición de la hojarasca. En el suelo, tanto la concentración de Hg como la de otros nutrientes disminuyen con el aumento de la profundidad. En general, el bosque tropical seco juega un papel activo en el ciclo del Hg a través de su vegetación. Especies de las familias Sapindaceae y Simaroubaceae, que acumularon las mayores concentraciones de Hg, contribuyen significativamente a este ciclo. Los resultados preliminares subrayan la importancia de proteger y conservar este ecosistema, vital para el ciclo global del Hg

6. Recomendaciones

- Fomentar estudios a largo plazo para monitorear los cambios en los flujos de Hg en respuesta al cambio climático y la deforestación.
- Ampliar el análisis a otros tipos de bosques tropicales para obtener una visión más integral.

- Considerar estrategias de conservación que incluyan el monitoreo de Hg como indicador de salud ambiental, especialmente en zonas mineras.

ANEXOS



Foto 1: Recolectión de la hojarasca en el bosque tropical seco de la EEH. Autor: De la investigación.

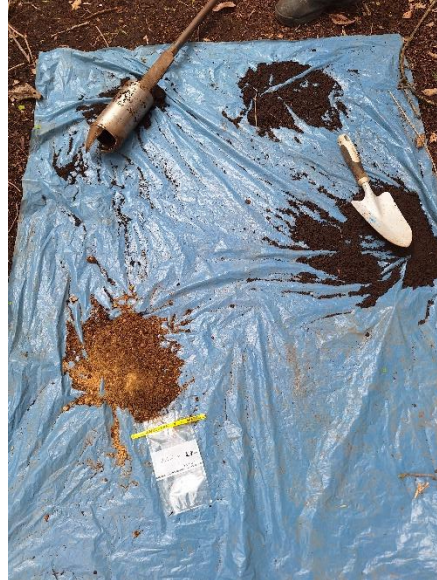


Foto 2: Recolectión de suelo en el bosque tropical seco de la EEH. Autor: De la investigación.

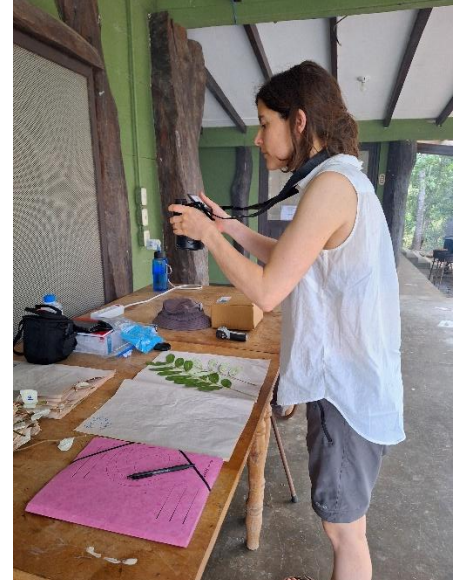


Foto 3: Toma de fotos de muestras vegetales para la identificación de la especie. Autor: De la investigación.



Foto 4: Equipo de trabajo del primer muestreo en la EEH. Autor: De la investigación.



Foto 5: Toma de muestras de Hg atmosférico en la EEH. Autor: De la investigación.



Foto 6: Bosque tropical seco de la EEH. Autor: De la investigación.