

Características geoquímicas y biológicas de las tobas calcáreas de la comunidad de Acoxcatlán Hidalgo, México

María Jesús Puy-Alquiza¹, Máximo Andrés Fonseca Moreno², Amalia Ávila Silva³, Evelyn Alexa Camacho Orozco⁴, Flavio Jesús Herrera Gutierrez⁵, Ángel Uriel Talavera Morales⁶, Saharaim Pérez Díaz⁷.

1, 2, 3, 4, 5, 6Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato
7Departamento de Ingeniería Ambiental, división de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato.
mj.puy@ugto.mx¹, ma.fonsecamoreno@ugto.mx², a.avilasilva@ugto.mx³, ea.camachoorozco@ugto.mx⁴, fj.herreragutierrez@ugto.mx⁵, au.talaveramorales@ugto.mx⁶, s.perezdiaz@ugto.mx⁷.

Resumen

Las tobas calcáreas son depósitos carbonatados continentales que se presentan en diferentes ambientes sedimentarios (lacustres, palustres, kársticos y fluviales). Las diferentes morfologías expuestas en la superficie (cascadas, barreras y estromatolitos) se deben a procesos de precipitación, infiltración y surgencia, en donde el agua de lluvia se infiltra a través del suelo movilizándolo los carbonatos, saturando el agua con iones de calcio y bicarbonato, manifestándose posteriormente como surgencia en manantiales y originando de esta manera los depósitos de tobas calcáreas. Su interés científico se basa en su amplia distribución en los ambientes continentales, en los procesos CO₂- H₂O y en los procesos geológicos, químicos y biológicos. Con base en ello se estudiaron las tobas calcáreas que afloran en la comunidad de Acoxcatlán en el estado de Hidalgo. Para comprender mejor las características geoquímicas, la mineralogía y el origen de estos depósitos, se realizó un estudio detallado que involucró análisis de campo, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X y análisis morfométrico con microscopio estereoscópico y microscopía electrónica de barrido. Los resultados indican que la composición química de las tobas calcáreas es principalmente calcita, teniendo en menor proporción aragonito y moganita. En cuanto al hábitat de las comunidades vegetales presentes en los depósitos de tobas calcáreas, estas se desarrollaron en microambientes de alta humedad y sobre sustratos calcáreos con pH básico y donde la cobertura del suelo era muy escasa. Las comunidades vegetales se encuentran caracterizadas por helechos, plantas vasculares y líquenes.

Palabras clave: Tobas calcáreas, Acoxcatlán, geoquímica, briofitas

Introducción

La toba calcárea es una roca sedimentaria compuesta de carbonato de calcio depositada como calcita, o aragonito. Estos depósitos se forman principalmente por la precipitación de carbonato de calcio, asociado a afloramientos kársticos del continente. Estos depósitos se generan en condiciones acuáticas relacionadas con acuíferos carbonatados que adoptan diferentes morfologías y contienen restos de micro y macrófitas que han sido cubiertas con carbonato (Carcavilla et al., 2019; Abad, 2017; Ford y Pedley, 1996). En la comunidad de Acoxcatlán, los depósitos de tobas calcáreas se consideran los únicos testigos morfológicos que se encuentran interactuando con la morfología kárstica, pudiendo vincular el origen de las tobas carbonatadas con los procesos de disolución desarrollados sobre las morfologías exo-karsticas modeladas en un entorno más o menos cercano. Las tobas calcáreas de Acoxcatlán tienen su origen en manantiales situados en las laderas de valles de suave pendiente y al pie de manantiales kársticos. Su desarrollo longitudinal es en cascada de crecimiento pequeño a moderado con perfiles cóncavos, y con presencia de briófitas, líquenes y plantas vasculares, que tienden a adaptarse a saltos centimétricos en terrazas desarrolladas paralelas al curso de agua, ofreciendo estructuras de progradación aguas abajo. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio fue caracterizar química y biológicamente los depósitos de tobas calcáreas que afloran en la comunidad de Acoxcatlán, en el estado de Hidalgo.

Área de estudio

La localidad de Acoxcatlán está situada en el Municipio de Tepehuacán de Guerrero en el Estado de Hidalgo (Figura 1). Presenta una población de 1,065 habitantes. El clima es templado en la mayor parte municipio, clima caliente en las cañadas del río Amajac, con clima frío en sus partes altas montañosas. Temperatura media anual de 24°C, con una precipitación pluvial de 2,120 milímetros por año. Los depósitos de tobas calcáreas se extienden a lo largo de 50 m, con un espesor de 5 a 10 m. Megascópicamente presenta un color ocre, con base ondulada irregular, textura esponjosa y estructura maciza o estratificada con estratos decimétricos. Una de las características de estos depósitos es su aparición en forma de capas sobre paleotopografía con pendientes suaves ($> 10^\circ$).

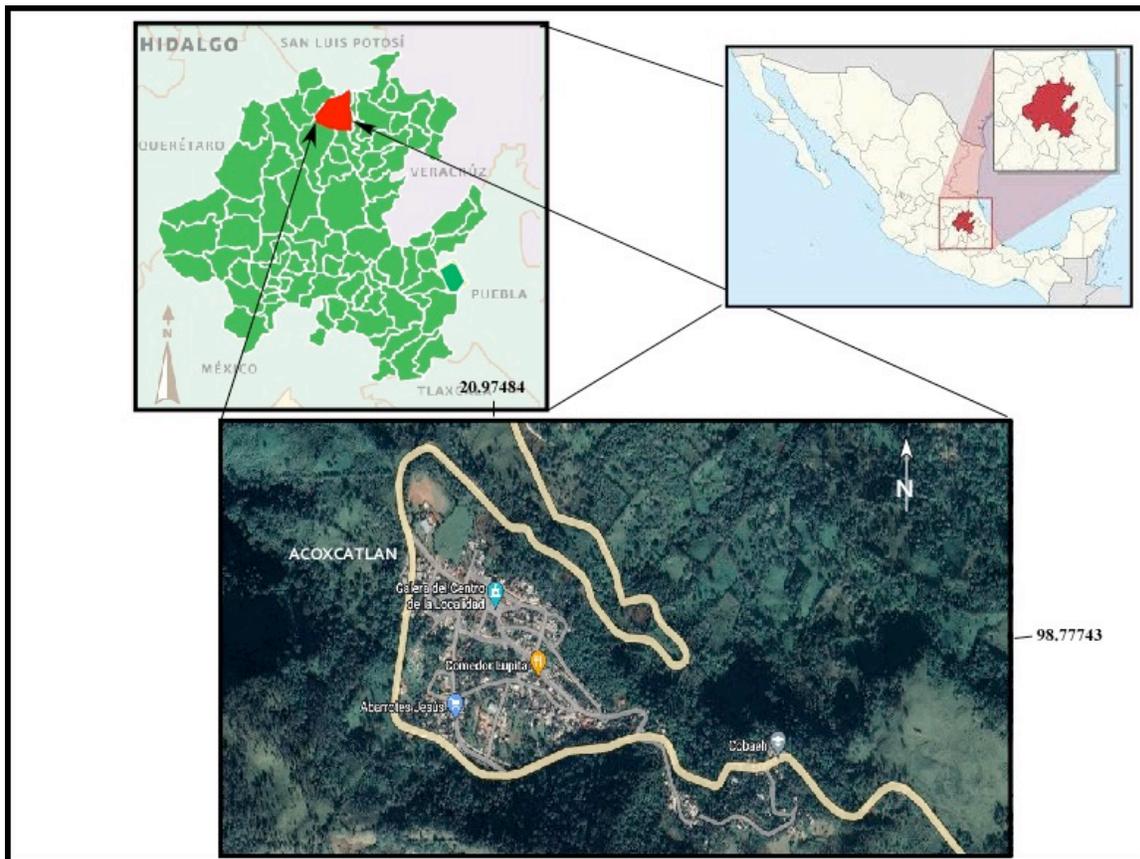


Figura 1. Área de estudio

Metodología

Se obtuvieron cuatro muestras en la comunidad de Acoxcatlán, Hidalgo con la finalidad de analizarlas química y biológicamente, se aplicaron las técnicas de Difracción de rayos X (DRX), Fluorescencia de rayos X (FRX), microscopio estereoscópico y microscopía Electrónica de Barrido (MEB-EDS) (Figura 2).

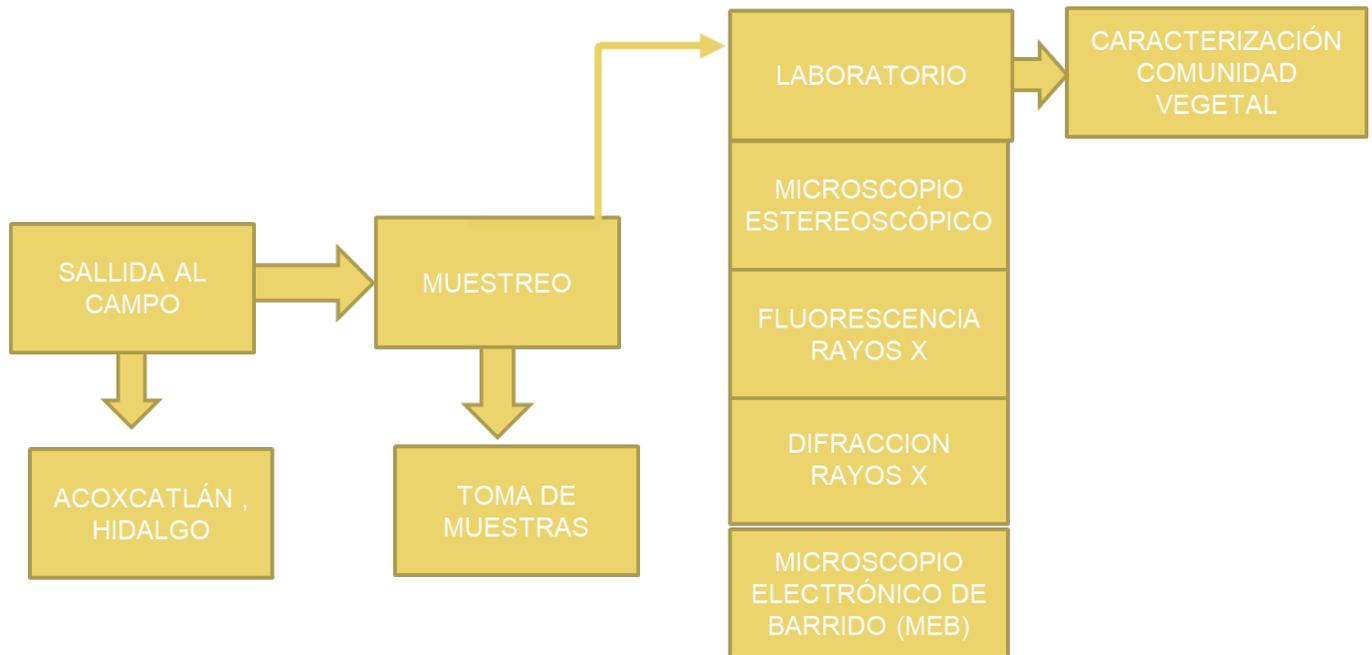


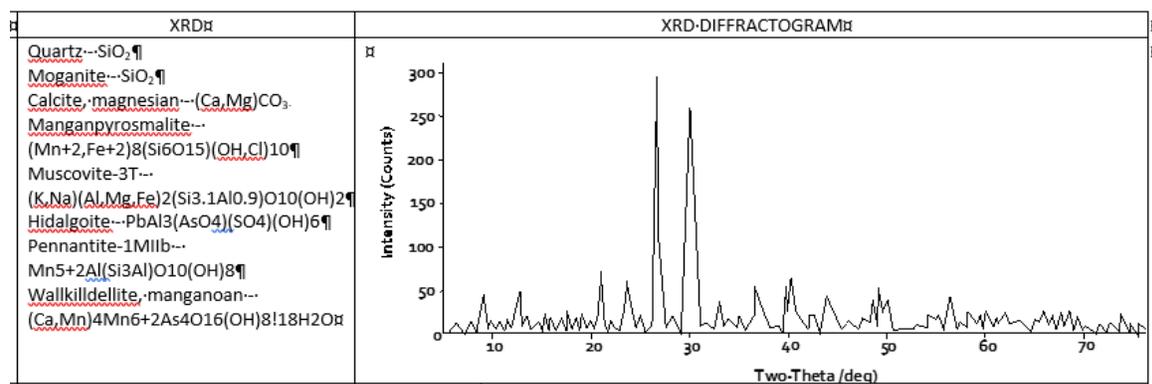
Figura 2. Diagrama de la metodología aplicada

Resultados

1. Fases mineralógicas- Difracción de rayos X (DRX)

Las muestras analizadas contienen diferentes tipos de minerales cristalinos (Tabla 1). Las diferentes fases mineralógicas son Calcita (CaCO_3), Calcita-Magnesiaca ($(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$), Cuarzo (SiO_2) y Moganita (SiO_2).

Tabla 1. Difracción de rayos X (DRX) de las muestras analizadas



2. Geoquímica- Fluorescencia de rayos X (FRX)

La mineralogía es principalmente carbonatada, representada por calcita y aragonito. Los análisis indican que la calcita (CaCO_3) contiene cantidades de magnesio, hierro y manganeso. Mientras que el aragonito (CaCO_3) contiene menos cationes distintos del calcio que la calcita, el estroncio es frecuente y el bario menos frecuente (Tabla 2).

ELEMENTS (ppm)	SAMPLE M1	SAMPLE M2	SAMPLE M3	SAMPLE M4
Mg	11400	2080	1670	4670
Si	119000	16700	11000	24900
Cl	152	25.6	27.8	ND
K	9960	1630	1140	2460
Ca	191000	106000	152000	426000
Mn	120000	5760	1260	59200

Tabla 2. Fluorescencia de rayos X (DRX) de las muestras analizadas

3. Microscopio estereoscópico y microscopía electrónica de barrido (MEB-EDS)

Las estructuras vegetales se distribuyen en varias facies, generalmente sobre especímenes, y asociadas con plantas vasculares, helechos, líquenes y masas micritizadas.

3.1. . Microscopio estereoscópico

Las muestras tomadas en campo fueron observadas en el microscopio estereoscópico, en donde la comunidad vegetal se presenta en un sustrato carbonatado (Toba calcárea). Los helechos se encuentran ramificados, foliosos. Las hojas se distribuyen a lo largo de los tallos y ramas, de forma lanceolada-dentado, (Figura 3). En algunos de los casos se observa un incipiente a completo reemplazamiento de las hojas y tallos por carbonato de calcio (calcita).

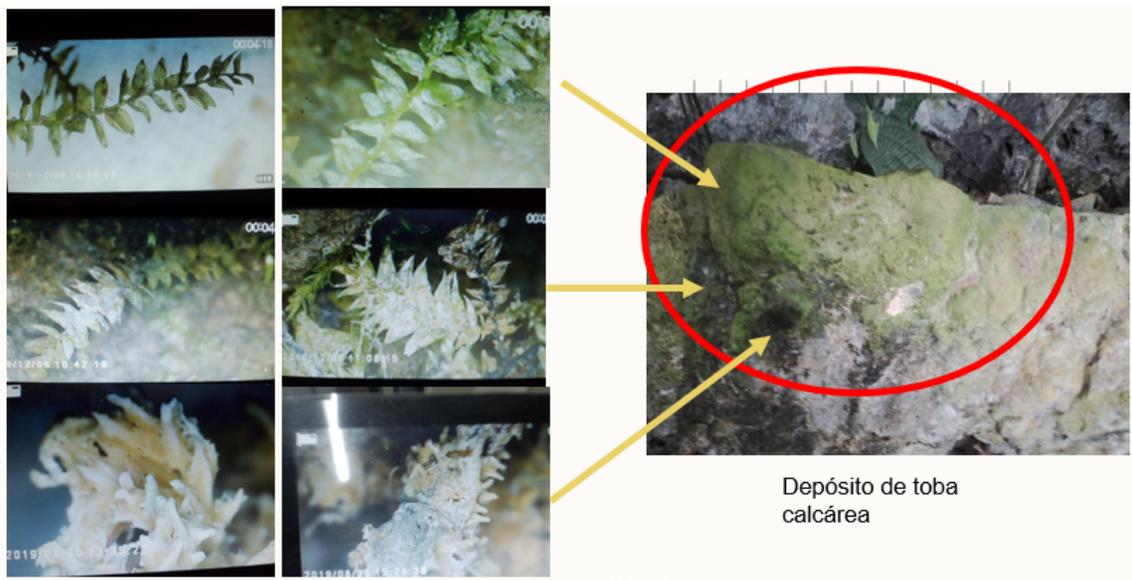


Figura3. Comunidad vegetal (helecho) observadas en los depósitos de tobas calcáreas

3.2. . Microscopia electrónica de Barrido (MEB-EDS)

Se observaron los helechos en el microscopio electrónico de arrido (MEB-EDS) con la finalidad de observar con mayor detalle las morfologías de sus hojas, resaltando un aspecto dentado y lanceolado con presencia de diatomeas y recristalización de calcita en las hojas y tallos (Figura 4).

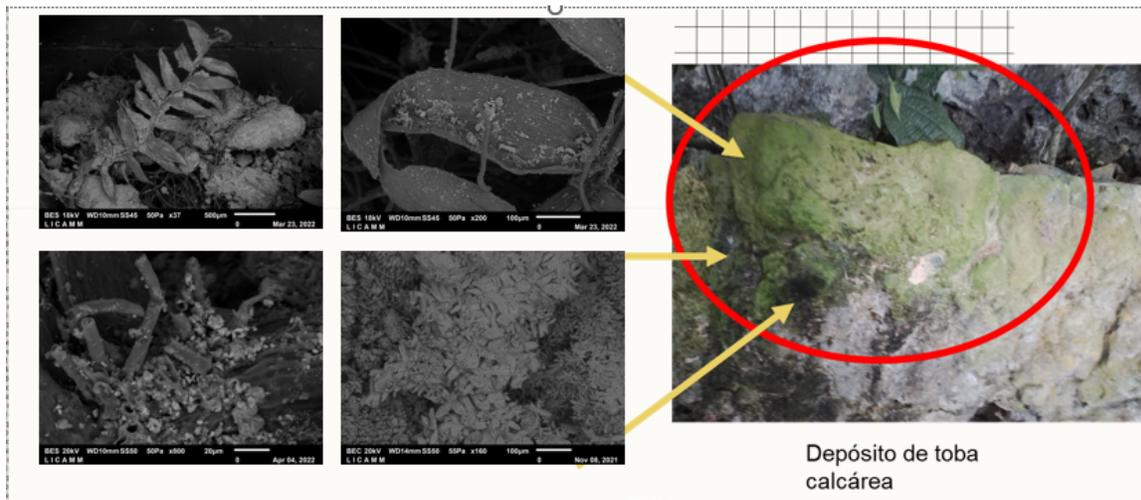


Figura 4. Morfología de los helechos observadas en los depósitos de tobas calcáreas

Conclusiones

Los depósitos de tobas calcáreas de la comunidad de Acoxcatlán, Hidalgo, se formaron en taludes y/o al pie de surgencias kársticas donde el desnivel de los saltos, el volumen, así como la regularidad de las descargas de agua de los acuíferos kársticos condicionaron la formación de estos depósitos. La sedimentación de la toba calcárea se debe a los flujos de agua liberados de los acuíferos kársticos. La precipitación debida a la desgasificación físico-química es el factor principal para la deposición de depósitos de tobas calcáreas. Estas acumulaciones carbonáticas, ricas en restos vegetales, se precipitan en manantiales, donde formaron depósitos constituidos por calcita con bajo contenido en magnesio y generalmente no estratificados; Además, están formados por cuerpos de distribución irregular, escasa continuidad lateral y con distintas facies petrográficas, cuyo carácter, poco o muy litificado, depende de una evolución diagnóstica favorecida por factores locales y/o temporales, su génesis y desarrollo determinan los comportamientos de tectónica y/o tendencias hacia el agravamiento o incisión de las redes fluviales. Tomando en cuenta los análisis realizados la composición química predominante es el carbonato de calcio representada por las fases minerales de calcita y aragonito, las comunidades vegetales observadas sobre los depósitos de tobas calcáreas son plantas vasculares, helechos y líquenes. Es importante resaltar el reemplazo incipiente y/o total de carbonato de calcio sobre las hojas y tallos de los helechos observados.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al laboratorio LICAMM de la Universidad de Guanajuato por su apoyo en la realización de los análisis de Difracción de rayos X, Fluorescencia de rayos X y Microscopia electrónica de barrido (MEB-EDS). Un especial agradecimientos a los técnicos académicos Jesús Rene Báez Espinosa y Cristina Daniela Moncada Sánchez.

Referencias

- Abad, C. A. (2017). Tobas y facies asociadas. Una factoría de carbonatos continentales en el Cuaternario. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 25(1), 65-65
- Carcavilla, L., Vegas, J., Cabrera, A M., 2019. Establecimiento de una tipología específica de formaciones tobáceas. Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 20 pp.
- Ford, T. D., Pedley, H. M. ,1996. A review of tufa and travertine deposits of the world. Earth-Science Reviews, 41(3-4), 117-175.