

ESTUDIO QUIMICO-ESTRUCTURAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS DE TRES ZONAS DE CUBA MEDIANTE DIFRACCIÓN DE RAYOS X Y ESPECTROMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

Norma Raisa Furet¹, Angel Dago¹, Ana Cecilia Rodríguez¹, Juan R. Fagundo¹, Maritza Llerena², Bárbara Luna¹, Carmen Portilla¹

1-Centro Nacional de Investigaciones Científicas, MES, La Habana. Cuba

2- Instituto de Geografía, CITMA, La Habana. Cuba

RESUMEN

El estudio geoquímico de las rocas sedimentarias y las características químico-estructurales de una zona determinada permiten interpretar la evolución geodinámica de un área determinada. Por tal motivo son de gran importancia económica las investigaciones relacionadas con las propiedades físico-geoquímicas de las rocas.

Se determinan la composición mineral de rocas provenientes de las zonas de Ciénaga de Zapatas (Provincia Matanzas), manantial Mal Paso, cueva Pío Domingo (Provincia de Pinar del Río) y de los Bajos Tatras (Eslovaquia) mediante los métodos de Espectrometría de Absorción Atómica, obteniendo como resultado diferentes niveles de concentraciones de Zn, Ca, Mg, Cu, Co, Fe, Ni, Mn, Na, K, Pb, Cd según la zona. Se determinó la composición de fases mineralógicas, y se encontró como fases principales la calcita y dolomita. La información obtenida es un aporte para la evaluación de los procesos de intemperismo en las zonas estudiadas.

INTRODUCCION

Las rocas calizas están formadas principalmente por minerales carbonatados y son ampliamente propagadas en la naturaleza. En particular, en Cuba más del 65 % del archipiélago cubano está constituido por minerales carbonatados y sus rocas tienen edades desde el Jurásico hasta el Cuaternario, que han sido afectadas por los procesos de intemperismo entre ellos el de calcificación.

En la provincia de Pinar del Río una de las zonas de importancia es el miembro Tumbadero, al cual pertenece la cueva de Mal Paso. Esta unidad litoestratigráfica consiste en calizas micríticas, con frecuencia laminadas, bien estratificada (0.1 a 0.3 m) y calcilutitas con intercalaciones de pedernal negro. El miembro Tumbadero aparece en todas las secciones de la formación Guasasa, y tiene un espesor que varía entre 20 y 45 m (1).

La zona de la Ciénaga de Zapata está constituida principalmente por materiales carbonatados y carbonatados-terígenos de edades comprendidas entre el Oligoceno y el Pleistoceno, que reposan discordantemente sobre un sustrato esencialmente margoso o detrítico arcillosos de edad Paleógeno. También se observan sistemas de fractura distensivas bastante espaciadas que pueden llegar a afectar, incluso, a los sedimentos del Pleistoceno.

Las rocas calizas son sedimentos químicos o biógenos marinos. La calcita (CaCO_3) y la dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) forman parte de las rocas carbonatadas en calidad de principales minerales constituyentes de rocas; se encuentran como mineral hidrotermal de baja temperatura en los filones metalíferos y los skarns. Se forman en las grutas cársicas, así como en las costras de meteorización.

La calcita (CaCO_3) tiene una estructura cristalina en el sistema trigonal, con cristales diversos principalmente romboedros y escalenoedros, a veces maclados. Su estructura está formada por los iones Ca^{2+} , que se encuentran en coordinación octaédrica con los iones de oxígeno que pertenecen a los vértices del anión triangular $[\text{CO}_3]^{2-}$. Son frecuentes las impurezas de Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , a veces Pb^{2+} , $[\text{SO}_4]^{2-}$, etc. Es un mineral simple (2).

La dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) tiene una estructura cristalina semejante a la de la calcita con disposición ordenada de los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} . Cristaliza en el sistema trigonal. Suele encontrarse en forma de agregados cristalinamente granulados. Forma también masas porosas y terrosas. Su color es blanco o pardo claro. Su origen es sedimentario y se forma también por transformaciones de las calizas bajo la influencia de las soluciones magnesianas. Hidrotermal en filones minerales. Contiene a menudo impurezas de Fe^{2+} . (2).

Para una mejor interpretación de los procesos geodinámicos que ocurren en un área determinada, es conveniente el estudio, de además de las propiedades geofísicas de las rocas sedimentarias, de las propiedades químico-estructurales de las mismas y el estudio de la interrelación agua-roca, como parte del proceso de disolución de los minerales de las rocas en las aguas.

El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio de rocas sedimentarias de tres zonas de Cuba y una de Eslovaquia (Bajos Tatras) en cuanto a su composición elemental y mineralógica, para obtener una mayor información acerca de los procesos de intemperismo.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de rocas estudiadas son provenientes de las provincias de Pinar del Río, de Matanzas y una muestras de roca de los bajos Tatras de Eslovaquia y una muestra patrón de Dolomita. Las muestras fueron debidamente trituradas y homogeneizadas para las mediciones. En la Tabla 1 se presentan las características geológicas de las muestras estudiadas.

Tabla 1 Características geológicas de las muestras de rocas sedimentarias estudiadas

Muestra	Zona	Provincia	Tipo de Roca	Edad
SMP-1	Manantial Mal del Paso	Pinar del Río	Caliza Guasasa	Cretácico
SPD-2	Cueva Pío Domingo	Pinar del Río	Caliza Jagua	Jurásico
SCZ-3	Ciénaga de Zapata	Matanzas	Caliza Guines	Mioceno
SBT-4	Bajos Tatras	Eslovaquia	Dolomita Tatras	Jurásico

Se realizaron mediciones por DRX para la determinación de la composición mineralógica de las muestras de sedimento, utilizando el método de análisis cualitativo, que consiste en la determinación de las distancias interplanares ($d\text{-hkl}$) y las intensidades relativas (I/I_0) de las reflexiones características para cada fase (3). Las mediciones fueron realizadas en un difractor HZG-4, usando la radiación Cobalto.

La concentración elemental de los sedimentos estudiados se realizó por vía volumétrica para la determinación de Ca y Mg y mediante espectrometría de absorción atómica para otros elementos. La descripción de la metodología de medición por absorción atómica se presenta en el trabajo (4).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 y 3 se presentan los resultados del análisis para la determinación de las fases cristalinas de las muestras estudiadas.

La muestra proveniente de Mal del Paso (Tabla 2-a) presentan las distancias interplanares correspondiente a la calcita [CaCO_3] con la línea de mayor intensidad en la 3.02. Igualmente las líneas de débil intensidad (d) corresponden a esta fase, por lo que se observa una roca formada principalmente por calcita.

Para la muestra proveniente de la cueva Pío Domingo, los resultados de las mediciones (Tabla 2-b y Fig. 1) muestran una alta concentración de calcita con una línea ($d= 2.89$) característica de la dolomita.

La muestra perteneciente a la Ciénaga de Zapata presenta en su composición la Dolomita (mayormente) conjuntamente con líneas de menor intensidad correspondiente a la Calcita.

La muestra escogida de los Bajos Tatra de Eslovaquia es una dolomita altamente pura y esto se confirma en la Tabla 3-b.

Tabla 2. Distancia interplanar de las fases presentes en las muestras: a-SMP-1 b-SPD-2

No	d	I/Io	Fase	No	d	I/Io	Fase
1	3.83	5	Calcita	1	3.85	10	Calcita
2	3.43	d	-	2	3.34	10	-
3	3.33	d	-	3	3.03	100	Calcita
4	3.02	100	Calcita	4	2.89	5	Dolomita
5	2.83	d	Calcita	5	2.84	5	Calcita
6	2.79	d	-	6	2.486	10	Calcita
7	2.70	d	-	7	2.277	15	Calcita
8	2.486	5	Calcita	8	2.091	15	Calcita
9	2.277	10	Calcita	9	1.919	5	Calcita
10	2.087	10	Calcita	10	1.907	10	Calcita
11	1.907	10	Calcita	11	1.870	10	Calcita
12	1.870	10	Calcita	12	1.622	5	Calcita
13	1.622	d	Calcita	13	1.601	5	Calcita
14	1.601	d	Calcita	14	1.521	5	Calcita
15	1.523	d	Calcita	15	1.438	5	Calcita
16	1.438	d	Calcita	16	1.418	5	Calcita
17	1.421	d	Calcita				

Tabla 3. Distancia interplanar de las fases presentes en las muestras: a-SCZ-3 b-SBT-4

No	d	I/Io	Fase	No	d	I/Io	Fase
1	4.03	5	Dolomita	1	4.03	5	Dolomita
2	3.83	5	Calcita	2	3.69	5	Dolomita
3	3.70	5	Dolomita	3	-	-	-
4	3.38	5	-	4	2.88	100	Dolomita
5	3.02	45	Calcita	5	2.67	5	Dolomita
6	2.889	100	Dolomita	6	2.54	10	Dolomita
7	2.681	5	Dolomita	7	2.400	5	Dolomita
8	2.544	5	Dolomita	8	2.192	10	Dolomita
9	2.481	5	Calcita	9	2.064	15	Dolomita
10	2.405	10	Dolomita	10	2.013	5	Dolomita
11	2.272	10	Calcita	11	1.846	10	Dolomita
12	2.196	20	Dolomita	12	1.804	5	Dolomita
13	2.088	5	Calcita	13	1.785	10	Dolomita
14	2.020	10	Dolomita	14	1.564	10	Dolomita
15	1.903	5	Calcita	15	1.543	5	Dolomita
16	1.867	5	Calcita	16	1.465	5	Dolomita
17	1.849	5	Dolomita	17	1.443	5	Dolomita
18	1.809	10	Dolomita	18	1.428	5	Dolomita
19	1.793	10	Dolomita	19	1.388	5	Dolomita
20	1.598	5	Calcita	20	1.335	5	Dolomita
21	1.568	5	Dolomita				
22	1.548	5	Dolomita				
23	1.469	5	Dolomita				

Tabla 4. Concentración (%) de Ca² y Mg² de los sedimentos estudiados por vía volumétrica.

Catión	SMP-1	SPD-2	SCZ-3	SBT-4	Patrón
Ca	37.57	36.69	24.87	20.86	20.79
Mg	0.99	1.22	9.87	13.63	13.53

Tabla 5. Concentración (%) de los elementos presentes en los sedimentos estudiados mediante espectrometría de absorción atómica.

Catión	SMP-1	SPD-2	SCZ-3	SBT-4
Cu	0.070 ± 0.003	0.076 ± 0.004	0.049 ± 0.001	0.057 ± 0.001
Co	0.017	0.046 ± 0.006	0.053 ± 0.01	0.096 ± 0.006
Ni	0.42 ± 0.03	0.041	0.041 ± 0.01	0.045 ± 0.01
Mn	0.12 ± 0.01	0.65 ± 0.08	0.019 ± 0.001	0.31
Na	0.75	0.83 ± 0.1	0.42 ± 0.01	0.64 ± 0.04
K	0.84 ± 0.02	1.2 ± 0.1	0.07	0.11 ± 0.02
Pb	0.49	0.56 ± 0.11	0.49	0.40 ± 0.12
Cd	0.066 ± 0.005	0.056	0.073 ± 0.014	0.087 ± 0.005
Zn	0.39 ± 0.04	0.38 ± 0.01	0.42 ± 0.05	0.40 ± 0.01

Los resultados de la determinación de la concentración elemental se presentan en las Tablas 4 y 5. La Tabla 4 muestra las concentraciones de Ca² y Mg². Se observa que el elemento mayoritario en todas las muestras es el calcio, lo que confirma la gran concentración de Calcita en las muestras de las rocas sedimentarias de Mal Paso y Pío Domingo, donde los resultados de DRX dan como fase principal a la calcita. Para estas dos muestras (SMP-1 y SPD-2) la concentración de Mg²⁺ es mucho menor que la de Ca²⁺, lo que es característico en estos minerales.

La concentración de Mg²⁺ es ligeramente menor que la del Ca²⁺ para las muestras procedentes de la Ciénaga de zapata, donde la fase principal es la dolomita conjuntamente con la calcita. La muestra de los Bajos Tatas, que es una dolomita bastante pura (no se identifican otras fases) al igual que la dolomita patrón, presentan concentraciones parecidas de Ca² y Mg². La concentración de otros elementos se presenta en la Tabla 5.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran una mayor concentración de calcita para las zonas de: Tumbadero identificada como una unidad de rocas caliza micríticas; y para la zona de la cueva Pío Domingo perteneciente a la formación Jagua consistente en calizas y argilitas agrupadas en cuatro conjuntos litológicos: caliza micríticas, coquiníticas, bioclásticas y margosas.

La dolomita conjuntamente con la calcita son las fases principales de la muestra procedente de la Ciénaga de Zapata, Para la muestra SBT-4 la fase única es la dolomita, con concentraciones de Ca²⁺ y Mg²⁺ semejantes a la dolomita patrón y equilibradas entre estos elementos (en meq/L), como es característico en la cinética de la dolomita.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los colegas del Laboratorio de Análisis Químico de Dpto. de Biofertilizantes y Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de La Habana y la colega Griselda Benítez de nuestro laboratorio, por las mediciones de concentración por vía volumétrica.

REFERENCIAS

1. Milovski A.V. y Kónonov O. V. "Mineralogía". De. Mir Moscú, pp. 215-223, 1982.
2. Pszczolkowski A. y col. "Contribución a la Geología de la Provincia de Pinar del Río". Ed. Editorial Científico-Técnica, La Habana, pp. 11-25, 1987.
3. Cullity, B Elements of X-ray diffraction. De. Adison-Wesley Publishing Co., Inc., pp. 78-96, 1967.
4. Rodríguez A.C., Luna B., Quevedo O., Furet N.R. Determinación de metales traza por espectrofotometría de absorción atómica en fangos minero medicinales en Libro: "Contribuciones a la Hidrología y Medio Ambiente". De. Publicaciones Universidad Jaume I, España, pp. 319-324, 1996.