

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA

BOLETÍN NÚMERO 94

LAS ARCILLAS DE LA CUENCA
CARBONÍFERA DE COAHUILA

MONTMORRILLONITA DE ESTRUCTURA
INTERESTRATIFICADA

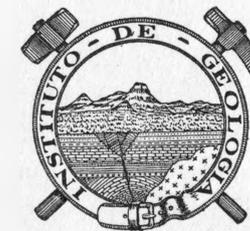
POR

LIBERTO DE PABLO GALÁN

LA CELDA REDUCIDA

POR

FRANCISCO J. FABREGAT GUINCHARD



MÉXICO, D. F.

1972

LAS ARCILLAS DE LA CUENCA
CARBONÍFERA DE COAHUILA



Primera edición: 1972

DR © 1972, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria. México 20, D. F.

DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES

Impreso y hecho en México

ASOCIACIÓN MEXICANA DE
LAS ARCLLAS DE LA CIENCIA
CARBONIFERA DE COAHUILA

CONTENIDO

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	7
Datos experimentales	8
Difracción de rayos X	9
Microscopía electrónica	12
Composición química	12
Exámenes físicos	12

CONCLUSIONES	13
------------------------	----

Bibliografía	14
------------------------	----

Tablas

I. Distancias interplanares	10
II. Distancias interplanares	11
III. Análisis químico	13
IV. Equivalente pirométrico	13

Ilustraciones

1. Registros de difracción de rayos X	16
2. Registros de difracción de rayos X	17
3. Registros de difracción de rayos X	18
4. Registros de difracción de rayos X	19
5. Registros de difracción de rayos X	20
6. Micrografías electrónicas	
7. Micrografías electrónicas	
8. Micrografías de las arcillas	
9. Micrografía y difracción electrónicas	
10. Micrografía electrónica	
11. Micrografía electrónica	
12. Micrografía electrónica	
13. Micrografía electrónica de bacterias fósiles	

LAS ARCILLAS DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE COAHUILA

LIBERTO DE PABLO GALÁN *

RESUMEN

Arcillas asociadas a la Cuenca Carbonífera de Coahuila, en la formación Olmos, fueron muestreadas en las cercanías de Monclova, Coahuila, de arriba abajo y entre las capas de carbón. Su estudio mineralógico por difracción de rayos X, microscopía y difracción electrónica y química indica que contienen abundante cuarzo y como mineral arcilloso, caolinita dioctahédrica desordenada en ambos ejes y filosilicatos interestratificados desordenados en tres capas tipo ilita: montmorrillonita, con interestratificación que varía de 0.7:0.3 a 0.5:0.5, 10:15.4A. La caolinita es de morfología pseudo hexagonal, con tendencia a enrollarse a formas tubulares y, los interestratificados, son de forma indefinida y menor absorción en el haz electrónico. Se establece que su paragenesis implica alteración de rocas volcánicas, sedimentación y metamorfismo en medio marino, bajo mares transgresivos, durante el Cretácico Superior, coincidiendo con lo admitido por otros autores para la formación carbonífera de Coahuila.

INTRODUCCIÓN

En el Noroeste de México, cubriendo una extensa región de los Estados de Coahuila y Nuevo León, se localizan los yacimientos de carbón más importantes del país. Asociadas al carbón se presentan arcillas, hasta ahora no descritas, en las que se ha mostrado interés económico para uso posible de la industria cerámica. Salas (1960) proporcionó al autor muestras de arcillas inmediatas al carbón, en la zona de Monclova, que son objeto del presente estudio.

Sobre la geología de la cuenca carbonífera de Sabinas, Roebeck, Pesquera y Ulloa (1956) reportan que está constituida por rocas sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Reciente e incluyen areniscas, calizas, lutitas, margas, conglomerados continentales y derrames basálticos, con acumulaciones de yeso y carbón. Del Jurásico es la formación "La Casita", donde

* Investigador Titular del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

se encuentran lutitas marinas con yeso y poco carbón, que aflora en los potreros de Ovallos y Menchaca. En el Cretácico se alternan calizas que corresponden a (Menchaca, Podillo, Cupido, Aurora, Buda) y lutitas marinas (que corresponden a Barril Viejo, La Mula, La Peña, Grayson, Eagle Fort, arcilla Upsen). Sobre la arcilla Upsen descansan las formaciones San Miguel y Olmos, formada esta última de lutitas grises y arcilla arenosa, fina, intercalada con arenisca gris fina, suave y dura, conteniendo los depósitos de carbón. Se le han diferenciado cinco zonas litológicas: carbón, en fongolitas que derivan a arenas y margas con concreciones ferruginosas y capas fosilíferas superiores; areniscas distrificadas; limonita; conglomerados y limonitas superiores. Sobre la formación Olmos sobreyace "La Escondida" y, finalmente, en el Cuaternario, se derramaron las lavas basálticas Esperanza que fluyeron en distancias apreciables.

Sobre la geología histórica, los mismos autores admiten una serie de eventos en que la península de Coahuila que, en el Cretácico era una masa continental de bajo relieve, dio lugar a los miembros del Cretácico Superior. Mares trasgresivos dejaron areniscas blancas, fango y flora que pasó a turba (formación Olmos), en condiciones palustres, marinas y continentales. Hacia el final del Cretácico, se elevó sobre el mar, siguiendo después las formaciones basálticas del Cuaternario.

Muestras de las arcillas inmediatamente arriba y abajo de los horizontes de carbón, en la formación Olmos, fueron proporcionadas por Salas (1969) y estudiadas por las técnicas mineralógicas comunes, con los resultados que se indican a continuación.

DATOS EXPERIMENTALES

Dichas arcillas, megascópicamente, son de color marrón oscuro, plásticas, partículas de fino tamaño, suaves al tacto, con arena fina diseminada. Se colectaron muestras: 1) entre las capas de carbón; 2) arriba del carbón principal, en cape; 3) 1 mt. arriba; 4) 0.5 mt. abajo; 5) 0.5 mt. arriba de la capa inferior de carbón; 6) 0.5 mt. abajo, y 7) arriba del carbón La Florida.

Para su estudio mineralógico, las muestras se disgregaron suavemente en mortero de ágata, secaron sobre ácido sulfúrico y analizaron químicamente y por difracción de rayos X; parte de la misma muestra se dispersó ultrasónicamente en agua, sedimentó y examinó por microscopía y difracción electrónica. Los estudios de rayos X se hicieron en un difractómetro Philips, radiación Cokx, ángulos de Bragg de 2° a 80°, sobre muestras naturales y

glicoladas. Para microscopía y difracción electrónica, se usó una unidad Philips EM100C, depositando las suspensiones sobre rejillas de cobre cubiertas de colodión. Los análisis químicos fueron según las técnicas convencionales para el análisis de silicatos.

Difracción de rayos X

Los registros de difracción de rayos x se presentan en las figs. 1, 2, 3 y 4, para especímenes no orientados, y 5, para las mismas después de tratarse con etilen glicol. En las tablas I y II se indican los valores medidos para las distancias interplanares.

Se observa que todas ellas contienen minerales arcillosos dioctahédricos, caolinita, hidrómica e interestratificados, siendo altas en cuarzo. Muestra 1—fig. 1— es predominante caolinita, cuarzo y minerales interestratificados, comparable a los ejemplares 2 y 3 que son más silicosos. Muestras 4, 5, 6 y 7, figs. 3 y 4, con caolinitas silicosas con minerales interestratificados ligeramente diferentes de los anteriores.

MacEwan (1958) y MacEwan y otros (Ruiz Amil, 1959; Ruiz Amil y Brown, 1961) discuten el cálculo de la interestratificación en filosilicatos y deducen una serie de curvas correspondientes a la variación de la intensidad de las reflexiones o de la función de mezclado con la distancia interplanar recíproca. Por comparación simple se concluye que los minerales interestratificados en estas arcillas corresponden a filosilicatos tipo illita: montmorillonita, interestratificación desordenada en tres capas con porcentajes que varían desde 0.7:0.3 a 0.5:0.05, 10:15.4A.

TABLA I

DISTANCIAS INTERPLANARES DE ARCILLAS DE LA CUENCA CARBONIFERA DE COAHUILA

1				3			
Original		Glicolada		Original		Glicolada	
d	I	d	I	d	I	d	I
38.0	D	38.6	D			39.4	DM
32.0	D					31.0	
26.07	D	25.63	DM	29.2	DM	29.2	M
22.37	D					25.02	
19.01	M			18.00	N5	20.98	
18.30						16.80	
14.66		15.33	I	14.87		15.55	I
		14.45		14.25		14.25	
13.89	I			13.71	I	12.83	
13.32				13.32		12.36	
12.83		12.67		12.67			
12.20	MI	12.20	MI	11.93			
11.50	M	11.68				11.80	
10.70	D	11.17	M			11.04	M
10.05	D	10.47	D			10.37	
		9.00	D	10.08	DM	9.88	D
		8.86	D	9.18	D	9.25	D
8.42	DM	8.50	D			8.89	M
		8.15	D			8.64	M
						7.68	MI
						7.35	
7.15	II	7.00	II	7.15	M	7.15	
6.47	D			6.73	D		
6.20				6.39			
				6.24	DM		
				5.99	D		
				5.40	DM		
5.07	M			5.11			
4.97				5.10	DM		
4.87	M						
4.77	M						
4.49	I			4.49	M		
4.38	M			4.38	M		
4.26	MI			4.26	MI		
4.17	M			4.17	D		
3.98	D			3.90	DM		
3.85	D						
3.75	D			3.75	DM		
3.58	I			3.56	M		
				3.52	M		

TABLA II

DISTANCIAS INTERPLANARES DE ARCILLAS DE LA CUENCA CARBONIFERA DE COAHUILA

4				7			
Original		Glicolada		Original		Glicolada	
d	I	d	I	d	I	d	I
		35.4	D			34.2	M
						28.4	MI
25.02	D			25.63	DM	25.02	DM
22.83						18.68	D
		15.33	MI	15.33		14.87	M
14.08	DM	14.08	D	14.66	I	13.89	
		13.15	I	13.32	I	11.80	
		12.67		12.82	I		
12.20	I	11.54	I				
11.80				11.29			
11.04		10.70				10.37	M
10.70		10.31				10.17	
10.10	D	10.08		10.08	D	9.88	
9.10	D	9.70	M	8.86	D	9.01	M
		9.01				8.86	
		8.42	M			8.50	D
		8.15					
				7.68	MD		
				7.35			
7.15	DM	7.00	M	7.15		7.15	MI
6.43	D						
6.17					6.17	MD	
5.57	D						
5.13	M			5.18	MD		
5.07				5.10			
4.94				4.85			
4.49	MI			4.49	M		
4.26	I			4.26	I		
				4.16	D		
				3.98	D		
3.75	D			3.17	DM		
3.58	DM			3.58	M		

Microscopía electrónica

Micrografías electrónicas de dispersiones de las arcillas se presentan en las figs. 6 a 12. La muestra 1-fig. 6- contiene cristales pseudo hexagonales de caolinita e irregulares, de menor absorción, que seguramente corresponden a la arcilla interestratificada. Son comunes las formas pseudocilíndricas o tubulares, transparentes, posiblemente de bacterias. En la micrografía 7, la muestra 2 indica cristales enrollados de caolinita desordenada, e igualmente, formas orgánicas. Por el contrario, el ejemplar 3 se caracteriza por cristales irregulares que no sugieren ningún mineral en particular, y que se presume corresponden a los mismos filosilicatos interestratificados.

La muestra 5 —fig. 8— es de cristales irregulares y pseudo hexagonales con tendencia a enrollarse y que, en gran aumento, producen excelentes difracciones de ejes horizontales ligeramente menores que aquellos de biotita. Las figs. 9 y 10, correspondientes a la muestra 7, parecen sugerir dos fases, una con tendencia a enrollarse. Finalmente, la fig. 11 muestra un diminuto cristal enrollado de caolinita desordenada, mientras que la fig. 12 corresponde a las posibles bacterias vistas en el espécimen 5.

Composición química

En la tabla III se presentan los análisis químicos de las arcillas originales no sometidas a ningún proceso de clasificación. Indican contenidos altos de sílice libre y combinado, bajo la alúmina y relaciones de álcalis y alcalinotérreos que, no permitiendo una clasificación estricta dentro de los grupos tradicionales de minerales arcillosos, sugieren una asociación o estratificación tipo illita; montmorrillonita.

Exámenes físicos

En un principio se pensó que, por su aspecto megascópico, plasticidad, textura, paragenesis, etcétera, y, al igual que ocurre con otras arcillas asociadas a yacimientos de carbón, las muestras aquí estudiadas pudieron ser de interés económico en la industria cerámica, como arcillas plásticas. Para ello, se decidió determinar su equivalente paramétrico y comportamiento al quemado, con los resultados que se indican en la tabla IV.

TABLA III
ANÁLISIS QUÍMICO DE ARCILLAS
DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE COAHUILA

	MUESTRA						
	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	49.50	63.80	56.10	67.10	57.20	63.10	56.70
Al ₂ O ₃	31.70	18.20	17.90	19.50	20.20	16.48	21.60
Fe ₂ O ₃	2.15	3.25	8.59	1.98	5.68	5.02	5.00
FeO	1.41	0.39	3.71	0.88	3.58	3.61	3.45
CaO	0.70	1.86	1.00	0.79	1.19	1.75	1.87
MgO	1.74	1.24	2.00	1.19	1.89	1.66	1.18
Na ₂ O	0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.49	0.06
K ₂ O	1.19	2.24	2.06	2.67	2.16	1.68	1.96
H ₂ O	11.60	9.06	8.66	5.80	7.93	6.06	8.16

TABLA IV
EQUIVALENTE PIROMÉTRICO DE LAS ARCILLAS
DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE COAHUILA

MUESTRA	EQUIVALENTE PIROMÉTRICO
1	17
2	12
3	12
4	12
5	12
6	12
7	12

CONCLUSIONES

Los estudios presentados indican que las arcillas estudiadas de la cuenca carbonífera de Coahuila contienen cuarzo y, como minerales arcillosos, cao-

linita desordenada en ambos ejes y politipos interestratificados desordenados dioctahédricos ilite: montmorrillonita 10:15.4A, con porcentajes de estratificación que varían de 0.7:0.3 a 0.5:0.5. Los cristales de caolinita, siendo desordenados, son pseudo hexagonales y se enrollan fácilmente a formas tubulares irregulares mientras que, los interestratificados, son irregulares, de menor absorción en el haz electrónico.

Los análisis químicos no permiten, desgraciadamente, calcular la fórmula estructural de los filosilicatos estratificados, pero sí confirman la naturaleza ilita: montmorrillonita de la estratificación. Los altos valores de metales alcalinos y alcalinotérreos así lo sugieren.

Arcillas interestratificadas ilita: montmorrillonita no son muy comunes pero sí se han encontrado en diferentes ambientes. De Pablo (1970) reportó haberlas hallado en los yacimientos hidrotermales de Pathé, Hidalgo, México. Sudo y Shimoda (1969) identifican interestratificaciones mica: montmorrillonita en varias localidades pero, en particular, las arcillas procedentes de la formación carbonífera Noborikawa, en Sorachi, Hokkaido, Japón, son muy similares a las aquí descritas, tanto en composición química, como en características cristalográficas.

Sobre la paragenesis de estas arcillas, la abundancia de cuarzo y la arcilla caolinita desordenada y politipos desordenados ilita: montmorrillonita, se estima corresponden a la que Roebuck, Pesquera y Ulloa (1956) clasificaron como del Cretácico Superior, cuando material erosionado de la Península de Coahuila estuvo bajo la acción de mares trasgresivos, en condiciones palustres, marinas y continentales. La caolinita se considera de ambiente continental mientras que los politipos ilita: montmorrillonita parecen corresponder a un metamorfismo de montmorrillonita, o de material basáltico, a ilita, en condiciones marinas.

En cuanto a interés industrial, se es de la opinión que las arcillas estudiadas no son de interés económico.

BIBLIOGRAFÍA

- DE PABLO GALÁN, L. (1970). Montmorrillonita de estructura interestratificada. Bol. Inst. Geol. Univ. Nac. A. de México. En imprenta.
- MACÉWAN, D. M. C. (1956). Fourier transform methods for studying scattering from lamellar systems. I. A direct method for analysing interstratified mixtures. *Kolloid Zeitsch.* 149, 96-108.
- . (1958). Fourier transform methods for studying X-ray scattering from lamellar systems. II. The calculation of X-ray diffraction effects for various types of interstratification. *Kolloid Zeitsch.* 156, 61-67.

- y RUIZ-AMIL, A. (1959). Fourier transform methods for studying X-ray scattering from lamellar systems. III. Some calculated diffraction effects of practical importance in clay mineral studies. *Kolloid Zeitsch.* 162, 93-100.
- , RUIZ-AMIL, A. y BROWN G. (1961). Interstratified clay minerals. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. Ed. G. Brown. Mineralogical Society, London, 1961, pp. 393-445.
- ROEBUCK, R. C., PESQUERA, R. y ULLOA, S. (1956). Geología y depósitos de carbón de la región de Sabinas, Edo. de Coahuila. XX Congreso Geológico Internacional, México. pp. 1-103.
- SALAS, G. P. (1969). Comunicación personal.
- SUDO, T. y SHIMODA, S. (1969). Interstratified clay minerals. The clays of Japan. Geological Survey of Japan, pp. 155-156.

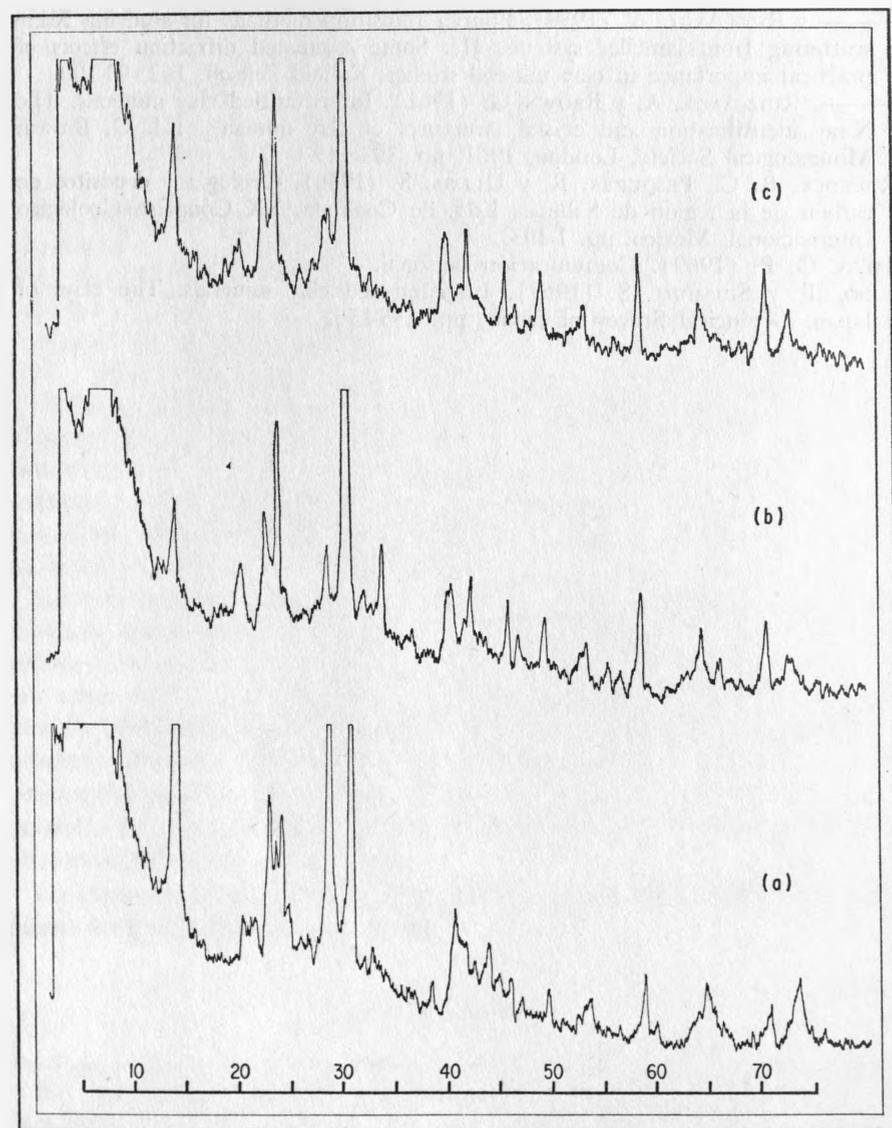


Figura 1. Registros de difracción de rayos X de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. Radiación $\text{CoK}\alpha$: a) arcilla de entre las capas de carbón; b) arriba del carbón, encape; c) 1 mt. arriba del carbón.

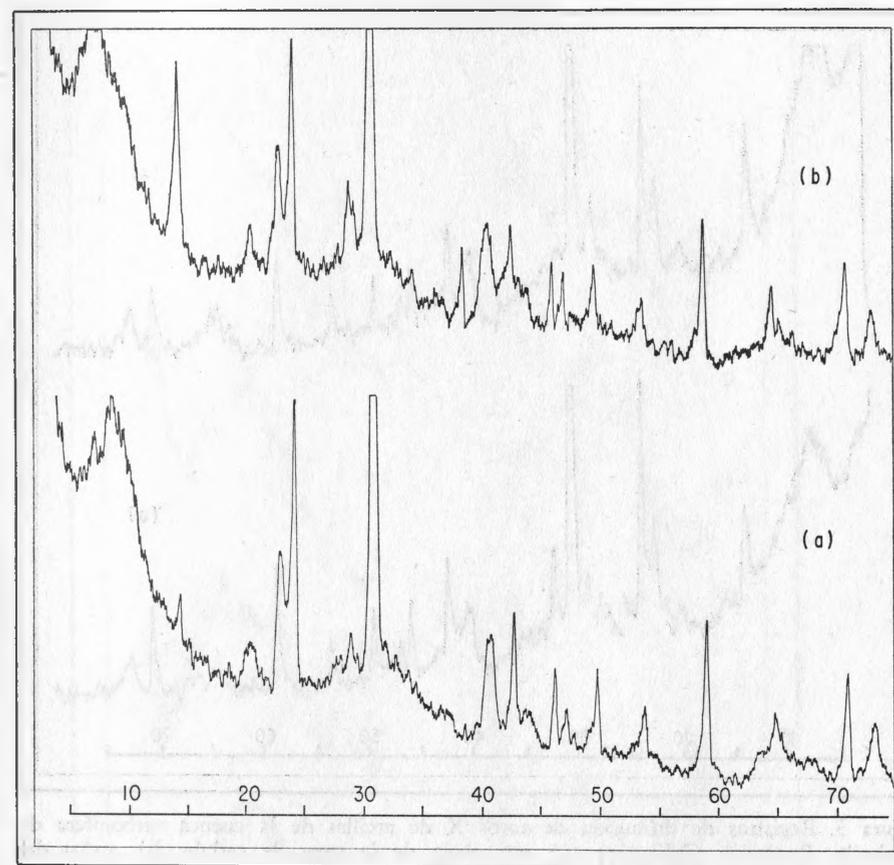


Figura 2. Registros de difracción de rayos X de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. Radiación $\text{CoK}\alpha$: a) arcilla 0.5 mt. abajo del carbón principal; b) 0.5 mt. arriba de la capa inferior de carbón.

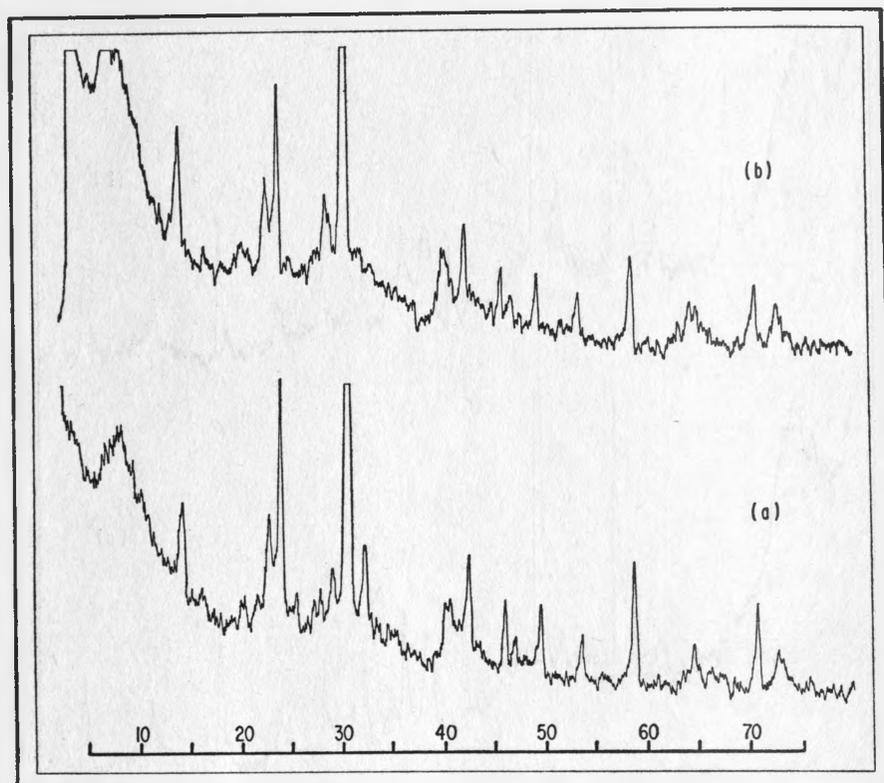


Figura 3. Registros de difracción de rayos X de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. Radiación $\text{CoK}\alpha$: a) 0.5 mt. abajo de la capa de carbón; b) arriba del carbón La Florida.

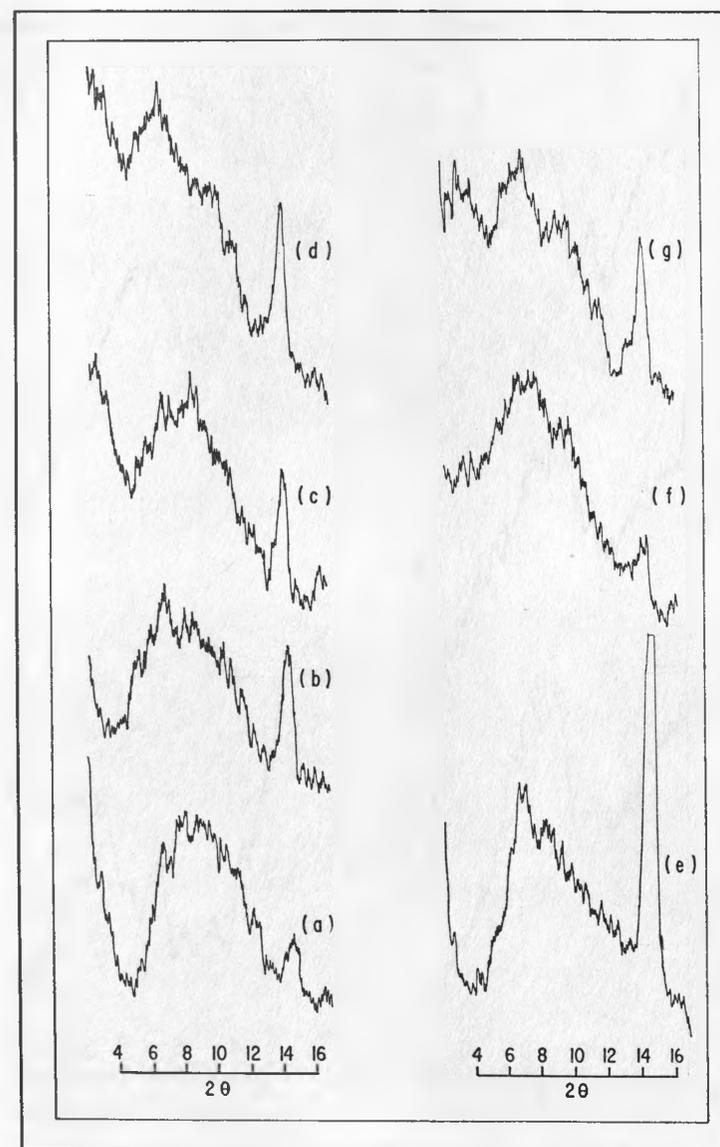


Figura 4. Registros de difracción de rayos X de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. Radiación $\text{CoK}\alpha$: a) 0.5 mt. abajo de la capa principal de carbón; b) 0.5 mt. arriba del horizonte inferior de carbón; c) 0.5 mt. abajo; d) arriba del carbón La Florida; e) enmedio de las capas; f) arriba, escape; g) 1 mt. arriba del carbón.

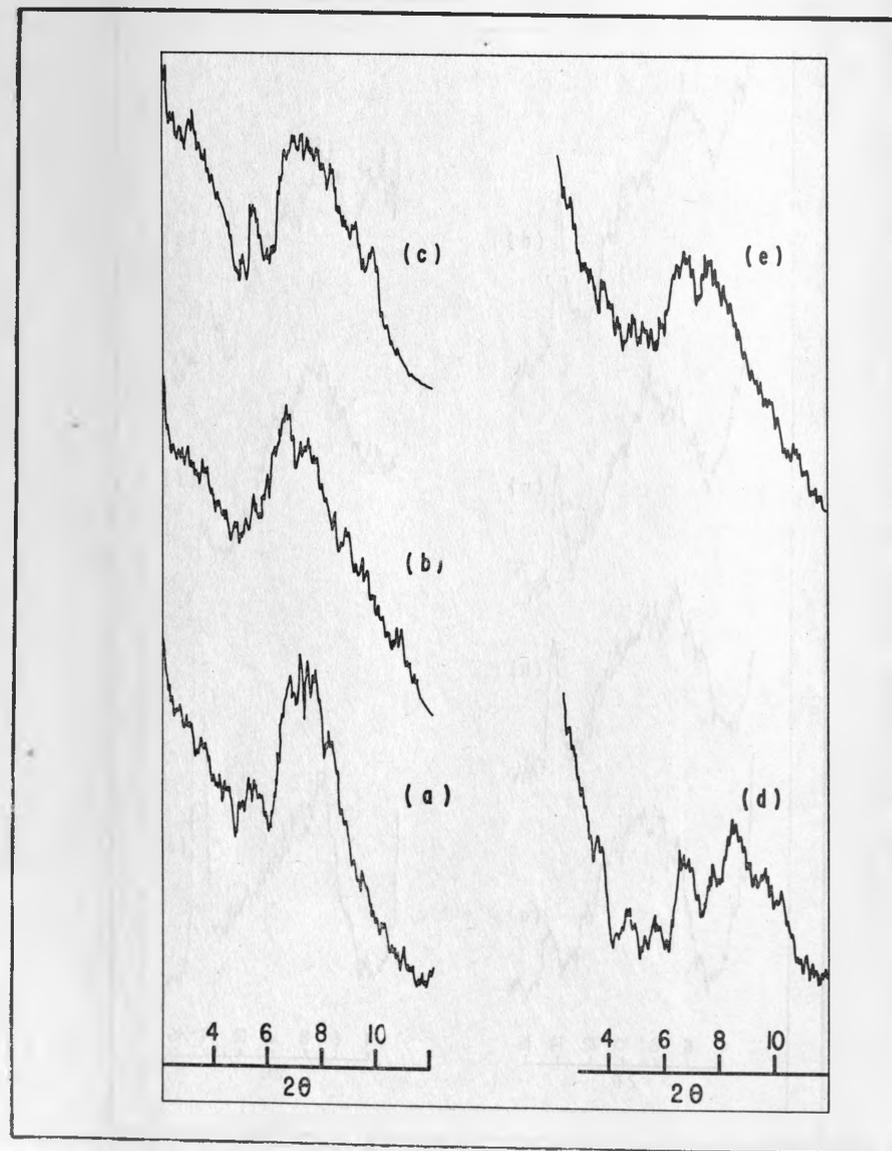


Figura 5. Registros de difracción de rayos X de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. Radiación $\text{CoK}\alpha$: Especímenes glicolados, a) entre las capas de carbón; b) arriba encape; c) 1 mt. arriba del carbón; d) 0.5 mt. arriba del horizonte inferior; e) arriba del carbón La Florida.

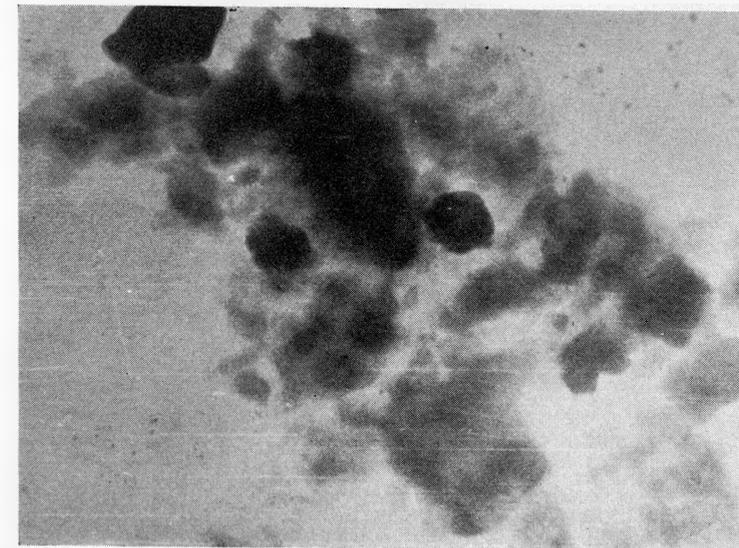
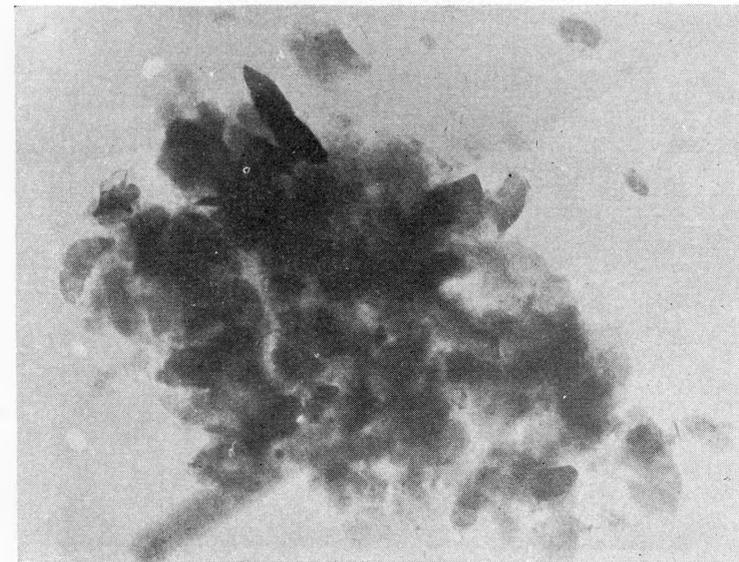


Figura 6. Micrografías electrónicas de la arcilla entre las capas de carbón, de la cuenca carbonífera de Coahuila; a) 14 800 x; b) 11 300 x.

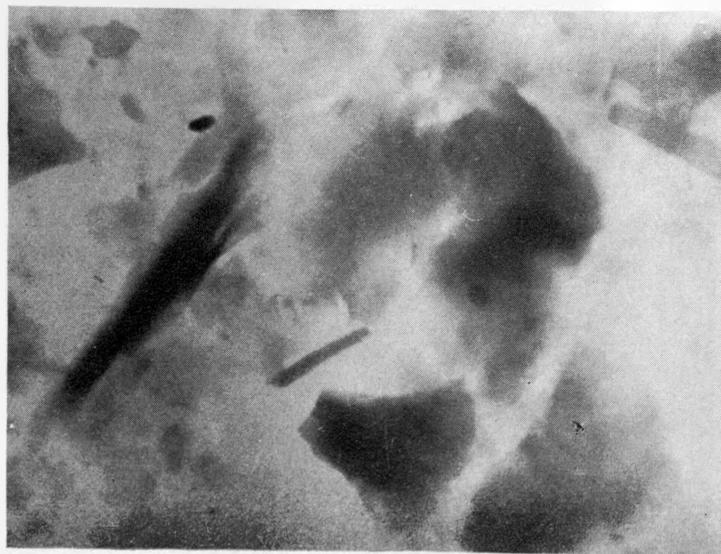
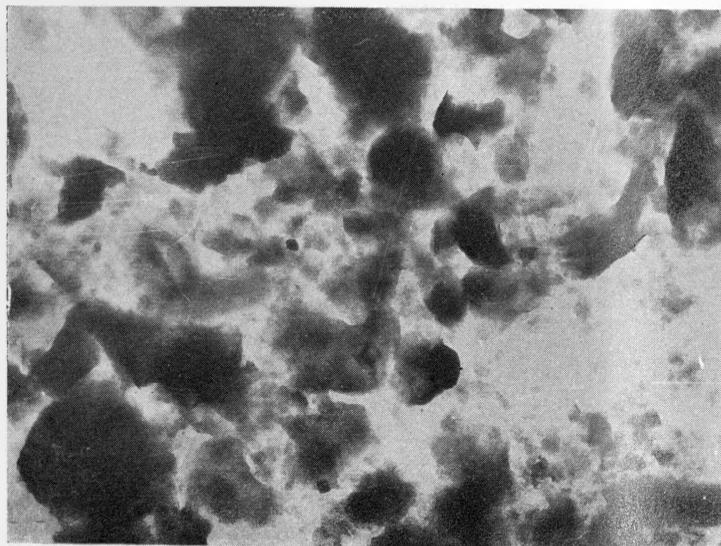


Figura 7. Micrografías electrónicas, de arcillas de la cuenca carbonífera de Coahuila. a) arcilla 1 mt. arriba del carbón, 11 300 x; b) arcilla arriba del carbón, en el encape, 26 800 x.

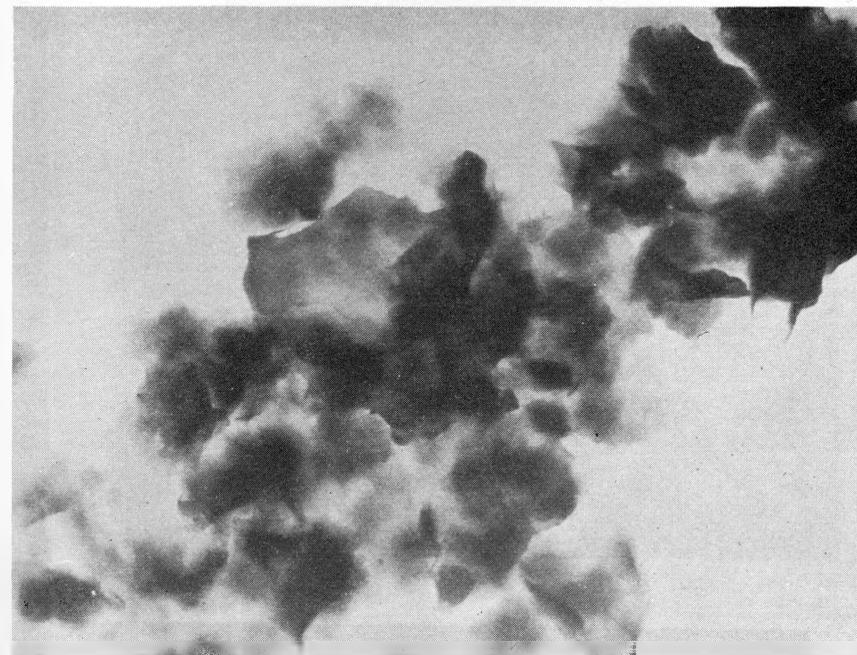


Figura 8. Micrografías de las arcillas 0.5 mt. arriba de la capa inferior de carbón, 11 300 x.

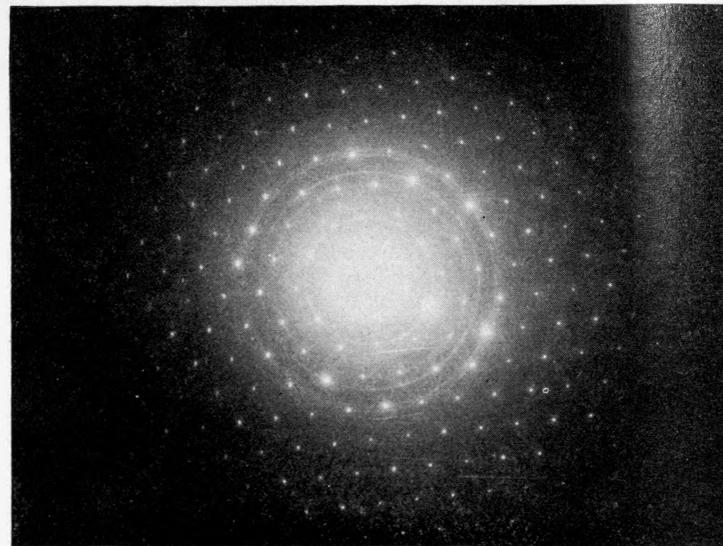


Figura 9. Micrografía y difracción electrónica de la arcilla 0.5 mt. arriba de la capa inferior de carbón, 22 900 x.

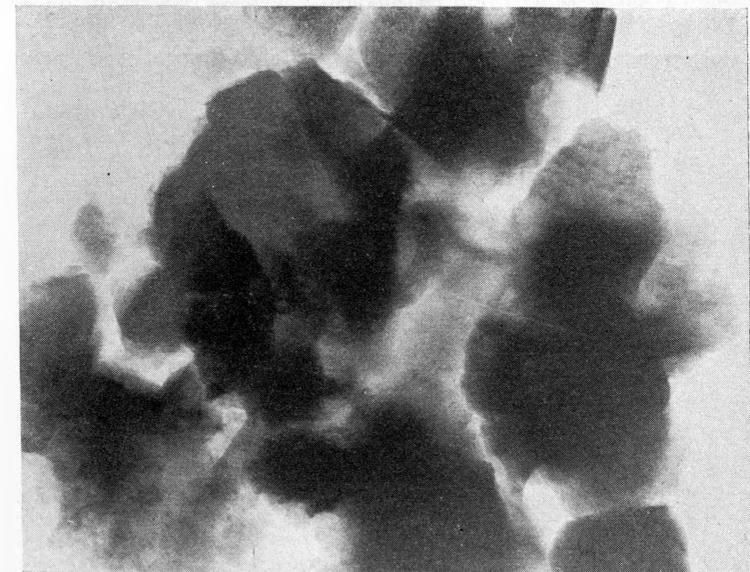
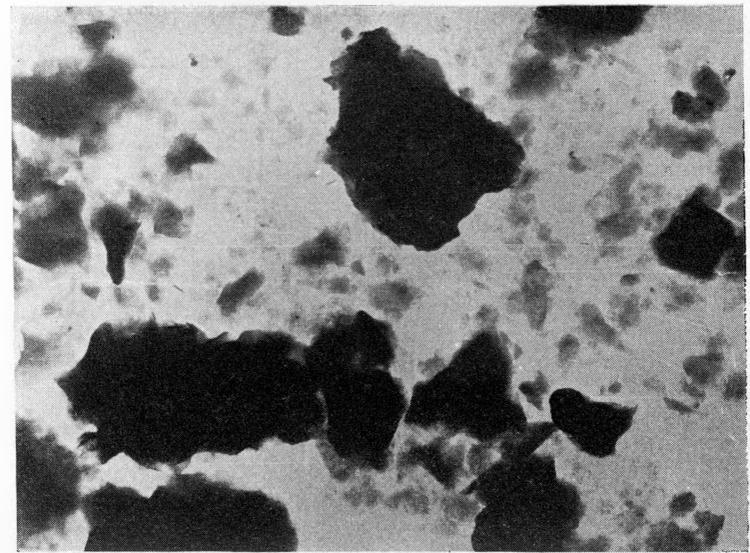


Figura 10. Micrografías electrónicas de la arcilla arriba del carbón La Florida, en la cuenca carbonífera de Coahuila. a) 11 300 x; b) 22 900 x.

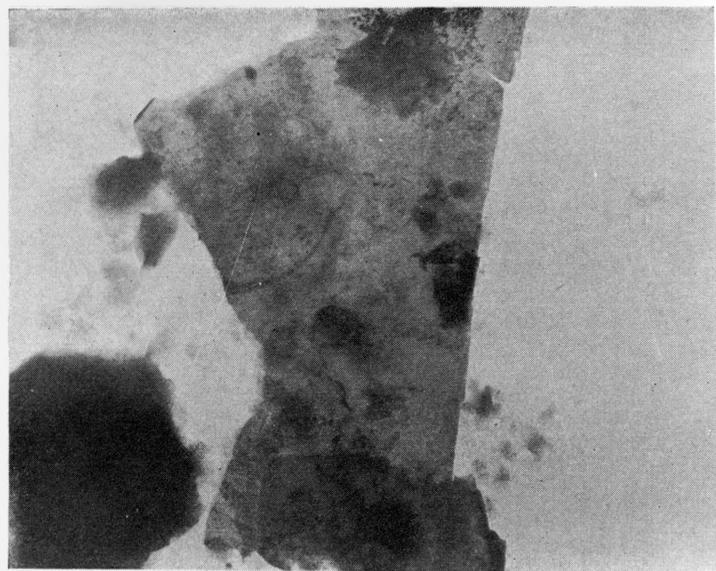


Figura 11. Micrografía electrónica de la arcilla arriba del carbón La Florida.

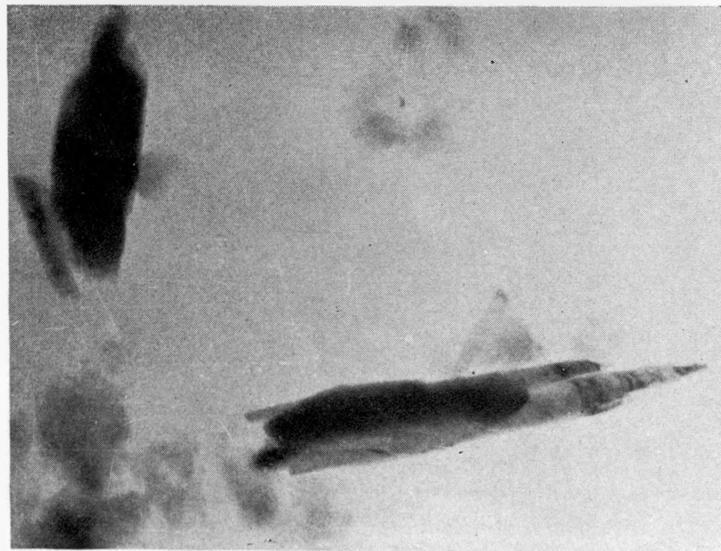


Figura 12. Micrografía electrónica de la arcilla 0.5 mt. abajo de la capa baja de carbón, 26 800 x.

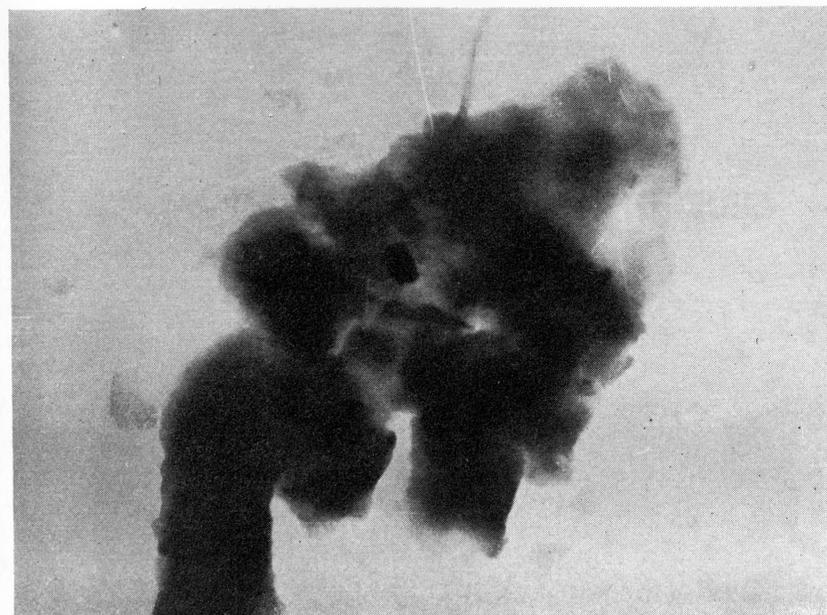


Figura 13. Micrografía electrónica de bacterias fósiles en la arcilla 0.5 mt. arriba de la capa inferior de carbón, 19 000 x.