CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y SUPERFICIALES DE LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE ALMERIA

Por

*A. Valverde García
*M. Villafranca Sánchez
*E. González Pradas
**E. Villafranca Sánchez
**F. del Rey Bueno
**A. García Rodríguez

RESUMEN

Se ha efectuado la caracterización de los distintos tipos de suelo de la provincia de Almería, determinando los valores de pH, densidad aparente, orgánica, textura, superficie específica, porosidad y centros ácidos superficiales.

Los ocho tipos de suelo considerados han resultado ser fundamentalmente básicos, con bajos contenidos en materia orgánica y fracción arcilla, lo que ha hecho que éstos presenten valores relativamente bajos de superficie específica, que oscilan entre 43 m^2g^{-1} para el suelo Pardo-Calizo Los Vélez y 5 m^2g^{-1} para el suelo Volcánico Campo-Níjar. Asimismo, la porosidad presentada por los suelos es baja, estando comprendido el volumen de meso y macroporos entre 0,24 cm^3g^{-1} para el suelo Pardo-Calizo Almanzora-Bajo y 0, 11 cm^3g^{-1} para el suelo Volcánico Campo-Níjar.

Por otra parte, se han correlacionado la capacidad de cambio catiónico y la superficie específica presentada por estos suelos con el contenido en materia orgánica y fracción arcilla de los mismos.

PHYSICAL-CHEMISTRY AND SURFACE CHARACTERIZATION OF THE ALMERIA SOILS

The characterization of the Almeria soils has been realized. The pH, apparent density, exchange capacity, total nitrogen, organic matter, texture, specific surface area, porosity, and surface acid centres have been determined.

---

*Colegio Universitario de Almería.
**Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 1

The eight soils studied are fundamentally alcaline, with a low percentage in organic matter and clay; the values of the specific surface area ranging between 43 m^2g^{-1} for the Pardo-Calizo Los-Velez soil and 5 m^2g^{-1} for the Volcanico Campo-Nijar. The porosity is also low; the accumulate volume of meso and macropore ranging between 0.24 cm^3g^{-1} for the Pardo-Calizo Almanzora-Bajo soil and 0.11 cm^3g^{-1} for the Volcanico Campo-Nijar soil.

On the other hand, the exchange capacity and the specific surface area of the have been correlated with the organic matter and clay percentage.

INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de un amplio proyecto de investigación en el que se pretende estudiar la interacción de diferentes tipos de plaguicidas con distintos suelos de la provincia de Almería. La primera etapa para cubrir es la de determinar las características físico-químicas de los suelos, sobre todo en lo referente a su comportamiento como sólidos adsorbentes, siendo precisamente los resultados obtenidos en esta caracterización el objeto de nuestra publicación.

Las características estudiadas podemos englobarlas en dos grupos, uno en el que se encuentran algunas de las que usualmente se dan a la hora de caracterizar cualquier suelo, como son pH, densidad aparente, capacidad de cambio, nitrógeno total, textura y contenido en materia orgánica, y otro en el que se encuentran aquellas que están más íntimamente relacionadas con las propiedades superficiales de los suelos, como son superficie específica, porosidad y centros ácidos superficiales.

La selección de los suelos se ha hecho en base a la catalogación llevada a cabo por el Servicio de Planificación de Recursos Naturales de la Agencia del Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1), en la que se considera para Almería los siguientes suelos: AL-01 (Greda-Roja, Almanzora-Alto), AL-02 (Pardo-Calizo, Almanzora-Bajo), AL-03 (Rendsina, Andarax-Gádor), AL-04 (Salino, Campo-Dalías), AL-05 (Volcánico, Campo-Níjar), AL-06 (Desértico, Campo-Tabernas), AL-07 (Pardo-Calizo, Los Vélez) y AL-08 (Aluvial, Río Nacimiento). Estos suelos son considerados como los más dominantes en cada una de las 8 unidades territoriales establecidas en el citado catálogo para la provincia de Almería (Figura 1). En el presente trabajo los suelos serán denominados únicamente con las signaturas AL-01, AL-02, etc., sin especificar la descripción morfológica y la unidad territorial correspondiente.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 2

MATERIAL Y METODOS

El muestreo ha incluido la toma de 4-5 kg de tierra para cada suelo a una profundidad entre 0 y 15 cm. Esta cantidad total de tierra se obtuvo de diferentes puntos de una zona de 50 m de radio y de centro el punto que se indica en cada unidad territorial en la Figura 1, cuya localización viene dada por las siguientes coordenadas UTM:

AL-01: X = 562.040; Y = 4128.450
AL-02: X = 599.529; Y = 4123.263
AL-03: X = 537.400; Y = 4928.000
AL-04: X = 536.750; Y = 4072.250
AL-05: X = 572.762; Y = 4084.157
AL-06: X = 511.200; Y = 4099.000
AL-07: X = 561.305; Y = 4161,422
AL-08: X = 518.200; Y = 4112.300

Cuando las muestras estuvieron en el laboratorio, se llevaron a una bandeja y se homogeneizaron, procediendo a continuación a un secado a la temperatura ambiente durante 72 horas. Antes del almacenamiento definitivo, las muestras de cada uno de los suelos se pasaron a través de un tamiz de orificios circulares de 2 mm de diámetro.

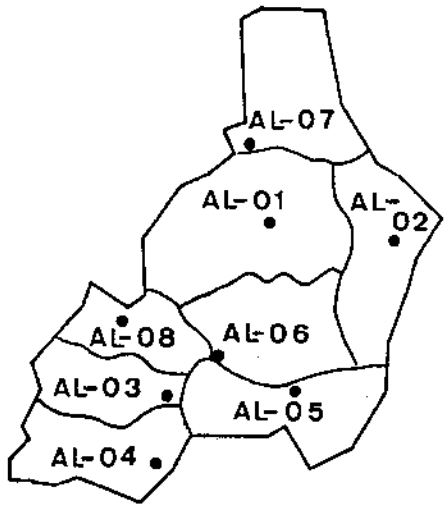

Figura 1.— Localización aproximada de los suelos (Provincia de Almería).

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 3

El análisis granulométrico de los suelos se ha llevado a cabo empleando el método del densímetro de Bouyoucos (2). La densidad aparente se calculó a partir de la relación entre peso y volumen de suelo tamizado a 2 mm. Las medidas de pH se hicieron en agua con relación suelo/agua 1/2,5 y en solución salina de KCl 1N también en la relación 1/2,5. La determinación del nitrógeno total se realizó utilizando el método de Kjeldahl (3), mientras que el método elegido para la determinación de la capacidad de cambio catiónico ha sido el del acetato de bario, que es una variante del método del cloruro de bario-trietanolamina para suelos alcalinos (2). Por último, el contenido en carbono y materia orgánica se calculó empleando el método descrito por Walkley y Black (2).

Los valores de la superficie específica de los suelos se han calculado a partir de las isotermas de absorción de N_2 a la temperatura de 77,4 K por un lado, y a partir de las isotermas de adsorción de CO_2 a la temperatura de 298 K por otro. La obtención de tales isotermas se hizo empleando un método volumétrico (4), utilizando un aparato volumétrico de adsorción provisto de una difusora de aceite de silicona que alcanza un vacío de hasta 10^{-6} torr, y de un aparato de medida Baratrón de la casa MKS que mide presiones de 1 a 1.000 torr con una precisión de 0,01 torr. Las experiencias se realizaron sobre 1 g de suelo tamizado.

La determinación de la acidez superficial de los suelos se ha realizado utilizando como reactivo la n-butilamina y mediante análisis térmico gravimétrico. Los diagramas TG se obtuvieron en un equipo Mettler TA-3000 provisto de termobalanza Mettler TG-50 (5).

Por último, las características de meso y macroporosidad de los suelos se han determinado mediante la técnica de porosimetría de mercurio (6-7), para lo cual se utilizó un porosímetro Carlo-Erba modelo 200.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 aparecen reflejados los resultados obtenidos en las determinaciones físico-químicas usuales de cada suelo, incluyendo también los datos de la relación C/N. Los valores de pH encontrados varían entre 7,9 para el suelo AL-06 y 8,9 para el AL-02, es decir, estamos trabajando con suelos básicos, hecho que habrá que tener en cuenta a la hora de estudiar la interacción con los plaguicidas, ya que un medio básico favorece, en muchos casos, la descomposición de éstos (8). Por otro lado, como era de esperar, el pH medido en solución salina ha resultado ser menor que el medido en agua, excepto en algunos suelos en los que se mantiene, lo que puede ser indicativo de la baja acidez de cambio de éstos últimos (9).

El contenido en materia orgánica (MO) varía apreciablemente de unos suelos a otros, pudiendo considerarse como bajos en AL-03, AL-05 y AL-06 y como relativamente alto en AL-07. Por otra parte, el contenido en fracción arcilla (A)

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 4

SERIE MENOR

SUELO	pH H_2O	pH KCl	% C	% M.O.	% N	C/N	TEXTURA % Arc.	% Limo	% Are.	Dens.Apar. (g/cc)	Cap. Camb. (meq/100g)
Al-01	8,5	7,6	1,17	2,02	0,11	10,6	13	29	58	1,28	13,1
Al-02	8,9	8,0	1,48	2,55	0,16	9,2	14	42	44	1,34	11,9
Al-03	8,1	8,1	0,65	1,12	0,09	7,2	8	44	48	1,33	6,3
Al-04	8,2	8,2	1,65	2,84	0,15	11,0	4	54	42	1,19	10,0
Al-05	8,7	8,4	0,37	0,64	0,05	7,4	6	22	72	1,65	3,8
Al-06	7,9	7,9	0,33	0,57	0,04	8,2	12	34	54	1,49	4,4
Al-07	8,1	7,4	2,06	3,55	0,17	12,1	14	44	42	1,21	25,6
Al-08	8,0	7,9	0,91	1,57	0,10	9,1	12	44	44	1,29	9,4

Tabla. 1.— Características Físico-Químicas de los suelos.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 5

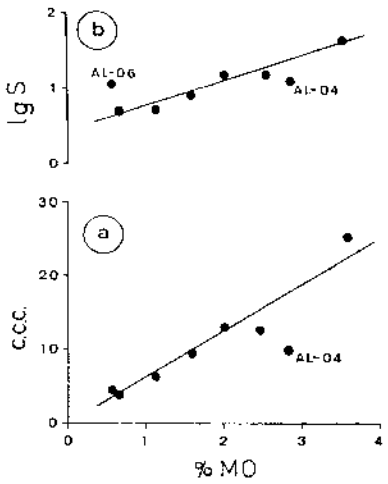

Figura 2.— Correlación entre la capacidad de cambio (a) y el logaritmo de la superficie específica (b) de los suelos con su contenido en materia orgánica.

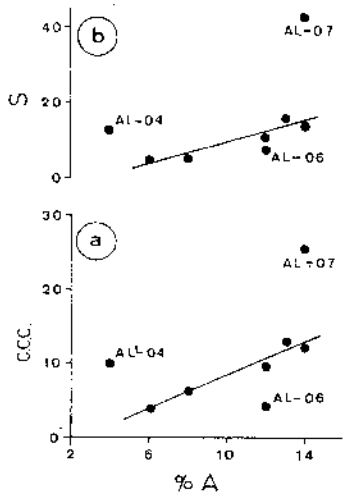

Figura 3.— Correlación entre la capacidad de cambio (a) y la superficie específica de los suelos (b) con su contenido en fracción arcilla.

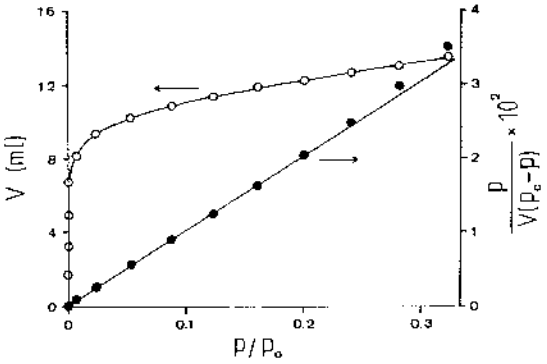

Figura 4.—Isoterma de adsorción de N_2 sobre el suelo AL-07 (○) y ajuste a la ecuación de B.E.T. (●).

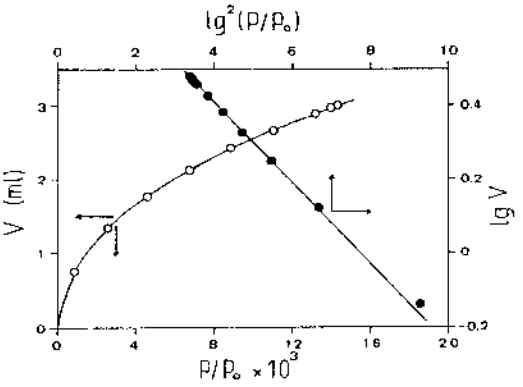

Figura 5.— Isoterma de adsorción de CO_2 sobre el suelo AL-07 (○) y ajuste a la ecuación de Dubinin (●).

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 6

para la mayoría de los suelos es alrededor del 13% excepto para AL-03, AL-04 y AL-05, en los que es bastante inferior. En general podemos considerar estos suelos como de bajo contenido en arcilla.

Los valores de la capacidad de cambio catiónico (CCC) de los suelos estudiados varía entre 3,8 meq/100 g para AL-05 y 25,6 meq/100 g para AL-07. Dichos datos hemos creído interesante relacionarlos con el contenido en materia orgánica y arcilla, para lo cual se ha representado CCC = f (MO) por un lado (Figura 2a) y CCC = f (A) por otro (Figura 3a). La distribución de puntos obtenidos muestra cómo se puede establecer cierta relación lineal entre la capacidad de cambio catiónico y el contenido en materia orgánica, aunque en el suelo AL-04, que presenta el valor más bajo de fracción arcilla y un elevado porcentaje en materia orgánica, se aparta apreciablemente de dicha relación; igualmente parece darse cierta relación lineal entre la capacidad de cambio catiónico y el contenido en arcilla en los suelos donde el valor de la relación A/MO se encuentra dentro del intervalo comprendido aproximadamente entre 6 y 9.

Como ya se ha indicado, el cálculo de la superficie específica ha llevado consigo, en primer lugar, la determinación de las isotermas de adsorción de N_2 y CO_2, de las cuales, en las Figuras 4 y 5 se dan como ejemplo las determinadas

SUELO	N_2 (B.E.T.)		CO_2 (Dubin.-Radush.)	
	Vm (ml/g)	S (m^2/g)	Vm (ml/g)	S (m^2/g)
Al-01	3,7	16	2,4	17
Al-02	3,2	14	2,2	15
Al-03	1,2	6	1,0	7
Al-04	3,0	13	2,2	15
Al-05	1,1	5	0,8	6
Al-06	2,5	11	1,6	11
Al-07	10,0	43	7,1	48
Al-08	1,8	8	1,3	9

Tabla 2.— Valores de la Superficie Específica, accesible al N_2 a 77,4 K y al CO_2 a 298 K, de los suelos.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 7

para el suelo AL-07. A continuación dichas isotermas se ajustaron a diferentes modelos teóricos a fin de calcular el volumen Vm de la monocapa (expresado en mililitros de gas adsorbido por gramo de adsorbente, en condiciones normales de presión y temperatura), siendo los modelos utilizados, el de B.E.T. (10) para las isotermas de adsorción de N_2 y el de Dubinin-Radushkevich (11) para las del CO_2. En las Figuras 4 y 5 aparecen los ajustes obtenidos para el suelo AL-07, y en la Tabla 2 se indican los valores de Vm determinados para cada suelo por ambos métodos. De los valores de Vm y de los del área cubierta por las moléculas de N_2 y CO_2, se han calculado las superficies específicas (S) de cada suelo accesibles al N_2 y al CO_2, valores que también aparecen indicados en la Tabla 2 y que son prácticamente coincidentes en cada suelo.

Los datos de superficie específica (S) también se han intentado relacionar con los contenidos de materia orgánica (MO) y arcilla (A). La Figura 2b, en la que se ha representado el logS frente a MO, muestra cómo puede establecerse cierta relación exponencial entre estas dos propiedades de los suelos estudiados, apartándose de este comportamiento general los suelos AL-04 y AL-06. Asimismo, en la Figura 3b se ha representado los valores de S frente a A, obteniéndose una distribución de puntos similar a la encontrada al relacionar CCC y A, es decir, podemos sugerir que se da cierta relación lineal entre la superficie específica de estos suelos y el porcentaje en fracción arcilla de los mismos que se verifique que el cociente A/MO oscile entre 6 y 9 aproximadamente. Por otra parte, se ha encontrado una buena correlación lineal entre la superficie específica y la capacidad de cambio catiónico en los suelos cuyo contenido en materia orgánica es superior al 1% (Figura 6).

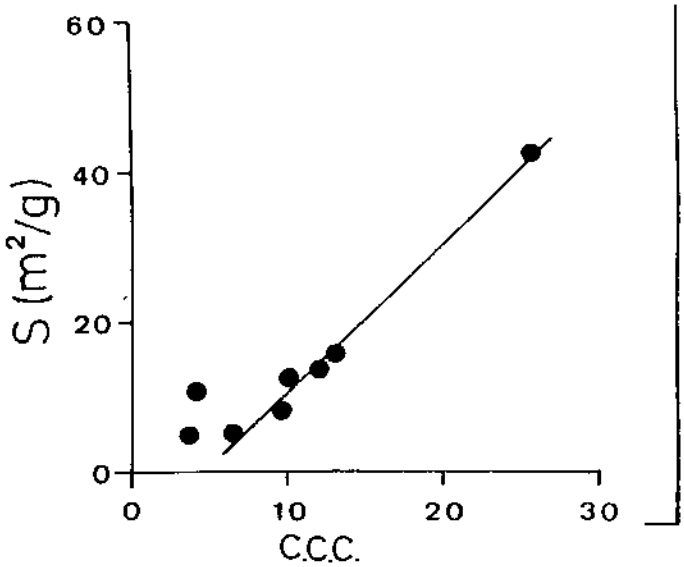

Figura 6.— Correlación entre la superficie específica de los suelos y su capacidad de cambio.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 8

A partir de los diagramas TG de las muestras de los suelos previamente tratados con n-butilamina, se ha podido conocer el número de centrós ácidos superficiales de los mismos y que ha resultado ser en todos los casos del orden de 10^{20} centros ácidos por gramo; tenemos que especificar que la heterogeneidad de este tipo de muestras hace que este dato no podamos darlo con mayor precisión.

Por último, a partir de los diagramas de porosimetría de mercurio se han podido conocer las características de meso y macroporosidad de cada uno de los suelos. Con los resultados obtenidos se han trazado para todos los suelos gráficas como las que aparecen en la Figura 7, que corresponden al suelo AL-02, que representan por un lado la distribución de los poros y por otro el volumen acumulado de los mismos en función del radio del poro. Considerando el límite entre marco y mesoporosidad en 1500A (12), se ha determinado el volumen acumulado de marcroporos ($\sum V_m$) para cada suelo; dichos valores aparecen indicados en la Tabla 3 junto con los del volumen acumulado del total de poros ($\sum V_p$). Los valores obtenidos ponen de manifiesto la baja porosidad de todos los suelos estudiados, pudiendo destacarse cómo el volumen de macroporos es siempre mayor que el de mesoporos.

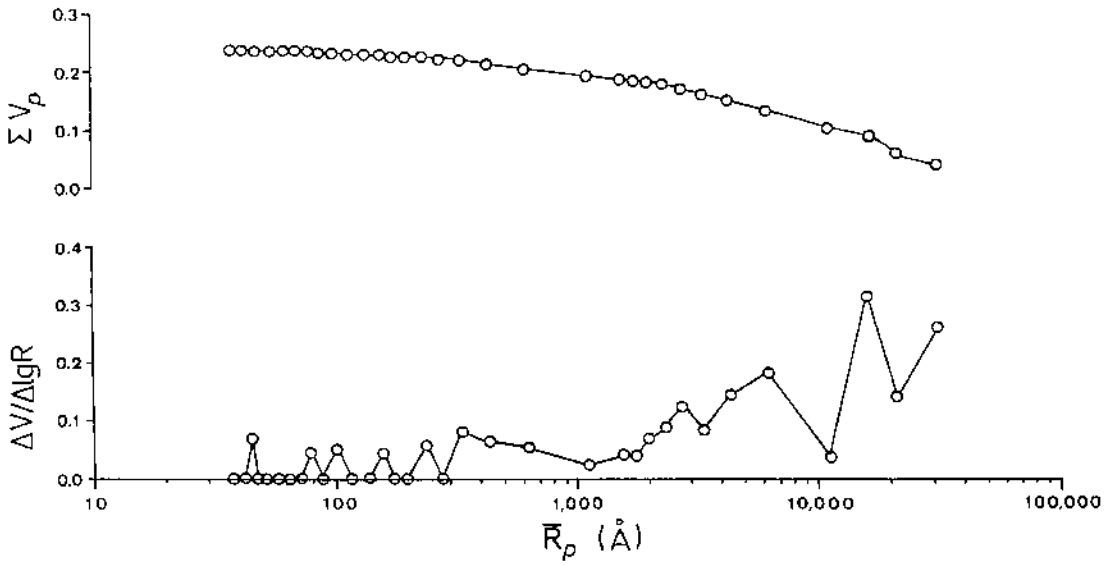

Figura 7.— Porosimetría de Mercurio del suelo AL-02.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 9

SUELO	ΣV_M	ΣV_m	ΣV_p
AL-01	0,08	0,04	0,12
AL-02	0,19	0,05	0,24
AL-03	0,17	0,03	0,20
AL-04	0,16	0,07	0,23
AL-05	0,07	0,04	0,11
AL-06	0,15	0,04	0,19
AL-07	0,10	0,08	0,18
AL-08	0,18	0,03	0,21

Tabla 3.— Volumen acumulado de macroporos, mesoporos y total de poros (en cm^3/g).

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos, se pone de manifiesto que los distintos tipos de suelos de la provincia de Almería tienen características fundamentalmente básicas, son poco porosos y presentan, en general, relativamente bajos contenidos en arcilla y materia orgánica, lo que hace que presenten valores bajos de superficie específica.

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 10

BIBLIOGRAFIA

1. «Catálogo de suelos de Andalucía»; Agencia del Medio Ambiente, Junta de Andalucía; Sevilla, 1984.
2. PRIMO, E y CARRASCO, J. M.: «Química Agrícola I»; Ed. Alhambra; Madrid, 1973.
3. JACKSON, M. L.: «Análisis químico de suelos»; Ed. Omega; Barcelona, 1982.
4. ROSS, S. y Olivier, J.P.: «On Physical Adsorption»; Intersciencie; N.Y., 1964.
5. MARTIN VILCHEZ, J. C.: Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, 1967.
6. RITTER, V. L. y DRAKE, L. C.: Ing. Eng. Chem. Analyt. End., *17,* 782 (1945).
7. FRIPIAT, J.; CAUSSIDON, J. y JELLY, A.: «Chemie Phisque des Phenomenes de Surface»; Masson et Cia. París, 1971.
8. «The Pesticide Manual»; The British Crop Protection Council; 7th Ed. 1983.
9. «Boletín de suelos, F.A.O., 38/2»; Roma, 1984.
10. BRUNAUER, S.; EMMET, P. H. y TELLER, R.: J. Am. Chem. Soc., 309 (1938).
11. DUBININ, M. M.: «Chem. and Phys. of Carbon», vol. II, p. 51; Deward Arnold; Londres, 1966.
12. DUBININ, M. M.; Chem. Rev., *60,* 235 (1960).

Diputación de Almería — Biblioteca. Características fisicoquímicas y superficiales de los suelos de la provincia de almeria., p. 11