

CEER-T-145, LA QUÍMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A LOS SUELOS DE PUERTO RICO POR JUAN A. BONNET, PADRE - CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH

CEER-T-145, LA QUÍMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A LOS SUELOS DE PUERTO RICO POR JUAN A. BONNET, PADRE

Presentada al Congreso Latinoamericano de Química, Octubre 24-29, 1982

LA QUÍMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A LOS SUELOS DE PUERTO RICO Por Juan A. Bonnet, padre.

Contenido:

Resumen en extenso - Introducción

Capacidad de intercambio de cationes y aniones 2.2...

La Floculación y el Potencial Zeta

Cargas eléctricas negativas y positivas y métodos químicos

La nueva clasificación taxonómica de los suelos de Puerto Rico con sus cargas eléctricas negativas y positivas.

Conclusión

Referencias

Capítulos: 1, 2, 3, 4

Figuras: 1, 2, 3, 4

"Profesor Barrio Recinto Universitario de Mayaguez"

Resumen en Extenso: LA QUÍMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A LOS SUELOS DE PUERTO RICO Por Juan A. Bonnet, Padre

Está compuesta por una cuarta parte de Aire y Agua, respectivamente y una mitad de Sólidos Minerales y Orgánicos, 45 y 5% respectivamente. La reacción físico-química más importante en el ambiente de los suelos es la Capacidad de Intercambio de Cationes sobre la cual hemos investigado y publicado datos de las Series de Suelos clasificadas en Puerto Rico. Falta información sobre la Capacidad de Intercambio de Aniones y las Cargas Positivas y Negativas de nuestros suelos que sirvan de base para entender mejor las reacciones químico-físicas complejas entre las sustancias minerales y orgánicas coloidales contaminantes y los minerales en la fracción arcilla (menos de .002 m) de las Series de Suelos y la materia orgánica. El competente químico americano, Dr. A. Mehlich, publicó en 1961 un valioso trabajo donde explica cómo se distribuyen las cargas negativas y positivas en las Series de Suelos; las divide en tres negativas: Constante, C<sub>Ec</sub>: Variable, C<sub>Eov</sub>; y Total, C<sub>Ect</sub>: y una positiva, Intercambio de.

Los datos fueron obtenidos de los análisis químicos realizados en muestras de suelos según se describen en este trabajo. "Profesor e Investigador Emérito del Recinto Universitario de Mayaguez.

---Página nueva---

Un nuevo estudio de Suelos de Puerto Rico fue terminado en 1976 por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en cooperación con el Colegio de Ciencias Agrícolas del Recinto de Mayaguez de la Universidad de Puerto Rico.

Seis informes basados en divisiones geográficas se han publicado: Área de Lajas, de Mayaguez, de Humacao, de San Juan, Ponce y de Arecibo. Se han clasificado 163 series de suelos que ahora se han dividido en nueve órdenes taxonómicas: Alfisol, Ultisol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Spodosol, Oxisol, Ultisol, y Vertisol. Estas órdenes están descritas en este trabajo. Muestras representativas de los perfiles de suelos de las series clasificadas han sido tomadas, descritas y analizadas por métodos físicos y químicos que incluyen los mismos métodos químicos usados por el Dr. Mehlich para calcular las cargas eléctricas negativas y positivas de los suelos. He calculado tres cargas eléctricas negativas y una positiva, ASC, Capacidad de Adsorción de Aniones, para algunas muestras representativas del perfil de algunas órdenes taxonómicas de Puerto Rico que se informan por primera vez.

---Página nueva---

En términos generales, la composición física aproximada por volumen de la capa superficial arable de un suelo normal es: Aire - 25%, Agua - 15%, Materia Mineral - 45% y Materia Orgánica - 5% (Fig. 1). El suelo con buena ventilación tiene una composición en su aire similar al de la atmósfera; pero generalmente tiene 25% de dióxido de carbono, ocho veces más, y concentraciones algo más altas de metano y sulfuro de hidrógeno debido a la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos activos presentes. Esto se reduce o falta para la respiración de las células radicales de las plantas debido a una condición anaerobia producida por inundación o...

Los eubids del nivel freático a la superficie o por la demanda de Oxígeno Biológico (BOD) requerida por los microorganismos para los procesos biológicos. El agua o la solución del suelo se contamina con el exceso de sales solubles y sustancias tóxicas solubles, con los desperdicios industriales y aguas negras, y con los insecticidas persistentes que no son descompuestos por los microorganismos del suelo del tipo de hidrocarburos clorinados como: DDT, Aldrin, Dieldrin, Heptaclor, Lindano, etc., que se acumulan en los tejidos celulares. Los insecticidas de las plantas, los organismos y peces fosforados como Malathion, Parathion, etc., y los del tipo Carbonato son descompuestos rápidamente. Los suelos contaminan y se vuelven infértiles cuando se convierten de normales a suelos salinos, salinos sódicos y sódicos, debido a la acumulación de sales sódicas o por efecto de un cambio de la atmósfera radical aerobia a una anaerobia que aumenta su acidez debido a la liberación del gas.

Profesor e Investigador Emérito del Recinto Universitario de Mayaguez.

El sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) producido por bacterias específicas que reducen los sulfatos presentes. Este gas es tóxico y mata las raíces de las plantas excepto las similares al arroz y mangle, que tienen una estructura especial que deja pasar el oxígeno de la atmósfera por los tejidos celulares de los tallos y lo lleva al extremo de las raíces para su proceso de respiración. Se forma óxido férrico o un complejo de óxido férrico-óxido ferroso en la superficie de las raíces del arroz que es reducido por el gas H<sub>2</sub>S para formar piritas, FeS<sub>2</sub>, reacción química que protege las raíces del arroz. Un suelo deficiente en hierro reduce el rendimiento del arroz. Los suelos están sirviendo ahora de cementerios para desperdicios de sustancias tóxicas complicadas difíciles de identificar por ser necesario conocer cómo actúan los suelos en relación con los procesos físico-químicos relacionados con el intercambio, adsorción y desorción de cationes y aniones. Algunos datos...

He tomado los datos presentados en la reciente publicación de la Sociedad Americana de Agrónomos (1), que informa nuevos conocimientos profesionales disponibles sobre el tema de esta ponencia.

## CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES Y ANIONES

La capacidad de intercambio de cationes y aniones ocurre principalmente en las partículas con menos de .002 milímetros de diámetro en la fracción arcilla del suelo y en la materia orgánica; es la reacción físico-química más importante de los suelos. La fracción arcilla se compone de dos grupos amplios: uno de silicatos de aluminio que son minerales cristalinos como la caolinita, la montmorillonita y las micas con estructuras específicas (Fig. 2), y el otro, de óxidos hidratados de hierro y aluminio que son amorfos; ambos grupos están mezclados con otros minerales incluyendo el sílice. El núcleo de cada partícula cristalina de arcilla constituye una micela con una carga eléctrica negativa bordeando su superficie; tanto externa como interna. La micela es un anión gigante, en sentido figurado, saturado de cationes (Fig. 3). La selección del catión intercambiable absorbido por la micela depende del catión en la solución del suelo y del clima de la región.

En la región húmeda, los cationes hidrógeno ( $H^+$ ) y calcio ( $Ca^{+2}$ ) se absorben primero, le siguen los de magnesio ( $Mg^{+2}$ ) y luego los de amonio ( $NH_4^+$ ), potasio ( $K^+$ ) y litio ( $Li^+$ ) (Cuadro 1). En los suelos con buen drenaje de la región árida, los cationes de calcio y magnesio se absorben primero; los de sodio y potasio le siguen y el de hidrógeno es el último. Cuando los suelos de la región fría no tienen buen drenaje y se acumulan sales solubles, los cationes de sodio son absorbidos, en menor y mayor cantidad que los de calcio convirtiéndose los suelos en salinos, salino-sódicos o sódicos, alcalinos, que contribuyen en contaminar el suelo y reducir su productividad al mínimo. En la región húmeda, la pérdida de los cationes básicos lavados por las lluvias favorece mayor absorción de los cationes de.

### Revised Text:

Break--- The taxonomic classification of the soils of Puerto Rico #100 with their negative and positive electric charges is found in the Soil Survey of Puerto Rico, conducted by the United States Soil Conservation Service in cooperation with the College of Agricultural Sciences of the Mayaguez University Campus, which ended in 1976. Reports for six geographical areas of Puerto Rico have been published: 14 in San Juan (2), Mayaguez (1), Humacao (6), Ponce (20), and Arecibo (13). This new classification replaces the one from the Soil Survey by Roberts (2) from 1942, with a soil map at a 1:20,000 scale. The soil series are described in these reports, including the consistent vertical profile of the horizons or layers on the surface and subsurface, and the bedrock or decomposed parent rock, using data obtained from chemical, physical, and mineralogical analysis of 126 samples obtained from the horizons and the bedrock.

The most important soils series are reported in the publication by the United States Soil Conservation Service (4). The 163 soil series in Puerto Rico are newly classified and taxonomically evaluated in five superior categories: Family, Subgroup, Great Group, Suborder, and Order (Table

2). The superior category, Order, includes nine taxa for Puerto Rico: Alfisol, Entisol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Oxisol, Spodosol, Ultisol, and Vertisol, described in Table 3.

"No. 12, 291 pp., 1967-1972, Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigation Report No. 1s, 63 pp. Soil Survey Staff, Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agric. Handbook No. 436, 7549 p., 1975, Supt. of Documents, U.S. Printing Office, Washington, D.C. 20402, Price \$17.50. In cooperation with UPR College of Agriculture Sciences. Soil Survey of the Mayaguez Area of Western Puerto Rico, 296 pp., 1975 with soil maps and guide of mapping units. Soil Survey of the Humacao Area, Eastern Puerto Rico, 1977, with soil maps and mapping units. Soil Survey of San Juan Area, Puerto Rico, 162 pp. 1975, with maps and mapping units. Soil Survey of Ponce Area of Southern Puerto Rico, 60 pp. 1979, with soil maps and mapping units. Soil Survey of Arecibo Area, Northern Puerto Rico, published in 1982 with soil maps and mapping units.

Cuadro 1 - Important Data Related to the Activity of the Cations in the Soils.

1 | 133 | 5.32 | 5 | 6 | may | fons | 5.37 | 3.08 | 6 | 5  
RT | 1.49 | 5.09 | 3.25 | 4  
i - wo) | a9 | 2.84 | 1 | 2  
cat | 1.06 | 9.60 | 3.27 | 2  
3 met | 78 | 10.80 | 3.18 | 3 | amt | 57  
i | 1 ot | ous

Cuadro 2 - Number of Taxa and characteristic traits of the various categories in the taxonomic classification of the soils of Puerto Rico.

Category of Taxa: Order 9, Suborder 2, Great Group 38, Subgroup 82, Family 1, Series 163.

Characteristic Features: Processes in the formation of soils related to their movement, addition or loss, transformation or translocation of mineral or organic material in the soil horizon. Genetic homogeneity. Subdivision of Orders according to the presence or absence of properties associated with soil moisture, the material of the parent rock or the effects of vegetation such as organic matter and..."

Cantidad de fibra en los suelos orgánicos de 1ª Orden: Histosol. Subdivisión de las órdenes de acuerdo con la clase similar, arreglo y grado de expresión de los horizontes con énfasis en la superficie (epípedon); estado de bases (calcio y magnesio), presencia o ausencia de capas moteadas con colores rojizos o duras que ayudan al diagnóstico. Concepto central del Taxa para el Gran Grupo y propiedades que indican integración a otro Gran Grupo y Órdenes; incluye 26 adjetivos que modifican al Gran Grupo. Cuadro 6. Incluye una combinación de clases del tamaño de partículas, clases mineralógicas, clases calcáreas y de reacción; clases de temperatura del suelo y clases de profundidad del suelo. Declive del suelo, clase y arreglo de los horizontes, color, textura, estructura, consistencia y reacción y las propiedades químicas y mineralógicas de los

horizontes.

## Descripción de las Nueve Órdenes de Suelos Clasificados en Puerto Rico

Orden Desertpetoa Alfisol: Un suelo mineral ácido con pH sobre 5.0 con contenido moderado a alto de Inceptisol, Mollisol, Oxisol, bases: calcio y magnesio, que tiene un horizonte argílico o arcilloso de diagnóstico en el subsuelo que reduce la permeabilidad; sostiene la humedad por lo menos 3 meses del año. Alf, no tiene significado. La saturación de bases por suma de cationes es 35% o más a una profundidad de 1.25m debajo del límite superior del horizonte argílico, o 1.85m debajo de la superficie o sobre un contacto lítico con una roca o material duro; tiene una permeabilidad que se inclina a ser baja debido al horizonte argílico. Un suelo mineral joven que no ha desarrollado sus horizontes en la superficie y subsuelo. Los hay ácidos, pH 5.0 o menos y no ácidos, pH 5.0 o más y calcáreos; indica juventud. Suelo orgánico con más de 50% de materia orgánica por volumen; de 22 a 18% de carbono orgánico saturado con agua y 20% sin estar saturado; Hist derivado del griego histo, tejido. La materia orgánica se deriva de los tejidos vegetales que quedan como residuos.

Fibra o descompuestos en humus. Un suelo mineral que empieza a señalar cantos incipientes en la formación de sus horizontes y alteración de la roca madre descompuesta; no hay acumulación de arcilla en el subsuelo; son suelos no-estables en las laderas inclinadas de la región montañosa; ept indica incipiente. Un suelo mineral fértil con un epipedón (capa de la superficie) melánico de diagnóstico profundo, oscuro, rico en humus y en bases, calcio y magnesio; formado bajo una vegetación herbácea en un medio rico en materia orgánica en la presencia de calcio; tiene buena permeabilidad y es calcáreo; oll significa suelo, fácil de laborar. El epipedón melánico tiene un contenido de 50% o más de saturación de bases; el de carbón orgánico es 2.5% o menos en los 18cm superiores que a veces baja a 0.6% (1% de materia orgánica); posee una buena reserva de calcio, magnesio, potasio y nitrógeno si el suelo no ha sido cultivado intensamente; la materia orgánica le proporciona una capacidad alta de intercambio de cationes que protege la planta de efectos de toxicidad por el aluminio y manganeso; posee buena permeabilidad. Suelo mineral de la región alta, pobre en bases, calcio y magnesio, con declive moderado, altamente intemperizado, de poca fertilidad, con buena permeabilidad, color rojo pardo a rojo oscuro debido a la acumulación de sesquióxidos de hierro y aluminio que forman parte de la fracción arcilla. Estos sesquióxidos no se expanden o contraen como ocurre con la arcilla y no se agrietan. El mineral dominante en la arcilla es caolinita que está mezclada con los sesquióxidos libres, cuarzo y materia orgánica formando un horizonte seco a una profundidad dentro de 2 metros o conteniendo una fase continua de plintita dentro de 30 cm de la superficie saturada con agua alguna parte del año. Algunos conservan más bases y son más fértiles y ox indica la presencia de un horizonte óxico. Leinroth, F. definió los oxisoles en la publicación de Suat(1).

---Página de separación---

## Continuación Cuadro 3 - Descripción de las Nueve Órdenes de Suelos CI

Ubicados en Puerto Rico Orden Spodosol Ultisol Vertisol hasta un metro o más durante la sequía y se extiende. Descripción: Suelo Mineral Ácido con un horizonte espódico compuesto de materia orgánica y aluminio, con o sin hierro, de zona fría o templada con capa superficial delgada formada de arena gruesa; esto indica la presencia de un horizonte espódico. Un suelo mineral de poca

fertilidad con un subsuelo arcilloso de poca permeabilidad producto de la descomposición de los compuestos de silicato de hierro, magnesio y aluminio de la roca madre en las fracciones de arena, limo y arcilla que forman las texturas de los suelos. El suelo ha perdido por lixiviación de la lluvia grandes cantidades de bases y arcilla que se depositan en el subsuelo; el subsuelo es más ácido que la superficie debido a la presencia de aluminio depositado como hidróxido de aluminio en las estratas del subsuelo; ult significa último. Un suelo mineral arcilloso que se raja con aberturas de 1 cm o más de espesor a una profundidad de 50 cm hasta la superficie o a la profundidad del suelo arable; tiene 30% o más de arcilla; el mineral dominante es la montmorillonita; ert indica propiedad de agrietarse.

Organismos, composición aproximada por volumen de la capa superficial arable de un suelo normal.

Figura 1 - Composición física aproximada por volumen de la capa superficial arable de un suelo normal.

Figura 2 - Estructuras: (a) Tetraedro de Sílice; (b) Octaedro de Aluminio; (c), (d), (e), (f) vistas de todo: caolinita (K), montmorillonita (M), illita (I). Las distancias entre las flechas están.

I'm sorry, but the text you've provided is unclear and seems to contain a mix of random letters, numbers, and symbols. Could you please provide more context or a clearer version of the text?