

CEER-T-145

CEER-T-145,

LA QUIMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A
LOS SUELOS DE PUERTO RICO

PoR

JUAN A. BONNET, PADRE

CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH

---Page Break---

CEER-T-145,

LA QUIMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A
LOS SUELOS DE PUERTO RICO

PoR

JUAN A, BONNET, PADRE

Presentada

AV Congreso Latinoamericano de Química

Octubre 24-29, 1982

---Page Break---

LA QUÍMICA EN EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A

LOS SUELOS DE PUERTO RICO

Por

Juan A. Bonnet, padre

coXTEs1D0

RESUMEN EN EXTENSO -

vrRoouectow

?CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES Y ANIONES 2.2... cece 5

La Floculación y el Potencial Zeta

CARGAS ELECTRICAS NEGATIVAS Y POSITIVAS Y METODOS QUIMICOS

LA NUEVA CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS SUELOS DE PUERTO RICO CON
SUS CARGAS ELECTRICAS NEGATIVAS Y POSITIVAS .

Conclusion =++++

REFERENCIAS

uapnos: 1, 2, 3, 4 wee seen

Ficunas: 1, 2, 3, 4 cesses 19

"Profesor Baérito Recinto Universitario de Mayaguez

---Page Break---

[RESUMEN BN EXTEXSO

EA QUIMICA EX EL AMBIENTE DEL SUELO APLICADA A
LoS SUELOS DE PUERTO RICO

Por

Juan A. Bonnet, Padre

te de 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 Tosi

les en la fracción arcilla (menos de $.002 \text{ m}$) de las Series de

Suelos y la materia orgánica

es.

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,

CEc: Variable, CEov; y Total, CEt: y una positiva, Intercambio de Aniones,

a

Los datos fueron obtenidos de los análisis químicos hechos en muestras

de suelos según se describen en este trabajo.

"Profesor © Investigador Emérito del Recinto Universitario de Mayagüez

---Page Break---

Un nuevo Survey 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 Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Seis informes basados en divisiones geográficas se han publicado: Arca de Lajas, de Mayagüez, de Hunacá, de San Juan, Ponce y de Arecibo. Se han clasificado 163 Series de Suelos que ahora se han dividido en nueve Ordenes: Alfisol,

Uitisol, Histosol, Inceptisol, Mollisol, Spodosol, Oxisol, Uitisol, y Ver~

es

1. Estas Orden

on descritas en este trabajo. Muestras representa

han

tivas de los perfiles de suelos de Las Series de Suelos clasifica

?sido toneladas, descritas y analizadas por métodos físicos y químicos que

incluyen los mismos métodos químicos usados por el Dr. Mehlich para calcu

lar las cargas eléctricas negativas y positivas de los suelos.

He calculado las tres cargas eléctricas N

egativas y una Positiva, ASC,

Capacidad de Adsorción de Aniones, para algunas mectras representativas del
Perfil de algunas Ordenes Taxonémicas de Puerto Rico que se informan por
prinera vez.

---Page Break---

wrRopucctos,

1a composicién ffeica aproximada por volume du la ~apa superficial

arable de un suelo normal ee: Aire - 2525 Agua ~ 15%; Materia Mineral ~ 452

y Materia orgénica ~ 5% (Fig. 1). EL suelo con buena vextilacién tiene una

composiciGn en su aire sinilar al de la atnésfera; pero generainente tiene

25% de biGxido de carbonos ocho veces mis y concentraciones algo ads altas

de metano y sulfuro de hidrégeno debido a 1a desconposicién de 1a materia

organica por los microorganfenos activos presentes.

eno se reduce o falta para

la respiración de las células radiculares de las plantas debido a una condición anaerobia producida por inundación o elevación del nivel freático a la superficie o por la Demanda de Oxígeno Biológico (DOB) requerida por los microorganismos para los procesos biológicos.

El agua o la solución del suelo se contamina con el exceso de sales co-

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 clorados como: DDT, Aldrin, Dieldrin, Heptaclor, Lindano, etc., que se acumulan en los te-

Jidos celular: Los insecticidas

de las plantas.

+ los organismos y pec

fosforínicos como: Maliciá, Paracién, etc., y los del tipo Carbonate son descompuestos rápidamente.

Los suelos

contienen y se vuelven infértiles cuando se convierten

de normales a

suelos salinos, salinos sódicos y sódicos, debido a la acum

ulación de sales

sódicos 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 © Investigador Enérito del Recinto Universitario de Mayaguez

---Page Break---

sulfuro de hidrógeno (H_2S) producido por bacterias exotóxicas que reducen

los sulfatos presentes. Este gas es tóxico y mata las raíces de las plan

tas 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

Fermentación se forma óxido férrico © un complejo de óxido férrico-óxido

ferroso en la superficie

las raíces del arroz que es reducido por el gas

H₂S para formar piritas, FeS₂; reacción química que protege 1a raíz del

arroz. Un suelo

deficiente en hierro reduce el rendimiento de arroz.

Los suelos están sirviendo ahora de cenicientos para desperdicios de

sustancias tóxicas complicadas difíciles de identificar por ar

necesario conocer cómo actúan los suelos en relación con los procesos

físico-químicos relacionados con el intercambio, adsorción y desadsorción

de cationes y aniones. Algunos datos presentados aquí los he tomado de la

reciente publicación de la Sociedad Americana de Agrónomos (1) que informa

¿nuevos conocimientos profesionales disponibles

sobre el tema de esta

ponencia.

---Page Break---

¿CAPACIDAD DE INTERCAMBIO DE CATIONES Y ANIONES

La Capacidad de Intercambio de Cationes y Aniones sobre particu-

mente en las partículas con menor de .002 de milímetro de diámetro en la

fracción arcilla Gel 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 crista-

Linol con caolinita, 1a nontmor{llonita y las micas con estructuras específicas (Fig. 2), y el otro, de Sxido hidratados de hicro y aluminio que son azorfos; ambos grupos estin mezclados con otros minerales incluyen-

do el siliceo. £1 niicelo de cada partfcula cristalina de arcilla constituye

tune micela con una carga eléctrica negativa bordando su superficie; tanto ex verna como interna. La micela es un anign gigante, en sentido figurado, saturado de cationes (Fig. 3). La seleccién del catiGn intercambiable absorbido por 1a micela depende del catién en 12 soluctén del suelo y del clima de

1a región. En 1a región Miméda; los cations

Mierégeno (H+) y Caleio (cat+)

se absorben primero; le siguen los de Magnesio (Mgt) y luego los de Anonio itt,,), Potasio (K+) y Litio (Lit+) (Cuadro 1). En los suelos con buen ére~

naje de 1a regiGn rida, los cationes de calcio y magnesio se absorben primero;

los de sodio y potasio 1e eiguen y el de hidrógeno es el Gitino. Cuando les
suelos de 1a regign frida no tienen buen drenaje y se acunulan sales solubles,

Jos cationes de sodio son al

jorbidos, en menor y mayor cantidad que los de

calcio convirtigndose los suelos en salinos, salino-s6dicos © sSdicos, alca~

Minos, que contribuyen en contaminar el suelo y reducir su productividad al
minino. En la regi6n Mimeda, 1a pérdida de los cationes básicos lavados por
tas Luvias favorece mayor absorcién de los cationes de hidrógeno en los

Geidos inorginicos y orginicos del suelo y se acentGa 1a formacién de los

suelos cides. Otros cationes intercambiables pueden estar también presentes en cantidades pequeñas como los de hierro férrico, vanadato, aluminio y titanio.

---Page Break---

1A FLOCULACION Y FL. POTENCIAL ZETA

La floculación es la coagulación o precipitación de partículas coloidales

en suspensión. La dispersión

de la materia mineral, orgánica © mineral-orgánica

sfnica, en el agua del suelo, se conoce en 1a Quinica Coloida? cone un Sol S6Lido-Agua; en este caso; un Sol Suelo-Agua. La regla Schulce-Hardy prescribe que un Sol es floculado por cargas elfetricas opuestas « los colcides Aispersos. Un Sol Suelo-Agua tiene generalmente carga negativa. Los ione trivalentes como Aluminio (AL) son mis eficaces en cauenr ia floculaciéa

que Los iones bivalentes, Calcio (Cat+) y Magnesio (Mgt) y tos mis que

Jos Sones sonovalentes, Sodio (Nat) y Potasio (K+), EL hidréseno (H+) es una excepeién (Cuadro 1).

EL poter de floculacién de un catiía depende de 10 que su Yana, Poten= cial Zeta; la cafa potencial expresada en milivoltios desde el borde exterior

de la micela Wy

un punto de 1a solucién (Fig. 3). #1 Fotencial zeta esti relacionado con el tanafo del catia, con su poder de hidratacién y de flo- culacién y con la eficioncia del catién en desplazar otros cationes (Cuadro 1). La floculacién se produce cuando el Potencial Zeta tiene un valor alre-

dedor de 42 milivoltios

se obtiene añadiendo una solución de cloruro de potasio a arcillas saturadas con iones respectivos. El Potencial Zeta de sodio es alrededor de 57.5 milivoltios; y el de calcio que es 52.5.

No debe confundirse la propiedad de flocculación con la

segregación de las

partículas minerales-orgánicas y otros agentes que ayudan a coagularlas.

---Page Break---

(CARGAS ELÉCTRICAS NEGATIVAS Y POSITIVAS Y MÉTODOS QUÍMICOS)

Yodo 20 presentado aquí sobre cargas eléctricas negativas y positivas,

Separación de Intercambio de Cationes y Aniones, lo he tomado de 1a valiosa

Publicación del Químico, Dr. A. Mehlich (1) publicada en 1981. Los nuevos

datos disponibles sobre las reacciones físico-químicas de Cargas

de Intercambio y Capacidad de Intercambio y Absorción de Aniones tienen gran

importancia en la clasificación y fertilidad de los suelos en sus relaciones

con el agua y también

la composición de los plaguicidas y desperdicios sólidos

orgánicos y orgánicos, de origen animal, industrial y municipal

Las Cargas Eléctricas de los suelos se dividen en negativas y positiva;

incluyen cuatro grupos: tres negativas con capacidad de Intercambio de Cation

se denominan: Total, CECE, constante, CECe; y variable, CECv; y una

positiva con Capacidad de Intercambio de Aniones y de Absorción-Desorción

de Aniones, AEC. Mehlich (1) informa que a

la diferencia entre CECt y CECe es

aproximadamente 2 CECv. Los valores de todas estas cargas eléctricas se expresan como

miliequivalentes por 100 gramos de suelo seco, Meq/100g.

La carga eléctrica total, CECt, se determina sumando los Meq/100g, de

5 bases químicas intercambiables

(Catt, Matt, Key Not, AH) extraídas

cra de suelo con una solución neutral de acetato de anonio,

Ni,0Ae © pli 7.0 y los Meg/100g de 1a Acidez Intercambiable, EA, extrayendo

?uestra de suelo con una

solución amortiguadora de cloruro de bario,

001,084 y de TEA, Erietanolanina. (CH,CH,OM), N, 0.28 ajustada a pit 8.2

¥ Situlondo el extracto con una solución de HCl, 0.28, por el método SAZA,

recomendado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos

(5). La carga eléctrica CECe es igual a la suma de los Meq/100g de las

---Page Break---

bases intercambiables (Ca²⁺, Mg²⁺, x

Na⁺) determinadas individualmente

de otra muestra de suelo por el método SBl de SCS (5) 5 del aluminio in-

tercambiable, ar,

determinado en otra muestra de suelo extrayendo con

una solución de fluoruro de potasio, KF, normal por el método G6ld, de

Ses (5). La

diferencia entre los Meq/100g de Ácido Intercambiable, EA

y los de 1a carga negativa variable, CEC, es igual a los Meq/100g de

1a Capacidad de Intercambio de Aniones, AEC.

---Page Break---

SUS CARGAS ELECTRICAS NEGATIVAS Y POSITIVAS

El queveo Survey de los Suelos de Puerto Rico realizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos en cooperación con el Colegio de Ciencias Agrícolas del Recinto Universitario de Mayagüez terminó en 1976. Informes para seis Áreas Geográficas de Puerto Rico se han publicado (1) Mayagüez (2), Mayagüez (1), Mayagüez (6), Ponce (20) y Arecibo (13). Era nueva clasificación sustituye la 1a del Survey de Suelos de Roberts (2) de 1942) con

ant may

Los suelos, a escala 1:20,000, Las Series de Suelos se describen en los Informes incluyendo el perfil vertical consistente de los horizontes

capas en la superficie y subsuelo y el Regolito la roca madre descompuesta

Los datos obtenidos de análisis químicos, físicos y mineralógicos de 126 muestras obtenidas de los horizontes y el regolito se informan para las Series de Suelos más importantes en el informe publicado por el Servicio de Conservación?

cin de Su

18, SCS, de los Estados Unidos (4).

Las 163 Series de Suelos en Puerto Rico clasificadas mediante se Te
valuan taxonómicamente en cinco Categorías Superiores: Familia, Subgrupe y
?cean Grupo, Suborden y Orden (Cuadro 2). La Categoría Superior, Orden, in-
?cluye nueve Taxa para Puerto Rico: Alfisol, Entisol, Wistosol, Tceptisoly
NoLisol, Oxisol, Spodosol, Ultisol y Vertisol descritas en el Cuadro 3. Este
nuevo sistema taxonómico usado también para reclasificar los suelos de los 50
estados americanos e Islas Virgenes se explica en el libro publicado en 1975
por SCS (6). Las cargas negativas constante, CECc, variable, CEOv, y total,

cect, a base de Moq/100g, miliequivalentes por 100

sanas de suelo seco y

cargas negativas CECe, CECY, y la positiva con poder de Absorción-Absorción

---Page Break---

ASC, a base de por ciento sobre CECt, se informan en el Cuadro

o,

Mg

na?, y do atuninio, al, intercambiable y 1a clas> de minerel domi

4 que incluye también el contenido de bases intercambiables; ca?,

ante en la fracción arcilla del suelo.

ae

---Page Break---

conctustox

Todas las series de suelos y Ordenes taxonómicos de Puerto Rico

tienen tres cargas eléctricas netas

positivas: CECe, total; CECe, constante,

y CEC, variable, pero las series que incluyen las dos Grupos Oxisol y

Uxisol tienen cambio de carga positiva según revela el Cuadro 4. Estas

Series y Ordenes de suelos contienen en su fracción arcilla, partículas

menores de 2 micrones (0,002m, de diámetro), los minerales caolinita, ox-

hídrico y mixtos (K,0, y otros) cuya composición variable de silicatos de

aluminio, sesquioxidos de hierro y aluminio ? hidróxido de aluminio con

liberados a producir aluminio intercambiable con carga eléctrica positiva,

Las otras Series:

de suelos principales dentro de los Ordenes taxonómicos:

Alfisol, Entisol, Inceptisol y Vertisol tienen cargas eléctricas negativas

solamente. (1) w

feral, Montmorillonite influye sobre las series del orden

Vertisol y algunas del orden Inceptisol, para que el suelo no tenga aluminio intercambiable. La diferencia entre los Meq/100g de los aniones in-

tercambiables, EA y la carga eléctrica negativa variable, CEC, y es igual

al aluminio, Al intercambiable, obtenido por análisis de los suelos.

---Page Break---

5.

10,

a.

REFERENCES.

Mehlich, A., Charge properties in relation to sorption and desorption of selected cations and anions, p.47-75, Chemistry in the Soil Environment, ASA Special Publication No. 40, 254p.,

1981, Amer. Soc. of Agronomy, Soil Science Soc. of America

677 South Segoe 'st., Madison, Wisconsin, 53711

Roberts and Party, Soil Survey of Puerto Rico, USDA in cooperation with Agr. Exp. Sta, UPR, Series 1936 No. 8, 503pp., published in 1942 with soil maps and Legend.

Soil Conservation Service, USDA, in cooperation with UPR Agr. Exp. Station, 1965. Soil survey Lajas Valley, Area del Valle de Lajas, Puerto Rico Series 1961 No. 23, 170pp. with Soil maps and Legend,

Survey Laboratory Data and Descriptions for some SOLIS OF Puerto Rico and the Virgin Islands, Soil Survey Investigation Report No. 12, 291pp., 1967

1972, Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigation Report No. 1s, 63 pps

Soil Survey Staff, Soil Taxonomy, A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys Agric. Handbook No. 436, 7549p., 1975, Supt. of Documents, U.S. Printing Office, Washington, D.c. 20402, Price \$17.50.

in cooperation with UPR College of Agriculture
Sceacas? Soil Survey of the Mayaguez Area of Western Puerto Rico, 296pp., 1975 with soil maps and guide of mapping units,

Soil Survey of the Numacao Area, Eastern Puerto Rico, Tipp. 1977, with soil maps and mapping units,

Soil Survey of San Juan Area, Puerto Rico, 1é2pp.
T57S, With soil maps and mapping units.

Soil Survey of Ponce Area of Southern Puerto

Rico, GO pp. 1979, with soil maps and mapping units.

Soil Survey of Arecibo Area, Northern, Puerto Rico

published Gy 1982 with soil maps and mapping units.

---Page Break---

Cuadro 1 - datos importantes relacionados con las actividades

de 10s Cationes en Las

|

|

Roncetonce devise anseisenaes Somat

J

| enteon ode | Suse deste orden

| Cation! Normal Hidratado segundo por voltio Eficiencia de) Poder

4 ?

| i

we 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

---Page Break---

Cuadro 2 - Nimeros de Taxa y rasgos caracterfsticos de las vets categorfas

en 1a clasificaci3a taxon3aica de los suelos de Puerto Ried.

RoRero

Categoria de Taxa

Orden 9

Suborden 2

Gran Grupo 38

Subgrupo 82

Familia 1

Series 163

ee eee SS ess |

Rasgos Caracterfsticos

Procesos en 1a formaci3n de los suelos re-

Jacfonados con su movimiento, adici3n o

p3rdida, transformaci3n o translocaci3n de

material mineral u orgénico en el horizonte del suelo.

Homoceneidad genética. Subdivisión de las Ordenes de acuerdo con 1a presencia 0 ausencia de propiedades asociadas con la humedad del suelo, del material de 1a roca madre 0 de efectos de 12 vegetación con Ta materia orgánica y cantidad de fibra en los suelos orgánicos de 1a Orden: Histosol.

Subdivisión de las Ordenes de acuerdo con Clase similar, arreglo y grado de expresión de los horizontes con énfasis en la superficie (epizedsn); estaco de bases (calcio y magnesio), presencia o ausencia de capoteadas con colores rojizos o duras que ayudan al diagnóstico.

Concepto central del Taxa para el Gran Grupo y propiedades que indican intergradación a otro Gran Grupo y Ordenes; incluye 26 adjetivos que modifiquen al Gran Grupo J Cuadro 6.

Incluye una combinación de clases del taxafid

de partículas, clases mineralógicas, clases calcáreas y de reacción; clases de temperatura del suelo y clases de 12 profundidades 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.

a5.

---Page Break---

?advo 3~ Descripción de las Nueve Ordenes de Suelos Clasificados en

Puerto Rico

Orden Desertpetoa

Alfisol Us suslo wineral dcido sobre pl 5.0 con contenide woderade a alto de

Inceptisol

Mollisel

oxisel

bases: calcio y magnesio, que tiene un horizonte argilico u arci-

Lose de diagnético en él subsuelo que reduce ls permeabilidad; sos-

tlene 1a hunedad por 10 menos 3 meses del ato. Alf, no tiene signi=

ficado, La saturact6n de bases por cumi de cattones es 351 0 mas

@ tnt profundidad de 1.250 debajo del nite superior del horizonte

argilico, 0a 1.85 debajo de la superficie o sobre un contacto

Litico con una roca 0 materia dura; ethene una pesneabilidad que se

inclina a ser baja debido al horizonte argilico.

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, BE 5.0 carentes y calcáreos; indica juvenil.

Suelo orgánico con más de 50% de materia orgánica por volumen; de 22 a 18% de carbón orgánico saturado con agua y 20% sin estar saturado: Este derivado del griego *histos*, tejido. La materia orgánica se deriva de los tejidos vegetales que quedan como fibra o descompuestos en humus.

Un suelo mineral que empieza a señalar cambios 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; este indica incipiente

Un suelo mineral E_{reil} con un epipedón (capa ce 1a superficie)

Bolico de diagnóstico profundo, oscuro, rico en humus y en bases, calcio y magnesio; formado bajo una vegetación herbácea en un medio

Fico en materia orgánica en 1a presencia de calcio; tiene buena permeabilidad y es calcareo; oíl significa suelo, cil de laborar.

EL epipedón mélico tiene un contenido de 507, 0 mas de saturación de bases; el de carbono orgánico es 2.5% 0 ets en les 18cm superiores que @ veces baja a 0.6% (1% de materia orgánica); pose una buena reserva de calcio, magnesio, potasio y nitrógeno si el suelo no ha sido cultivado intensamente; 1a materia orgánica le proporciona una capacidad alea de intercambio de cationes que protege 1a planta de efecto de toxicidad por el aluminio y manganeso; poses buena permeabilidad.

Suelo mineral de la región hiah, pobre en bases, calcio y magnesio, con declive moderado altamente intemperizado, de poca fertilidad, con buena permeabilidad, color rojo pardo a tojo oscuro debido a 1a acumulación de sesquióxidos de hierro y aluminio que forman parte de la fracción arcilla. Estos sesquióxidos no se expanden o contraen cuando ocurre con 1a 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 seigo a end

Profundidad dentro de 2 metros 0 contentendo una fase continea de
plintita dentro de 30 cm de 1a supersicke saturads con agua alguna
parte del ano, Algunos conservan nas bases y son mis fértilesy ox
indica la presencia de un hertzonte éxico, Leinroth, F. Hindle
los oxtsoles en 1a publicaci3n de Suat(1).

a6

---Page Break---

Continuaci3n

Cuadro 3 - Descripci3n de las Nueve Ordenes de Suelos CI

Hicados en

Puerto Rico

Orden

Spodosol

Ultisol

Vertisol

shasta un eetro o nis durante 1a sequia y se extiende

Deseripeten|

Suelo Mineral Acido con un horizonte espidice com
puesto de materia orginica y alusinio, con o ein
htherro, de zona fria o tenplada con capa superficial
delgada fornada de arena gruesa; ed indica 1a presen-|
cla de un horizonte espbdico.

Un suelo mineral de poca fertilidad con un subsuelo
arcilloso de poca permeabilidad producto de la des-
composicion ditisa de los coupuestos de silicate de
ferro, magnesio y aluninto de la roca madre en las
fracciones de arena, Limo y arcilla que forsan las

texturas de los suelos. El suelo no perdido por lixiviación de la Muvia grandes cantidades de bases y arcilla que se depositan en el subsuelo; el subsuelo es ácido que a la superficie debido a la presencia de aluminio depositado como hidróxido de aluminio en las estratas del subsuelo; esto significa ácido.

Un suelo arenoso 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; esto indica propiedad de agrictarse.

--

---Page Break---

orgerquvos

OPFPSx0-0 HeayUTTOND-y feayuoTTFZEMUOHH fou f

our sae

S*oy pepruzozess

9°85 yost3204

ee

9°S s0auFn9 S01

sououy,

sexe

osuo2ur

sereuy,

koniieg

Tezox09

oayuoasy

ody

0r09

wurree9 ? Tosrxo

"91 0°07

aonb ? ways

we 8tkg

Seana se

soon o2song ep sorens 9p #21195 GT Yoo en2qapuTE, souspl9 fos 3p

" etaerqueozeq01 z9pyay & savqeyqueszoauy seoyTgtOM Seseq opuaintouy seayafsod <

seapieGou SvAse) ?y O2p?ND

a1

---Page Break---

mineral

organica

5%

Fig. 1 - Composicion fisica aproximada por volumen de 1a capa superficial
arable de un suelo normal

a9.

---Page Break---

X9EP | ceninne te

gre

w gs

0

Eehrvctere ar | tase

ay lo

1008] Tearaere

Fig. 2-Estructuros:(a),Tetroedro de Silico;(b), Octoedro de alumina;
(e),(41,(e),(P),vistas de todo: coclinita (K), niotmonttonite (M),
ilita (1), Los distancios entre los flechas estdn expresodas
fen unidades Angstrom (AJ; un A igual 0 16%em.

20

---Page Break---

"0182 091419919 |0j2Ua10d 19 A Oll1940 ap o1a>|W Oo} ap Ddod aigop 07 -ç ?614

Sopiueyey tev0} 9p s0j224u) 0409

31014uaans v1.30 vioNvisia

1Pio, 101 2uaV0g

291449913 1o12uas0q

PiMayi0ç 94 9}

---Page Break---

AL AUELO, wand

Fig.4- EFECTO DE $Ce(OM)$, SOBRE LA NEUTRALIZACION DE
ACIDEZ EN UN HISTOSOL (muck) EN RELACION AL
pM PUBLICADO POR MENLICH ().

2.

---Page Break---