



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Filosofía y Letras División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia Licenciatura en _____GEOGRAFÍA_____ Modalidad Universidad Abierta			
Asignatura: _Laboratorio de Edafología y Prácticas de Biogeografía y Edafología_____ Profesora/ Profesor: _GLORIA ALFARO SÁNCHEZ_____			
Clave: 2601	Semestre: 24 2	Créditos: 6 (seis)	Área de conocimiento: CIENCIAS NATURALES
Modalidad:		Tipo:	
Curso (X) Taller () Laboratorio (X) Seminario ()		Teórico (X) Práctico () Teórico/Práctico (X)	
Carácter:		Horas: 3 HORAS	
Obligatorio (X) Optativo ()			

1. INTRODUCCIÓN

Esta asignatura tiene como objetivo conducir al estudiante de Geografía hacia la comprensión de que el suelo constituye un sistema analítico complejo. El análisis de la relación entre los suelos y plantas son un interesante desafío.

Las propiedades físicas del suelo influyen en aspectos como la fuerza de sostener a las plantas, la capacidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de almacenar agua y la retención de nutrientes entre otros. Además conocer las propiedades físicas del suelo es útil en otros campos como, la Ingeniería por el aspecto de construir casas habitación en sitios seguros.

El conocimiento de numerosas reacciones químicas, el tipos de aparatos usados y las diversas técnicas utilizadas hoy en día, hacen que los profesionistas que las conocen y manejan, realicen adecuadas interpretaciones y estén capacitados para la resolución de problemas situados fuera de la química analítica, ayuda a la resolución de problemas tanto en la agricultura, biosilvicultura, contaminación y otros campos

En su inicio la práctica de los análisis del suelo era con un enfoque meramente hacia la producción alimentaria, en la actualidad, la información es utilizada con diversos intereses dentro de una variedad amplia de disciplinas científicas pues existen muchos problemas que se pueden abordar solo si se cuenta con dicho apoyo.

Para hacer una interpretación de datos analíticos, es importante tener una clara concepción del fundamento teórico de las características de los suelos y de los métodos utilizados.



Un programa de análisis de suelo debe tener un enfoque hacia los objetivos que se persiguen, para ello se contemplaran las siguientes etapas: a) muestreo, b) preparación de la muestra, c) análisis de la misma, d) interpretación de los resultados; e) elaboración de las conclusiones.

Las prácticas se iniciarán cuando el alumno tenga antecedentes teóricos sobre morfología, origen y desarrollo del suelo. Previa a la salida de campo el estudiante deberá hacer una búsqueda de información bibliográfica, cartográfica del sitio que se va a muestrear.

En la práctica de campo, el estudiante hará una descripción del sitio, información que será valiosa para una posterior interpretación de los datos del perfil del suelo.

Las prácticas siguientes se efectuarán después de haber estudiado los temas respectivos con objeto de reducir el número de problemas o dudas con que el alumno se enfrentará.

2. OBJETIVOS

2.1 General. Esta asignatura tiene como objetivo conducir al estudiante de Geografía hacia la comprensión de que el suelo constituye un sistema analítico complejo. El análisis de los suelos y plantas son un interesante desafío.

2.2. Particulares. Un programa de análisis de suelo debe tener un enfoque hacia los objetivos que se persiguen (agricultura, forestería, biosilvicultura, paisajismo, desarrollos urbanos etc.) pero se contemplaran las siguientes etapas: a) muestreo, b) preparación de la muestra, c) análisis de la misma, d) interpretación de los resultados; e) elaboración de las conclusiones.

3. TEMARIO

Unidad 1. Reconocimiento del suelo en un perfil edafológico.

La unidad de observación de los suelos lo constituye el perfil, el cual es una exposición vertical de la corteza terrestre hasta el límite de profundidad de las raíces de las plantas perennes o hasta la profundidad de la capa que influye en su comportamiento.

Un perfil muestra la variación vertical del suelo y una secuencia de perfiles muestra la variación lateral de los suelos.

La caracterización de perfiles de suelos en el campo consta de dos partes: la descripción del sitio, la descripción del perfil, propiamente dicha.

Al excavar un perfil quedan expuestas características que permiten su diferenciación en forma evidente, como: su color, concreciones minerales, porosidad, huellas de la actividad de los seres vivos, marcas que indican los procesos de evolución del suelo, etc. mismas que sirven para detectar objetivamente la representatividad de un perfil. Sin embargo, en muchas ocasiones esa operación no resulta tan sencilla de apreciar porque el suelo no presenta rasgos tan evidentes, o por la falta de experiencia.

Objetivo.

Que el alumno identifique los principales rasgos y características del sitio y del perfil (físico, químico y biológico)



Material

Libreta de campo. Altimetro, brújula, clisímetro, pala, pico, agua destilada, tablas Munsell), ácido clorhídrico, cinta métrica, cuchillo, lupa, bolsas de plástico.

Procedimiento

1. Excavación del pozo a cielo abierto
2. Descripción del perfil y registro de datos en la forma de descripción previamente elaborada.
3. Toma de muestras
4. Previo a la salida deberá haberse consultado la cartografía temática del sitio

Trabajo a entregar.

1. Descripción del sitio
2. Descripción del perfil
3. Obtención de muestras para prácticas siguientes.

Unidad 2. Práctica No. 2. Laboratorio de Edafología (algunas consideraciones).

Introducción.

El uso y manejo de reactivos, aparatos y métodos requiere de una previa revisión de las nociones y conocimientos por parte de los alumnos, el caso de los estudiantes de Geografía no es una excepción y por ello se plantea esta práctica donde se revisarán aspectos relacionados con los reactivos y aparatos del laboratorio.

El análisis del suelo maneja más de sesenta de los elementos que se presentan en la naturaleza bien como componentes del suelo, o de forma indirecta como reactivos o equipo. A estos se agregan constantemente otros de los elementos del suelo que son interesantes por lo que se refiere a la nutrición vegetal, en relación con su carácter esencial o su toxicidad o por intervenir en los procesos de sustitución fisiológica. Casi la mitad de los 32 elementos restantes que existen en la naturaleza pueden intervenir de una forma u otra en los análisis de suelos y plantas.

Por la complejidad del material que ha de ser analizado, es menester tener en cuenta los siguiente: “Para ser eficiente la recolección de datos debe ser selectiva, siendo la mejor guía para acopiarlos. Primero se estudia y analiza la información de que se dispone; se formulan varias hipótesis de trabajo; de cada una de estas se deducen las consecuencias que deban presentarse, suponiendo que tal hipótesis fuera correcta; se buscan después más datos y se someten a nuevo examen los que ya se conocían, buscando obtener la evidencia que apoye o refute la hipótesis sometida a escrutinio”.

Si se orienta de esta forma la búsqueda de datos, se conseguirá reducir a un mínimo la recolección ininteligible de datos irrelevantes y también la confusión que produce en la bibliografía la acumulación de información sobre hechos, no dirigida.

Objetivo. Que el alumno pueda comprender la importancia de la recolección de datos en el campo y el laboratorio en forma sistemática para lograr un manejo adecuado de información.

1. Reactivos analíticos
2. Aparatos de laboratorio



3. Esquema de un informe: Introducción, problema, desarrollo, observaciones, discusión, conclusiones.

4. Orden en el laboratorio

El reporte expresará en forma grafica lo visto en la presente sesión.

Unidad 3. Determinación del pH del suelo (relación 1:2.5).

Introducción.

El valor del pH del suelo indica la magnitud de la acidez activa, esto es, la concentración de H^+ en la solución en equilibrio con la fase sólida del suelo, pero no constituye una medida de la acidez potencial la cual podría tener una magnitud muy diversa para cualquier valor dado de pH.

Los métodos para determinar el pH del suelo pueden dividirse en métodos colorimétricos o electrométricos. Los métodos colorimétricos hacen uso de indicadores generalmente colorantes orgánicos, de tipo ácido o básico, que cambian de color con la actividad de los H^+ . Su uso se restringe a trabajos de campo, para obtener valores aproximados de pH.

El método electrométrico es el más utilizado en los laboratorios de suelo. Con este método, se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H^+ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema, usando como referencia un electrodo cuyo problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones a medir, siendo generalmente un electrodo de calomel no de $Ag/AgCl$.

Objetivo: Que el alumno reconozca que el pH es una característica del suelo que va a ser determinante en el desarrollo y distribución de las plantas, y que existen factores que afectan en su determinación.

Procedimiento.

Relación 1:2.5

1. Pesar 10 gr. de suelo
2. Agregar 25 ml. de H_2O destilada previamente hervida*
3. Mezclar y reposar 30 min.
4. Leer en el potenciómetro

*Después de hervir el agua se deja enfriar a temperatura ambiente. Se pone a hervir 1000 ml. Y se deja que se evapore aproximadamente 200 ml.

Manejo con el potenciómetro

- a) Conectar el aparato
- b) Tomar la temperatura del buffer pH7
- c) Poner la temperatura en el potenciómetro
- d) Regular la temperatura de acuerdo con el buffer y el potenciómetro
- e) Desactivar el aparato antes y después de introducir cualquier solución.

Nota. Deberá lavarse el electrodo con agua destilada después de cada muestra, quitar en exceso de agua con un papel secante

Unidad 4. Práctica No. 4. Densidad Aparente



La densidad de un suelo es el peso de un volumen conocido de suelo comparado con el peso de un volumen igual de agua o el peso por unidad de volumen.

La densidad del suelo es “la relación de masa - volumen de las partículas de suelo más los espacios porosos en una muestra”.

Los datos de densidad se utilizan para computar la porosidad total (suponiendo, en el procedimiento usual, que las partículas del suelo tienen una densidad de 2.65 g/cc) y el agua aprovechable en porcentaje por volumen.

Procedimiento.

1. Se pesa una probeta completamente seca de 100 o 50 ml. completamente seca.
2. Se agrega suelo hasta que queda compacto hasta la marca de 100 o 50 ml. (dando golpes suaves sobre la mesa).
3. Se pesa la probeta

P = peso de la probeta

Ps = probeta con suelo

s = suelo

$$Ps - P = s$$

D.A. (densidad aparente) = $s/vol.$ = g/cc.

Porosidad = $\% (1 - DA/DR) \times 100$

DA = Densidad aparente

DR = Densidad real

Unidad 5. Determinación de la Densidad real.

Se secan los picnómetros en la estufa a 40° C

Se sacan de la estufa y se meten en el desecador hasta que alcancen la temperatura ambiente

Se pesan utilizando la balanza analítica

Se requiere de los siguientes pesos:

Peso del picnómetro

Peso del picnómetro + suelo

Picnómetro + agua + suelo

Picnómetro + agua

D = masa o peso/volumen

$$g/cc = \frac{(\text{Peso del pic.} + \text{suelo}) - (\text{Peso del pic.})}{[(\text{Peso del pic.} + s) - (\text{Peso del pic.})] - [(\text{Pic.} + a + s) - (\text{pic} + a + s)]}$$

Unidad 6. Práctica No. 6. Determinación de la materia orgánica (Walkley y Black) del suelo.



Introducción. Los restos vegetales de toda naturaleza, hojas, ramas muertas, que caen sobre el suelo, constituyen la fuente esencial de la materia orgánica: desde su llegada al suelo, son descompuestos más o menos rápidamente por la actividad biológica.

La materia orgánica fresca es así transformada poco a poco, dando lugar, por una parte, a elementos minerales solubles o gaseosos, tales como NH_3 , NO_3H , CO_2 (mineralización o biodegradación) y por otra parte, a complejos coloidales (humus en el sentido más estricto) que son relativamente estables y resistentes a la acción microbiana (humificación); estos compuestos húmicos se mineralizan a su vez, pero mucho más progresivamente que la materia orgánica fresca.

La importancia de este factor está dada por su influencia directa e indirecta sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo como color; estructura; plasticidad; capacidad de retención de humedad; capacidad de intercambio catiónico y aniónico; disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre; pH; control de la flora microbiana; génesis del suelo; susceptibilidad a la erosión, etc.

Procedimiento

1. Pesar 0.5 g de suelo y colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. (por duplicado).
2. Agregar 5 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N
3. Agregar 10 ml de H_2SO_4 concentrado Agitar 1 min.
4. Reposar 30 min
5. Agregar 100 ml de agua destilada
6. Agregar 5 ml de H_3PO_4 concentrado
7. Agregar 6 gotas de bario sulfonato de difenil amina.
8. Titular con sulfato ferroso 0.5N hasta obtener un color olivo azulado y finalmente a un color verde bandera o esmeralda.

$$\% \text{ M.O.} = \frac{(\text{ml } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) - (\text{ml } \text{F}_2\text{SO}_4 \times \text{N} \times \text{F.C.}) \times 0.69}{\text{gr muestra}}$$

$$\text{F.C.} = \frac{\text{vol } \text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ añadido} \times \text{N } \text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{vol } \text{Fe}^{2+} \text{ gastado en el blanco} \times \text{N } \text{Fe}^{2+}}$$

Preparación de reactivos.

Dicromato de potasio 1N. Disolver 98.06 g de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en 1000 cc de H_2O destilada y posteriormente a 2000 cc (el dicromato se calienta previamente a 105°C durante 3 hr)

Sulfato ferroso 0.5 N. Disolver 278 g de sulfato en cierta cantidad de H_2O destilada, agregar 90 cc de H_2SO_4 concentrado, enfriar y diluir a 2000 cc.

Indicador Bario sulfonato de difenilamina. Disolver 0.16 g del indicador en 100 cc de H_2O destilada.

$$\% \text{ C} = \frac{\% \text{ M. O.}}{1.724}$$

$$\% \text{ N} = \text{M.O.} \times 0.05$$

Unidad 7. Práctica No. 7. Determinación de la Textura del Suelo (Bouyoucos)



1. Pesar 55 g de suelo y colocarlo en vasos de precipitado
2. Se humedece el suelo antes de agregar H_2O_2 . Destruir la materia orgánica agregando 20 ml de H_2O_2 al 8%. Repetir 2 veces hasta que deje de hacer efervescencia la mezcla entonces la muestra se introduce a baño maría y al evaporarse la mayor parte del H_2O_2 , se deja evaporar en baño maría hasta que se seque completamente.
3. 50 gr de suelo seco se pasa al vaso de la batidora, se agregan 10 ml de oxalato de sodio y 10 ml de meta silicato de sodio y agua destilada hasta la segunda marca del vaso.
4. Agitar durante 5, 15, ó 30 min
5. La mezcla se vacía en una probeta de 1000 ml y se afora con agua destilada preferentemente
6. Agitar durante 1 min con un agitador
7. Tomar la lectura con el hidrómetro a los 40 segundos y a las 2 hrs. Tomando también la temperatura.

a) % limos y arcillas

$$= \frac{\text{Lectura corregida del hidrómetro a 40 seg}}{\text{peso del suelo seco}}$$

b) % de arcillas

$$= \frac{\text{Lectura corregida del hidrómetro a las 2 hrs} \times 100}{\text{peso del suelo seco}}$$

c) % de arenas = $100 - \% \text{ de limos y arcillas}$

d) % limos = $a - b$

Con ayuda del triángulo de texturas se hace la clasificación textural del suelo.

Corrección: Por cada grado arriba de $20^\circ C$ se agrega a la lectura 0.2 y por cada grado abajo 0.2 a la lectura.

Unidad 8. Práctica No. 8. Determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico Total.

Introducción. La capacidad total de cambio (T) es la capacidad máxima de cationes metálicos que el suelo puede fijar.

La suma de los cationes metálicos de cambio (S) representa la cantidad total de cationes alcalinos y alcalinotérreos actualmente retenidos: Ca^{++} , Mg^{++} , K^{++} , Na^{++} .

La diferencia $T-S$ representa el conjunto de los iones H^+ o iones Al^{3+} , que liberan iones H^+ en presencia de agua.

Finalmente, el grado de saturación de cationes metálicos (V) del complejo absorbente viene expresada en la relación $\frac{S}{T} \times 100$.

T

La determinación de la capacidad de intercambio catiónico, ha planteado una seria discusión profunda respecto a técnicas utilizadas, por lo que se han propuesto múltiples alternativas en cuanto a las soluciones saturantes y técnicas operativas.



En el método original se plantean las siguientes etapas operatorias:

Desplazamiento de los cationes intercambiables y saturación de la muestra con un catión índice, 2) lavado de la saturación saturante que queda impregnado en el suelo, 3) desplazamiento del catión índice adsorbido, 4) determinación del catión índice desplazado. Para lograr las etapas antes mencionadas se incluyen como mecanismo la agitación en tubos, el centrifugado y la decantación.

Esta practica tiene como objetivo que el alumno reconozca que la determinación de la capacidad de intercambio catiónico es importante pues está relacionada con la riqueza de nutrientes del suelo y otros procesos como la evolución de la materia orgánica.

Procedimiento

1. Pesar 1 g de suelo (por duplicado) y ponerlo en tubos de centrífuga de 10 ml .
2. Agregar CaCl_2 1 N pH7 hasta la mitad del tubo.
3. Agitar y agregar mas CaCl_2 hasta 1 cm abajo de la boca del tubo.
4. Centrifugar de 2 a 5 min, 5 veces en total. Los sobrenadantes se desechan. También se puede utilizar acetato de magnesio 1 N pH7 en lugar de CaCl_2 .
5. Centrifugar con alcohol etílico industrial de la misma manera que para el CaCl_2 , también se desechan los sobrenadantes 5 veces en total.
6. Centrifugar 5 veces con NaCl 1 N pH7 pero guardando los sobrenadantes en recipientes
7. Medir el extracto.
8. Tomar 10 ml de alícuota y agregar 10 ml de NaOH al 5 %.
9. Agregar un poco de murexida.
10. Titular con EDTA 0.2 N hasta que vire de rosa a lila Valorar el EDTA con CaCO_3 0.2 N, 10 ml.

Si se utilizó acetato de Mg agregar a la alícuota 10 ml de buffer pH 10, 5 gotas de clorhidrato de hidroxilamina y 5 gotas de cianuro de potasio 2 -5 gotas de negro de eriocromo, titular con EDTA 0.2 N hasta que el color vire de morado a azul metálico brillante.

$$\text{CIC} = \frac{\text{ml de EDTA} \times \text{N} \times \text{FC} \times 5 \times 100}{1 \text{ g}} = \text{meq}/100\text{g}$$

$$\text{F.C.} = \frac{\text{ml}_{\text{EDTA}} \times 0.02 \text{ N}}{\text{ml CaCO}_3 \text{ 0.02N}}$$

$$\text{N}_{\text{EDTA}} = \frac{\text{N}_{\text{CaCO}_3} \times \text{ml usados}}{\text{ml gastados}}$$

Reactivos:

Acetato de magnesio: Se pesa el equivalente químico de acetato se agrega agua hasta completar un litro con agua destilada (Sol 1N). Ajustar a pH7 con ácido acético y con óxido de magnesio.

Cloruro de sodio: Se pesa el equivalente químico de NaCl , se agrega agua hasta completar un litro con agua destilada (Sol 1N). Ajustar a pH 7 con HCl o con NaOH .



Cloruro de calcio: EQ de CaCl_2 , se agrega agua hasta completar un litro con agua destilada (Sol 1N). Ajustar a pH 7 con HCl o con $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Solución buffer de cloruro e hidróxido de amonio p H 10. Disolver 67.5 g de cloruro de amonio en 200 ml de agua destilada con 570 ml de hidróxido de amonio concentrado y diluir a 1000 ml con agua destilada.

Ajustar a pH 10 con HCl ó NH_4OH

KCN 2%: 2 gr en 98 ml de agua destilada.

Clorhidrato de hidroxilamina 4.5 de clorhidrato de hidroxilamina en 100 ml de alcohol metílico.

Indicador negro de eriocromo T: Disolver 0.1 g de negro de eriocromo T en 25 ml de alcohol metílico que contenga un g de clorhidrato de hidroxilamina.

EDTA (versenato) 0.01 N. Diluir 3.8 g de la sal di sódica del ácido etilendiaminotetra acético en 2 lt de agua destilada.

Se valora con una solución de carbonato de calcio 0.02 N que se prepara con 0.5 g de carbonato de calcio secado previamente durante 3 horas en la estufa a 105°C y llevado a 1 lt (1000 ml) con agua destilada.

Disolver primero el CaCO_3 con HCl concentrado gota a gota

Murexida. Titular 40 g de sulfato de potasio o NaCl, con 10 g de cloruro de amonio y 0.2 g de murexida (purpurato de amonio)

Acetato de sodio 1N: Equivalente químico del acetato de sodio a 1 lt de agua destilada. Ajustar a pH 7 con ácido acético o con NaOH

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

ESTRATEGIAS.

- Ejercicios de reflexión a partir de contestar anticipadamente preguntas generadoras relacionadas con el tema a tratar en clase.

- Para obtener la calificación del desempeño del estudiante en lo que se refiere al conocimiento de técnicas de análisis físicos y químicos por las cuales se determinan los diferentes parámetros a reconocer y caracterizar al suelo, por su contenido puede ser complejo de evaluar para ello se ha construido una tabla (matriz) para exhibir los criterios específicos y más importantes que permitan valorar el aprendizaje, los conocimientos y las competencias, logradas por el estudiante en el desarrollo de estas actividades.

Trabajo por equipo

- Resolución de cuestionario. **Trabajo individual**



- Consulta de información bibliográfica (libros, revistas, internet). Los estudiantes podrán disponer de suficiente bibliografía para su análisis y discusión que generalmente está en bibliotecas de diversas instituciones dentro de la UNAM y por internet.

- Las técnicas que van a buscar son para determinar lo siguientes parámetros:

- Preparación de las muestras; pH; Densidad aparente D. A. y Densidad real D. R.; Materia orgánica M.O.; Textura; Capacidad de intercambio total (C. I. C. T.); Cationes intercambiables calcio Ca, magnesio Mg, sodio Na, potasio K.; fósforo P

EVALUACIÓN

Búsqueda de Técnicas	Participación En trabajo de equipo	Apropiación de conceptos	Claridad y orden de documento escrito	Entrega de reportes por tec.	Fuentes Bibliográficas consultadas	Presentación Del trabajo	Evaluación
Valor	20%	20%	20	10%	10%	20%	100%
Preparación de la muestra							
pH							
D. A.							
D. R. - % Poros.							
% M. O.							



Textura							
C. I. C. T.							

La Evaluación durante el curso tiene como objetivo que el alumno adquiera competencias, que su proceso de aprendizaje sea productivo y que lo incite a seguir adquiriendo conocimientos por lo que debe realizarse de manera continua a lo largo del curso.

En este proceso es importante tener comunicación cercana con el alumno para lograr su confianza y sienta el apoyo de obtener retroalimentación.

Evaluación.- Los reportes deben contener un apartado denominado: nombre de la técnica correspondiente, Introducción, descripción de la técnica propuesta para cada parámetro, materiales que se requieren, procedimiento, discusión entre los miembros del grupo para resaltar la importancia de determinar el parámetro para el uso en las actividades productivas (agricultura ganadería), definir el tipo de suelo, comprender su ubicación en una unidad taxonómica, los procesos, etc. 10%

- En la matriz arriba diseñada se evaluarán los siguientes aspectos antes descritos 20%-
- Participación en equipo
- Apropiación del concepto
- Claridad y orden en el documento escrito
- Entrega de un reporte por cada parámetro
- Investigación bibliográfica
- Participación acertada en las discusiones en Videoconferencias sobre los temas que se tratan

Uso de Classroom, Zoom, Correo electrónico, Chat

Computadoras, teléfono celular

BIBLIOGRAFÍA

2015. Base Referencial de suelos del mundo. FAO. (Buscar en internet)



FACULTAD DE
FILOSOFÍA Y LETRAS

SUA(y)ED
Filosofía / Letras

Flores D. L.; Alcalá M. Jorge René. Manual de Procedimientos Analíticos Laboratorio de Física de Suelos. Instituto de Geología de la UNAM. Internet

Manual de análisis del suelo. SEMARNAT. Internet.

Porta J.; López Acevedo.; Roquero C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. 2014. Informes sobre Recursos Mndiales de Suelo No. 103. FAO, Roma. 205 pag.