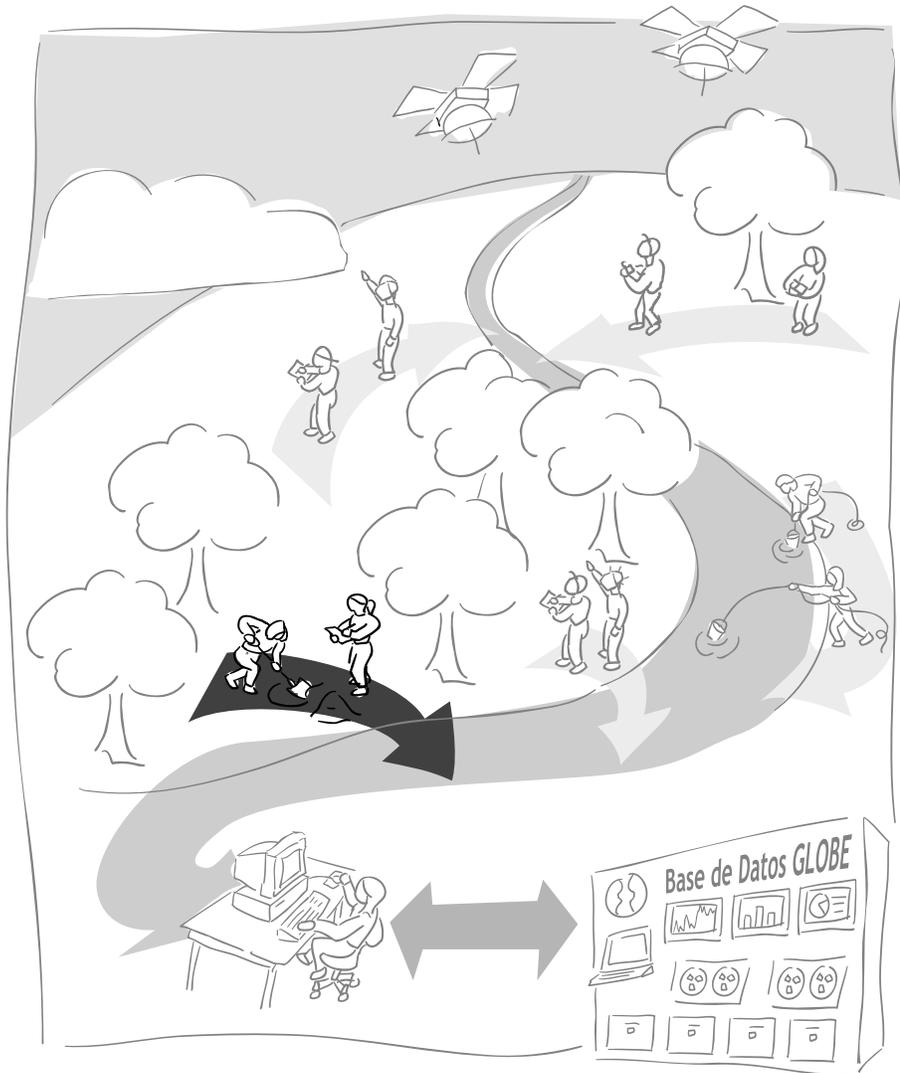


# Investigación de Suelos



Una Investigación de Aprendizaje de GLOBE™



# Un Vistazo a la Investigación de Suelos



## Protocolos

Mediciones tomadas una vez en dos o más Sitios de Muestreo de la Caracterización de los Suelos  
profundidades superior e inferior para cada horizonte en el perfil del suelo  
estructura, color, consistencia, textura  
densidad en masa, distribución de partículas por tamaño, pH, y fertilidad (N, P, K) de las  
muestras tomadas de cada horizonte  
infiltración de los suelos  
inclinación superficial (en grados)

Mediciones tomadas en el Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos:  
humedad de los suelos, 12 veces al año  
temperatura del suelo, cada semana  
variación diurna de la temperatura del suelo, en cada estación  
infiltración de los suelos, en cada estación

## Secuencia Sugerida de Actividades

Lea el segmento *Bienvenidos a la Investigación de Suelos*.  
Copie y distribuya entre sus estudiantes las cartas y entrevistas  
a los científicos.  
Lea los *Protocolos* para aprender precisamente lo que se debe  
medir y cómo hacerlo.  
Lea el segmento *Un Vistazo a las Actividades de Aprendizaje*, al inicio de  
la sección *Actividades de Aprendizaje*.  
Realice las primeras cuatro actividades antes de iniciar los  
protocolos.  
Haga copias de las hojas de datos que constan en el *Apéndice*.  
Realice los *Protocolos de Caracterización de los Suelos*.  
Realice el *Protocolo de Humedad de los Suelos*.  
Visite el Web de GLOBE con sus estudiantes y revise las  
páginas de envío de datos sobre Suelos.  
Envíe sus datos al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.  
Cumpla el resto de las actividades de aprendizaje.



## Notas Especiales

Podría requerir ayuda para cavar el hoyo en la tierra, si es que elige cavar uno.



# Tabla de Contenido

## ***Bienvenidos a la Investigación de Suelos***

Cartas de los Científicos a los Estudiantes .....	Bienvenidos-5
Conozca a la Dra. Elissa Levine y al Dr. Jim Washburne .....	Bienvenidos-7

## ***Introducción***

La Gran Imagen .....	Introducción-1
Vista General de las Mediciones .....	Introducción-9
Preparación para el Campo .....	Introducción-13
Actividades Educativas .....	Introducción-14
Evaluación de los Estudiantes .....	Introducción-14

## ***Protocolos***

Primera Parte: Cómo Realizar la Caracterización de los Suelos .....	Protocolos-2
Protocolo de Mediciones de Campo para la Caracterización de los Suelos .....	Protocolos-4
Protocolo de Análisis de Laboratorio para la Caracterización de los Suelos .....	Protocolos-15
Segunda Parte: Humedad y Temperatura de los Suelos .....	Protocolos-22
Protocolo de Humedad Gravimétrica de los Suelos .....	Protocolos-25
Protocolo Opcional de Bloques de Yeso para Humedad de los Suelos .....	Protocolos-29
Protocolo de Infiltración .....	Protocolos-33
Protocolo de Temperatura de los Suelos .....	Protocolos-37

## ***Actividades de Aprendizaje***

Simple Repaso Principiantes .....	Actividades de Aprendizaje-2
Simple Repaso .....	Actividades de Aprendizaje-8
De Pasteles de Lodo a Ladrillos .....	Actividades de Aprendizaje-14
El Suelo de mi Patio .....	Actividades de Aprendizaje-16
Una Visión de Campo del Suelo. Cavar en los Alrededores .....	Actividades de Aprendizaje-19
Los Suelos como Esponjas: ¿Cuánta Agua Puede Retener el Suelo? .....	Actividades de Aprendizaje-22
El Suelo: El Gran Descomponedor ....	Actividades de Aprendizaje-27
El Sentido de las Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo .....	Actividades de Aprendizaje-30
El Juego de los Datos .....	Actividades de Aprendizaje-39





## Apéndice

Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos .....	Apéndice-2
Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa: Técnicas de Fosa y Cerca a la Superficie .....	Apéndice-3
Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa - Técnica Barrena .....	Apéndice-4
Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño de Partículas .....	Apéndice-5
Hoja de Trabajo de Datos de pH de los Suelos .....	Apéndice-6
Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos.....	Apéndice-7
Hoja de Trabajo de Humedad de los Suelos del Sitio de Estudio .....	Apéndice-8
Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos. Patrón Estrella .....	Apéndice-10
Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos. Patrón Transversal .....	Apéndice-11
Hoja de Trabajo de Datos del Bloque de Yeso Diario .....	Apéndice-12
Hoja de Trabajo de Datos de Calibración del Bloque de Yeso Anual .....	Apéndice-13
Hoja de Trabajo de Datos de Infiltración de los Suelos .....	Apéndice-14
Hoja de Trabajo de Datos de Temperatura de los Suelos .....	Apéndice-15
Hoja de Información de la Caracterización de los Suelos .....	Apéndice-16
Triángulo de Textura 3 .....	Apéndice-19
Glosario .....	Apéndice-20
Hojas de Ingreso de Datos en la Web de GLOBE .....	Apéndice-22



# Carta de los Científicos a los Estudiantes

Duplicar y distribuir a los estudiantes.

Entrevista a los Científicos

Bienvenida

Introducción

Protocolos

Actividades de Aprendizaje

Apéndice

*Esta investigación se compone de dos investigaciones interrelacionadas: la Caracterización del Suelo, dirigida por la Dra. Elissa Levine, que examina las propiedades del suelo; y la Humedad del Suelo, dirigida por el Dr. Jim Washburne.*

¡Hola estudiantes!

Soy Elissa Levine, una científica de suelos que trabaja para la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio). Estoy muy emocionada de poder trabajar con ustedes.

La gente me pregunta a veces: ¿«Acaso el suelo no es suciedad y nada más? ¿A quién le importa»? Esa es mi pregunta favorita, somos muy indiferentes hacia los suelos y, sin embargo, estos están entre nuestros recursos naturales más importantes. El ecosistema depende en gran medida del suelo. Los suelos permiten que el agua, la energía y el calor fluyan a través de ellos, y resultan esenciales para nuestros alimentos y vestido. Caminamos sobre el suelo, jugamos sobre él, conducimos, construimos nuestros hogares, escuelas y edificios sobre él.

Cuando niña me fascinaba el color del suelo, la sensación que me producía al tocarlo y todas las rocas, raíces y criaturas que habitan en él. A medida que fui creciendo, me fue interesando la alimentación de la población y los usos adecuados de nuestros recursos naturales. Así que me decidí a estudiar los suelos.

¿Qué es lo que hace una científica de suelos trabajando en la NASA? Trabajo en el Centro Goddard de Vuelos Espaciales, en Maryland. Nuestras naves espaciales en órbita cuentan con sensores que nos envían imágenes de la Tierra, y yo intento explicar lo que estas imágenes nos revelan acerca de la superficie terrestre.

Juntos vamos a determinar la apariencia del suelo de su zona, el por qué es de esa manera y cómo podemos utilizarlo para mantener un ambiente sano. Ustedes van a examinar de cerca muestras de suelos procedentes de su Sitio de Estudio.

Los científicos utilizarán su información para aprender más acerca de los distintos suelos que existen en la tierra. Sus datos nos ayudarán a interpretar mejor las imágenes de los satélites, así como los sistemas que interactúan en la Tierra, con el fin de predecir lo que sucederá con el suelo en el futuro.

¡Así que a divertirse cavando y explorando!

## Elissa Levine

Dra. Elissa Levine  
NASA/Centro Goddard de Vuelos Espaciales  
Greenbelt, Maryland, USA.



Queridos estudiantes:

Hola, mi nombre es Jim Washburne. Soy un investigador en hidrología en la Universidad de Arizona, en Tucson. La hidrología es el estudio del agua y su movimiento a través de la atmósfera, el suelo y las rocas subyacentes. Soy el científico responsable de las mediciones de GLOBE sobre humedad del suelo.

Cuando era joven, me fascinaba la forma en la que los científicos descubrían y seguían el movimiento de los continentes, así como los fondos oceánicos se extienden desde las montañas en mitad de los océanos. Aún hoy siento la misma emoción cuando estudio el agua sobre la Tierra. Diariamente

descubrimos algo nuevo, pero aún quedan muchas preguntas sin respuesta.

Hace tiempo, se solía estudiar a la Tierra por trozos: ya sea observando el suelo, el agua, el aire, las plantas o los animales. En la actualidad, cuando nos hemos dado cuenta de lo compleja que es la Tierra, estamos conscientes de la importancia de estudiar todo el sistema y las interconexiones entre sus distintas partes.

Estoy intentando comprender cómo funciona el ciclo del agua en las zonas secas del mundo, basándome en preguntas como:

- Cuando llueve, ¿cuánta agua se queda en el suelo y durante cuánto tiempo?
- ¿Cómo afecta la actividad humana al ciclo del agua?
- ¿Qué tan exactos son los datos procedentes del satélite? ¿Es posible usarlos en los modelos hidrológicos?

Los científicos utilizan instrumentos sofisticados e incluso satélites para medir la humedad del suelo en áreas remotas. Únicamente al relacionar la información de los satélites con la que procede directamente, que es tomada a largo plazo y trabajando con observaciones del suelo, podemos obtener los datos tan valiosos que necesitamos. Al monitorear sus sitios GLOBE, ustedes estarán diciendo a los científicos lo que está sucediendo ese momento con el suelo.

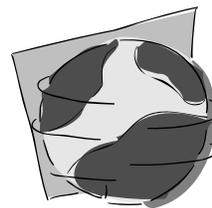
Cada uno de ustedes puede marcar una diferencia al realizar observaciones bien hechas y al plantearse preguntas desafiantes. Estoy muy entusiasmado de poder trabajar con ustedes. Espero que se diviertan explorando, midiendo y dándole sentido a su información.

Atentamente,

**Jim Washburne**

Dr. Jim Washburne  
Universidad de Arizona  
Tucson, Arizona, 85721-001 USA  
teléfono (520) 621-9944  
fax (520) 621-1422  
e-mail : [jwash@hwr.arizona.edu](mailto:jwash@hwr.arizona.edu)

# Conozca a la Dra. Elissa Levine y al Dr. Jim Washburne



Duplicar y distribuir a los estudiantes.

**Dra. Levine:** Soy una científica de suelos que trabaja en el Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA, en Greenbelt, Maryland. Goddard se centra en la Tierra y en los satélites que giran alrededor de ella. Yo me encargo de interpretar las imágenes procedentes de los satélites que nos hablan acerca del medioambiente. También elaboro modelos del suelo. Ingresamos toda esta información en una computadora y luego jugamos con factores, tales como el tipo de vegetación y el clima, y escribimos ecuaciones para describir la forma en que el agua se mueve a través del suelo o la forma en que el suelo cambia con el pasar del tiempo. Intentamos predecir lo que pueda suceder.

**Dr. Washburne:** Soy un hidrólogo que trabaja en la Universidad de Arizona. Un hidrólogo se encarga de estudiar el agua y yo estoy estudiando los flujos del agua desde una parte de planeta hacia otra. GLOBE calza perfectamente en mi trabajo con el Sistema de Observación de la Tierra de la NASA, puesto que su meta consiste en lanzar la siguiente generación de satélites de recursos del medioambiente que recopilarán información acerca de la Tierra. Sin embargo, a pesar de lo útiles que resultan estos satélites, es difícil medir la humedad del suelo desde el espacio. No existen, en realidad, buenas bases de datos

con información acerca de la humedad del suelo a nivel global o regional como para cotejar los datos de los satélites.

**GLOBE:** *¿El suelo sólo es suciedad? ¿Por qué es importante?*

**Dra. Levine:** ¡Mi pregunta favorita! Los suelos son uno de los recursos naturales más importantes que poseemos. Cada parte del ecosistema depende mucho de los suelos. Estos filtran el agua y eliminan sus impurezas. Los alimentos que ingerimos, la ropa que usamos y muchos materiales de construcción se encuentran en el suelo y dependen de sus condiciones. El agua y el calor fluyen a través de ellos. El suelo permite que los nutrientes se almacenen, dado que afectan a todo el ecosistema; yo lo llamo el gran integrador.

**Dr. Washburne:** La humedad del suelo -es decir, la cantidad de agua contenida en el suelo- es un importante factor a la hora de determinar el tipo de productos que se van a cultivar, el tipo de hierbas, arbustos y flores que podemos sembrar. A los científicos nos gustaría saber de qué manera la humedad del suelo interactúa con la atmósfera y el clima.

**GLOBE:** *¿Qué preguntas intenta responder usted con la información GLOBE?*

**Dr. Levine:** ¿Qué tipo de suelos hay alrededor de la tierra? ¿Cuáles son sus propiedades? ¿Cómo se relacionan con las otras partes



GLOBE: del ecosistema?  
 ¿Qué tipo de datos desea de los estudiantes GLOBE?

Dra. Levine: Los estudiantes examinarán las muestras del suelo de su sitio de estudio y las estudiarán de distintas maneras. Quiero que se familiaricen con las propiedades del suelo para que puedan comprender mejor la forma en que la humedad fluye en el suelo, la manera en que éste se relaciona con la vegetación, cómo afecta al clima y así sucesivamente. Yo incluiré esa información en mis modelos.

Dr. Washburne: Los estudiantes aprenderán cómo la humedad del suelo varía según la estación del año en todo el mundo. Para lograr esto, necesitamos la mayor cantidad de observaciones que sea posible obtener, con el fin de comparar la información con aquella de los satélites y de nuestros modelos en la computadora. En el mejor de los casos, los satélites únicamente pueden medir la humedad del suelo en los primeros cinco centímetros de la superficie, así que utilizaremos la información que nos den los estudiantes para verificar lo que miden los satélites con lo que en realidad se puede encontrar en el suelo.

GLOBE: ¿Por qué precisan ustedes que los estudiantes recojan esta información? ¿Por qué no lo pueden hacer los científicos?

Dra. Levine: No tenemos suficientes científicos. Existen demasiadas

clases distintas de suelos en la Tierra. Gran parte de la investigación se ha llevado a cabo en zonas agrícolas, pero existen aún zonas urbanas, cubiertas de bosque, zonas áridas y muchos otros lugares de los que únicamente tenemos pocos datos.

Dr. Washburne: Cuando los científicos realizan un estudio minucioso de la humedad del suelo en cualquier lugar, se trata únicamente de una medición, en un sólo lugar a una determinada hora. Los estudiantes de GLOBE representan, en cambio, una red muy amplia de humedad del suelo y de observaciones relacionadas con él, que eclipsan cualquier esfuerzo realizado en el pasado.

GLOBE: ¿Han recopilado los estudiantes información para investigaciones del suelo en ocasiones anteriores?

Dra. Levine: No a este nivel. Gran parte del trabajo ha sido llevado a cabo por científicos individuales y nunca con un muestreo a nivel mundial de estas dimensiones.

Dr. Washburne: Confío en que los estudiantes puedan hacerlo. La observación de la humedad del suelo es muy simple. Se cava un poco de suelo, se lo pesa, se lo seca y se lo vuelve a pesar. La diferencia indica la cantidad de agua que se ha secado.

GLOBE: Ambos trabajan con la NASA, pero la percepción común es que la NASA explora el espacio. ¿Está también envuelta en actividades de exploración de la Tierra?



Dra. Levine: Así es. A la NASA le interesa la Tierra en su calidad de planeta, como cualquier otro. La Misión con el Planeta Tierra de la NASA es uno de sus proyectos más importantes. Únicamente observando la Tierra desde el espacio se puede monitorear sus distintos ecosistemas y estudiar las interconexiones que existen entre ellos.

GLOBE: *Háblennos un poco acerca de ustedes. ¿Dónde crecieron y dónde asistieron a la escuela?*

Dra. Levine: En Long Island, en las afueras de Nueva York. Mis padres me solían llevar a los parques, cuevas y bosques petrificados que existen en la parte alta de Nueva York y fue así como empecé a interesarme por las áreas naturales. Mi fantasía siempre fue vivir en una cueva o debajo de una cascada. Ese fue el principio. En la escuela, me gustaban las ciencias y las matemáticas. En la universidad, al principio de los años setenta, estudié psicología un par de años y me llené de un deseo idealista muy fuerte de conservar la naturaleza y de ayudar a alimentar a la población. Así que asistí a la escuela agrícola, donde empecé a interesarme por los suelos. En los veranos realicé trazos de mapas del suelo y trabajos de conservación. Al finalizar la universidad, continué con mi máster y mi doctorado. Fue así como en realidad empecé a explorar los perfiles del suelo en distintas zonas de los Estados Unidos y del mundo. Me fascina ver cómo el suelo desarrolla propiedades únicas que determinan los usos que se le

pueden dar. Al ir aprendiendo más acerca de las propiedades del suelo, empecé a juntarlos todos en modelos matemáticos.

GLOBE: *No se ven suficientes mujeres en el mundo de la Ciencia.*

Dra. Levine: Qué bueno que sacaste este punto a colación. En la secundaria fue cuando me interesé por las ciencias, pero no confiaba mucho en que pudiera hacerlo.

GLOBE: *¿Porque es mujer?*

Dra. Levine: Eso era lo que yo creía. Muchos de mis colegas son hombres y mi experiencia me ha demostrado que en general existen diferencias en nuestra manera de pensar. Yo tiendo a ver la gran imagen, mientras que muchos hombres a mi alrededor tienden a centrarse mejor en los detalles. Por tanto, nos complementamos bien, pero necesitamos que haya más mujeres en la ciencia, porque ahora existe un desequilibrio. Necesitamos poner juntas todas las piezas de estos sistemas.

GLOBE: *¿Sufrió discriminación por su condición de mujer?*

Dra. Levine: En la secundaria, cuando sacaba las mejores notas en ciencia y matemáticas; pero la gente que me rodeaba no me guiaban mucho y tampoco conté con demasiados modelos del rol que me ayudaran. Deseaba escoger una buena profesión, pero también tener una familia. Aprendí que si seguía a mi corazón, todo saldría bien. Ahora soy una científica y tengo dos hijos



maravillosos. Las personas en el mundo de la ciencia que tienen familia le añaden una dimensión muy positiva, puesto que la familia te da un propósito. Estoy preocupada acerca de la Tierra porque quiero que mis hijos tengan una vida sana y feliz. Es posible tener una profesión y una familia.

**GLOBE:** *Actualmente, ¿hay muchas mujeres en este campo?*

**Dra. Levine:** Sí, y cada vez hay más. Existe una organización llamada Asociación de Mujeres en la Ciencia del Suelo, y realizan reuniones internacionales acerca de la ciencia del suelo. La tendencia es que tenemos experiencias similares.

**GLOBE:** *¿Dónde creció usted, Dr. Washburne?*

**Dr. Washburne:** Nací en Denver, Colorado y viví en este estado mientras estaba en la secundaria. Pasé mucho tiempo en las Montañas Rocosas de Colorado caminando y trabajando en los ranchos. Al igual que muchos de los estados del oeste de Estados Unidos, Colorado es semi-árido y por lo general es preciso irrigar los sembríos y regar los jardines. De modo que el agua ha sido en mi vida un elemento durante mucho tiempo. Mi meta en la universidad era especializarme en física, pero dado que crecí en las Montañas Rocosas, con toda su producción abundante como testamento de las grandes fuerzas de la naturaleza, opté en su lugar por una especialización

en geología. En mis estudios de post-grado, estudié geofísica en la Escuela de Minas de Colorado, en Golden, Colorado. Aprendí a utilizar las mediciones para sentir muy por debajo de la superficie de la tierra la existencia de depósitos de minerales y petróleo. Después de algunos años provechosos, la industria de la exploración decayó y fui despedido, así que retorné a la universidad para obtener un doctorado en el interesante e interdisciplinario campo de la hidrología.

**GLOBE:** *¿Cuándo se interesó por la ciencia por primera vez y por qué?*

**Dr. Washburne:** La metodología de la ciencia, del estudio cuidadoso de algo, es algo que me satisface mucho. Siempre he disfrutado de las ciencias y en desarrollar las relaciones que existen entre todo aquello que me rodea, pero no fue sino hasta que asistí a mi primera clase de física cuando empecé a apreciar de verdad la simplicidad y el poder que tiene la ciencia para explicar nuestro universo. Encontrarás que para llegar a ser un científico es preciso hacer fuertes compromisos. Pienso que la ciencia es algo satisfactorio porque nos ayuda a explicar lo que sucede en la naturaleza y esto es desafiante, como un misterio que no termina de resolverse.

**GLOBE:** *¿Si hubiese alguna pregunta que pudiera contestar en su campo, cuál sería?*

**Dra. Levine:** Los suelos tienen distintas



capas, colores, formas y texturas; todo tipo de cosas y organismos distintos habitan en él. ¿Cómo calzan todos en este complejo sistema?

Dr. Washburne: ¿Cuál será el efecto sobre el clima en los próximos cien años? Si éste se recalienta, el ciclo hidrológico podría tornarse más activo, pero aún no tenemos todas las respuestas.

GLOBE: *¿Cuáles son las recompensas que da la ciencia?*

Dr. Washburne: Pienso que todas las ciencias sobre la Tierra, y en particular la hidrología, son muy satisfactorias y valiosas para la sociedad. Lo que a muchos de nosotros nos atrae hacia la ciencia no son necesariamente los descubrimientos globales, sino aquellos que se realizan a diario, las revelaciones y la satisfacción que obtenemos con la búsqueda y la colaboración.

También me siento gratificado de que haya tantos temas sociales y de políticas que dependen de mi trabajo. Mi satisfacción llega al comprender algo claramente y aumenta cuando sabes que este algo tiene muchas ramificaciones. Por ejemplo, mis estudios sobre humedad del suelo son parte de un esfuerzo mayor por mejorar los modelos climáticos que los científicos utilizan para comprender el impacto que el ser humano ha causado sobre la temperatura global. Las ramificaciones económicas y sociales son enormes.

Sin embargo, las satisfacciones diarias son también importantes.

El saber por qué el camino a la vieja finca se vuelve tan resbaloso cuando la humedad se mezcla con la arcilla, o el poder comprender de dónde provienen los colores del arco iris, puede ser muy gratificante para ti o para mí. La ciencia es un proceso con muchos (re)descubrimientos emocionantes en el camino, los cuales son nuevos y muy significativos para el individuo. No te olvides de saborear los pequeños descubrimientos que son la sal de la vida, al igual que todas las grandes teorías.

GLOBE: *Todos los científicos parecen tener una buena dosis de curiosidad. ¿Es algo con lo que ustedes se identifican?*

Dr. Washburne: Definitivamente, sí. Es importante para los científicos formular preguntas; no somos distintos de nadie. No creo que exista alguien que no pueda llegar a ser un científico, si se dedica. En la escuela, nos abrumaban con hechos y de ellos intentamos comprender los fundamentales y aplicarlos a aquellos temas que nos interesan.

A pesar de todo lo que se conoce, aún queda mucho por aprender acerca del mundo y de la forma en la que interactúan sus elementos. Creo que los estudiantes de GLOBE son afortunados porque serán los encargados de cosechar los resultados de la Misión al Planeta Tierra de la NASA con sus profesiones. Es algo tan emocionante y aún queda mucho por aprender y



comprender acerca del mundo que nos rodea.

Dra. Levine: Sé que cuento con una alta dosis de curiosidad. Probablemente, esta es la razón por la que los científicos dicen: “cuanto más aprendes, más sabes lo poco que sabes”. Siento especial curiosidad por la información nueva acerca de los suelos y la que vayamos a aprender con los datos de los estudiantes de GLOBE.

GLOBE: *¿Tienen colegas internacionales?*

Dra. Levine: Por supuesto. Asistí a una conferencia en China para estudiar temas similares acerca de los suelos que también estudiamos en los EE.UU. Asimismo, he trabajado con personas de Australia, Europa, Rusia, Sudamérica y de los desiertos de África.



Dr. Washburne: Tengo colegas en Europa y América Latina y he viajado a algunos rincones distantes del mundo. Busco colaboradores en todas partes del mundo que quieran trabajar con GLOBE y las observaciones de sus estudiantes.

GLOBE: *¿En su juventud, tenían héroes?*

Dr. Washburne: Siempre deseé haber vivido en la época de Lewis y Clark, o haber estado con el Capitán Cook en su viaje alrededor del mundo. Hasta los sencillos hombres de la montaña eran mis héroes. Qué emocionante sería estar entre los primeros exploradores de territorios aún no incluidos en los mapas, donde cada paso que des sea un



descubrimiento en sí mismo.

GLOBE: *¿Cómo es un día normal en su vida? ¿Trabajan en laboratorios?*

Dra. Levine: Aunque estoy interesada en el suelo del campo, paso la mayor parte del tiempo investigando frente a una computadora, elaborando modelos, escribiendo y leyendo artículos científicos y respondiendo correo electrónico. Cuando por fin puedo salir al campo, voy con un equipo de otros científicos y pasamos una o dos semanas caracterizando y monitoreando los distintos sitios basados en suelos, vegetación y el clima. Luego, cuando regresamos traemos muestras, las cuales enviamos para que sean analizadas. Utilizo la información del campo para probar y crear los modelos que uso en mi investigación.

Dr. Washburne: Podría sorprender el hecho de que dedico la mayor parte de mi tiempo a escribir y a leer, un 40% y 10%, respectivamente, en una semana. El 30% del tiempo que estoy frente a la computadora está dividido entre el correo electrónico, análisis y programación.

Me gustaría dedicar más tiempo a la lectura acerca de lo que han hecho otras personas. Es algo muy importante para los científicos y a veces sólo tengo tiempo para hojear por encima los resúmenes. Un diez por ciento de mi día lo paso en reuniones, hablando con otros científicos y diseñando

estrategias para enfrentar distintos problemas. Si hay una semana en la que únicamente el 10% de mi tiempo no ha sido clasificado, entonces lo estoy haciendo muy bien. Lo que amo de mi trabajo es que cada día es distinto.

**GLOBE:** *Usted ha dicho que los estudiantes no han realizado esta tarea antes. ¿Es GLOBE algo único?*

**Dra. Levine:** Claro, claro que sí. Nos va a ayudar tanto a comprender las propiedades del suelo. Estudiar los suelos en las escuelas es algo grandioso, puesto que ayudará a todo el mundo a comprender de mejor manera la importancia de este recurso. Me ilusiona pensar que los suelos serán una parte importante de los estudios acerca de los sistemas terrestres. Debió haber sido así siempre.

**GLOBE:** *¿Qué espera que los estudiantes*



*puedan aprender con GLOBE?*

**Dr. Washburne:** Espero que observen y comprendan mejor el medioambiente que los rodea y que lleguen a apreciar la necesidad de apoyar las investigaciones científicas y, sobre todo, a aprender que es

posible que los seres humanos y la naturaleza puedan vivir en mayor armonía.

**GLOBE:** *¿Por qué razón hoy en día un estudiante debería aprender acerca de la ciencia del suelo?*

**Dra. Levine:** Los suelos son esenciales para la supervivencia. Precisamos de científicos jóvenes que comprendan la forma en que los suelos se ajustan al resto del ecosistema y nos ayudan a mantener nuestra calidad de vida, así como a conservar una Tierra sana para vivir.

**GLOBE:** *¿Por qué un estudiante en la actualidad habría de llegar a ser un hidrólogo?*

**Dr. Washburne:** La hidrología es emocionante y ofrece varias especializaciones. Una muy importante es la investigación y limpieza del agua de la superficie, lo cual llevará mucho trabajo. La hidrología global en la que trabajo también es importante. El lanzamiento de la NASA de una nueva generación de recursos satelitales en la Tierra, definitivamente, va a generar varias preguntas que deberán resolver los estudiantes de estos tiempos para los años venideros.

**GLOBE:** *¿Algún consejo que quieran darle a los estudiantes en general y a las mujeres jóvenes, en particular, que quizás están interesados en estudiar ciencias de la Tierra?*

**Dra. Levine:** El consejo número uno que les doy a todos los estudiantes es que salgan y exploren las áreas naturales cercanas. Miren las flores, observen el suelo;



siéntanlo bajo sus pies, caven hoyos y observen lo que encuentran ahí dentro. Cuando los estudiantes lleguen a apreciar su ecosistema, gran parte de sus clases de ciencias y matemáticas, e incluso de historia y lengua, cobrarán más sentido. De manera que, esto es número uno: salgan.

A las mujeres les diría que las necesito. Es preciso que ocupen un lugar junto a los hombres. Tenemos una función muy importante que llevar a cabo. Tanto los hombres como las mujeres deben tener una aproximación a la Tierra que sea más holística y más fructífera. Las mujeres pueden hacer todo lo que deseen y lo pueden hacer muy bien.

Dr. Washburne: Es importante no centrarse con estrechez de miras en algo. Yo quiero instar a los estudiantes a que se empapen de amplios antecedentes sobre lo que quiera que estén haciendo. En el campo de la hidrología global, es esencial comprender los suelos, la búsqueda remota, la atmósfera, la meteorología y la forma en la que los árboles y las plantas interactúan con el agua. Es algo muy interdisciplinario. Las computadoras son importantes y las matemáticas constituyen los cimientos de nuestro trabajo. Hagan lo que deseen para poder disfrutar lo que puedan y no tengan la impresión de que ya se han respondido todas las preguntas o de que ya se van a responder pronto. Opinen y plantéense preguntas, porque eso es lo que

hacemos como punto fundamental: formular preguntas y buscar las respuestas.

# Introducción

## La Gran Imagen



Los suelos conforman una capa delgada conocida como la litósfera (también llamada pedósfera), en la parte superior de la mayor parte de las superficies. Esta delgada capa constituye un precioso recurso natural. Los suelos afectan tan profundamente cada parte del ecosistema que a menudo se les llama los «grandes integradores.» Los suelos portan nutrientes y agua para las plantas y animales. El agua se filtra y limpia a medida que fluye a través de los suelos. Los suelos afectan a la química del agua y la cantidad de agua que regresa a la atmósfera para formar lluvia. Los alimentos que consumimos y la mayoría de los materiales que usamos para fabricar papel, edificios y ropa dependen de los suelos. Comprender la mecánica de los suelos constituye factor importante para saber dónde construir nuestras casas, carreteras, edificios y también sitios de juego. Esta investigación lo guía a través de las mediciones de las características de los suelos, la humedad del suelo, la infiltración y la temperatura de los suelos.

Una de las características más importantes de cualquier tipo de suelo es la cantidad de agua que contiene. Ya sea en forma de vapor o líquido, el agua ocupa alrededor de un cuarto del volumen de una tierra productiva. Si los suelos se resecan mucho y no están cubiertos de vegetación, se vuelan con el viento. Sin embargo, si tienen exceso de agua, se convierten en lodo y no pueden sustentar muchos cultivos, ni tampoco, por la misma razón, los cimientos de edificios. La proporción a la que el agua fluye o se infiltra en la

superficie del suelo determina cuánta agua puede escurrirse durante una tormenta de lluvia. Los suelos secos y porosos pueden absorber grandes cantidades de lluvia y protegernos de inundaciones súbitas. El suelo que está casi saturado de agua o cuya capacidad de absorción es lenta, puede agudizar la posibilidad de que se produzca una inundación.

Toda la vida terrestre depende directa o indirectamente de suficientes niveles de agua en los suelos. La humedad de los suelos se combina con otras propiedades de los suelos y clima para determinar los tipos de vegetación que pueden crecer. El suelo actúa como esponja y guarda el agua para que sea absorbida por las plantas. Algunos suelos son más eficaces en esta función que otros. Por ejemplo, en los desiertos cuyos suelos son arenosos y no retienen el agua muy bien, los cactus guardan su propia agua, mientras que otros árboles profundizan mucho sus raíces hasta alcanzar el agua que se encuentra enterrada decenas de metros bajo la superficie.

La temperatura de los suelos cambia más lentamente que la de la atmósfera. En muchas zonas templadas, la capa superficial de tierra se congela durante el invierno, pero a cierta profundidad, la corteza terrestre nunca se congela y la temperatura es casi constante en todo el año. En algunos climas fríos existe una capa permanente de hielo llamado 'permafrost' o **permagel**. El suelo actúa como aislante que protege a las capas más profundas de tierra y lo

Figura SU-I-1

Propiedades de los Suelos que Cambian con el Transcurso del Tiempo		
<i>Propiedades que cambian en minutos, horas o días</i>	<i>Propiedades que cambian en meses o años</i>	<i>Propiedades que cambian en cientos y miles de años</i>
temperatura contenido de humedad composición del aire en poros de suelo	pH color estructura contenido de materia orgánica fertilidad microorganismos densidad	tipos de minerales distribución de tamaño de partículas formación de horizontes



que quiera que viva en ellas a partir de las variaciones extremas de temperatura.

Tanto la temperatura como la humedad de los suelos cercanos a la superficie tienen su efecto sobre la atmósfera a medida que el calor y el vapor de agua se intercambian entre la superficie terrestre y el aire. Estos efectos son menores que aquellos generados por los océanos, los mares y los grandes lagos, pero por momentos influyen importantemente sobre el clima. Se ha encontrado que los huracanes intensifican la fuerza, en lugar de perderla, al momento que pasan sobre suelos que están saturados con agua. Los meteorólogos han encontrado que sus pronósticos pueden mejorarse a veces si es que las condiciones del factor tierra entran a formar parte de sus cálculos. La manera cómo la temperatura superficial de los suelos y la humedad responden a los cambios atmosféricos depende de las características de la superficie de los suelos y de aquellas que están bajo la superficie en el perfil subyacente. En GLOBE, las mediciones que hagan los estudiantes incluyen muchas de las propiedades físicas y químicas de los suelos que nos proporcionan conocimientos intrínsecos respecto al papel que desempeñan los suelos con respecto al clima.

### **Composición y Formación de los Suelos**

Los suelos están compuestos de tres ingredientes principales: minerales de diferentes tamaños; materia orgánica proveniente de los restos de plantas y animales muertos; y espacio abierto que puede llenarse con agua y aire. Una buena tierra para la siembra de casi todas las plantas debería tener alrededor de 45% de minerales (con una mezcla de arena, limo y arcilla), 5% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua.

Los suelos son dinámicos y cambian con el tiempo. Algunas propiedades, tales como la temperatura y el contenido de agua (una medida de humedad de los suelos) cambia muy rápidamente (en cuestión de minutos y horas). Otras, tales como las transformaciones minerales, tienen lugar muy lentamente a lo largo de cientos o miles de años.

La formación de los suelos (pedogénesis) y las propiedades del suelo son el resultado de cinco factores clave, que son:

**1. material matriz.** Es aquel material a partir

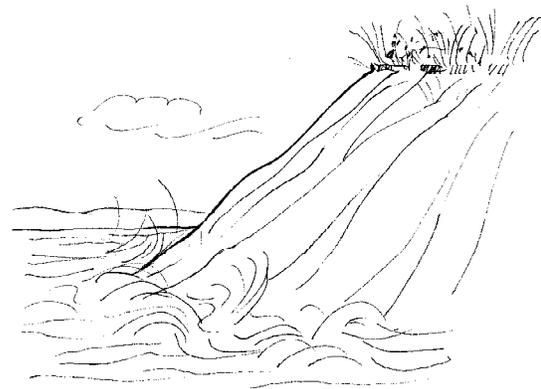
del cual se forma la tierra. El material matriz puede ser un lecho rocoso, material orgánico y una superficie de suelo antiguo, o un depósito de agua, viento, glaciares, volcanes o material que va bajando por una ladera.

**2. clima.** El calor, lluvia, hielo, nieve, viento, luz solar y demás fuerzas ambientales descomponen o fragmentan el material matriz y tienen su efecto sobre cuán rápida o lentamente se suscitan los procesos de cambio en los suelos.

**3. organismos.** Son todas las plantas y animales que viven sobre o dentro de los suelos (incluyendo los microorganismos y los humanos). La cantidad de agua y nutrientes que precisan las plantas afecta la manera cómo se van formando los suelos. Los animales que viven en el suelo afectan la descomposición de los materiales de desecho y la forma en que los materiales del suelo serán movidos en torno al perfil de la tierra. Los restos muertos de plantas y animales se convierten en *materia orgánica* que enriquece los suelos. La forma cómo los humanos emplean los suelos afecta la formación de los mismos.

**4. topografía.** La ubicación de un suelo en un paisaje puede afectar la forma en que los procesos climáticos lo impactan. Los suelos que se encuentran al pie de una loma obtendrán más agua que los suelos de las laderas, y los suelos de las laderas que están de frente al sol serán más secos que aquellas laderas que están fuera del alcance de la luz solar.

**5. tiempo.** Todos los anteriores factores se hacen evidentes con el transcurso del tiempo, un proceso que a menudo dura cientos o miles de años.



## Perfiles del Suelo

Debido a la interacción de los cinco factores que dan lugar a la formación de los suelos, éstos difieren mucho. Cada segmento de tierra sobre el paisaje tiene sus propias y peculiares características. La cara de un suelo, o la manera cómo se ve cuando se hace un corte transversal del mismo en la tierra, se denomina *perfil de suelo*, igual que el perfil de la cara de una persona. Cuando usted aprende a interpretarlo, dicho perfil puede decirle acerca de la historia geológica y climática del paisaje durante miles de años, la historia arqueológica de cómo los seres humanos utilizaron los suelos, cuáles son las propiedades actuales de los mismos y cuál es la mejor manera de utilizar esos suelos. En un sentido, cada perfil de suelo cuenta la historia de la ubicación en que se encuentra.

Para leer algunos ejemplos de estas historias, refiérase a *Suelos Alrededor del Mundo* que consta al final de esta sección.

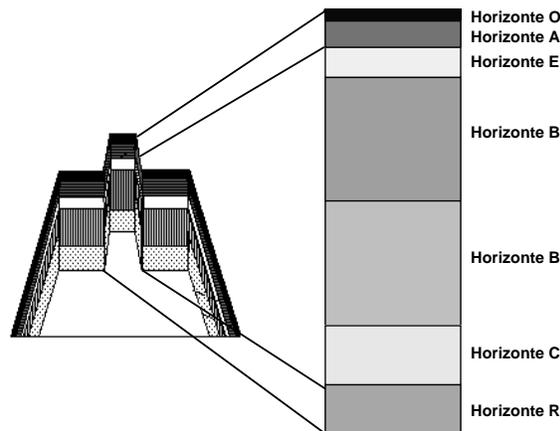
Cada perfil de suelo está compuesto por capas denominadas *horizontes de suelo*. Estos pueden ser tan delgados como unos cuantos milímetros o tan gruesos con más de un metro de espesor. Usted puede identificar los horizontes individuales debido a que tienen distintos colores y partículas de diferentes formas. Ellos se ven diferentes y tienen otras propiedades que difieren de los horizontes anteriores o posteriores a ellos. Algunos de estos horizontes son el resultado de la erosión. Los suelos se lavan río abajo y se depositan durante miles o cientos de años, creando extensas capas de nuevos suelos y grava que pueden identificarse en cortes de carreteras y trincheras o cunetas.

Los científicos especializados en suelos identifican los distintos horizontes mediante un código especial. No todos los suelos tienen los mismos horizontes, estos dependen de cómo se han formado. Parte de los códigos empleados para describir los horizontes se enumeran a continuación:

### Horizonte O

El horizonte O ha recibido este nombre debido a que está compuesto de material *orgánico*. Este horizonte se encuentra sobre la capa vegetal de la tierra y contiene, en su mayoría, materia orgánica que ha caído de la vegetación que la cubre (tales como hojas, troncos y ramas). También incluye

Figura SU-I-2



los restos de animales e insectos. A veces, esta materia orgánica se descompone de tal manera que es difícil reconocer las hojas, ramas u otro materia que anteriormente se encontraba allí. Los horizontes O se encuentran más comúnmente en zonas forestadas. Los campos agrícolas, desiertos y pastizales no cuentan con horizontes O en sus perfiles de suelos.

### Horizonte A

El horizonte A ha recibido este nombre debido a que, al igual que la primera letra del alfabeto, es el primer horizonte mineral del suelo y generalmente se lo conoce como *capa vegetal*. El Horizonte A está compuesto en su mayor parte de material mineral, aunque también podría incluir materia orgánica totalmente descompuesta que le otorga un color oscuro. Este horizonte es usualmente más oscuro que el horizonte que está justamente debajo de él. En zonas agrícolas el horizonte A es el que se destina a la labranza. Cuando se ha dado una gran descomposición de las raíces y se ha acumulado mucha materia orgánica, la estructura del suelo es granular. Si es compacta, la estructura del horizonte A podría verse similar a fichas.

### Horizonte B

El horizonte B se denomina así porque generalmente corresponde al segundo horizonte principal dentro del perfil, tal y como la letra B constituye la segunda letra del alfabeto. Este horizonte está principalmente compuesto de material matriz que ha sufrido la inclemencia del clima hasta el punto que se ha tornado diferente en apariencia. Generalmente se conoce a esta capa como el *subsuelo*. La acción del clima ocasiona



cambios en el color de los suelos, en su textura y estructura (que puede ser como bloques o prismática debido a las partículas de arcilla y elementos químicos que se mueven hacia el horizonte B o columnar debido a un alto contenido de sodio en regiones secas). Además, al B también se lo conoce como el horizonte de acumulación (o eluvial) debido a que es allí donde el material que filtra de los horizontes A y E se depositan. Debido a esta acumulación, el horizonte B puede ser rico en arcillas, materia orgánica, hierro, aluminio y demás constituyentes de los suelos que han permeado desde arriba. Muchos horizontes B tienen un color rojizo, café amarillento o color tostado que es más claro que el horizonte A. Si el suelo se satura de agua durante largos periodos, el color podrá tornarse gris o gris con estratos rojos o anaranjados (moteados).

**Nota:** Los Horizontes B pueden ser muy gruesos y podrían tener dos o más capas distintas. Si es que hay más de un horizonte B, podrían identificarse como B1, B2, B3, etc. Busque cambios en color, textura, estructura o consistencia para ayudar a separar los horizontes B entre sí.

### Horizonte C

Como la letra C en el alfabeto, el horizonte C es usualmente el tercer horizonte principal de un perfil de suelos. El horizonte C es el más similar al material matriz original de los suelos, sin que se produzca un cambio de color, ni se forme una estructura (el suelo es compacto o suelto), no hay remoción ni depósito de materiales de suelo por filtración, ni revestimiento, ni acumulación de materia orgánica.

### Horizonte E

En ciertos suelos (usualmente forestados o bajo algún tipo de condición húmeda), se forma un horizonte E. El horizonte E fue nombrado a causa de la palabra *eluvial* que significa que el cieno, el hierro, el aluminio, la materia orgánica y otros minerales han sido removidos (a causa de la filtración). Será de apariencia blanca o de color más claro que los horizontes por sobre o debajo de ellos. Muchas veces, la estructura del suelo es en forma de láminas o suelta. Este horizonte se encuentra comúnmente en bosques donde crecen coníferas.

### Horizonte R

El horizonte R representa una capa de roca que a veces se encuentra debajo del perfil del suelo. El suelo pudo haberse formado a partir de este lecho rocoso, o el material matriz de los suelos (tales como *aluvial*, *glacial* o *volcánico*) pudo haberse depositado sobre la roca antes de que formara el suelo.

**Nota:** En el perfil de los suelos, quizás no se encuentren todos los horizontes antes enumerados en esta tabla. Por ejemplo, usualmente los horizontes O y E se encuentran únicamente en zonas forestadas. Si su perfil de suelos se encuentra en una zona agrícola, desértica o de pastizales, probablemente comenzará con un horizonte A y carecer de un horizonte D. Si el área ha sufrido erosión, su perfil de suelos podría comenzar con un horizonte B. Los suelos poco profundos, o suelos que no han sufrido los efectos extensos de la intemperie podrían pasar del horizonte A al C sin que haya un horizonte B.

Su suelo podría haber sido alterado a causa de la actividad humana en algún punto en el pasado. Esto podría ser el resultado de actividades de construcción, cuando los constructores colocaron tierra de *relleno* proveniente de otro lugar; o los horizontes no fueron reemplazados en el mismo orden en que fueron retirados. Además, podría haber más de un material matriz a partir del cual se haya formado el suelo correspondiente. El material matriz que es transportado por la acción del agua, viento, glaciares, actividad volcánica o derrumbes, puede depositarse sobre otro material matriz, o perfiles de suelos ya existentes. Esto podrá ponerse de manifiesto en la cara del perfil de los suelos, ya que se produce un drástico contraste de color, textura u otras propiedades que indican que la tierra no se formó de la misma materia matriz.

### Los Suelos del Mundo

Las siguientes figuras ilustran la gran variedad de perfiles que existen alrededor del mundo.

*Figura SU-I-3: Suelos de Pastizales Cuya Muestra Fuera Tomada en la Parte Sur de Texas, en los Estados Unidos.*



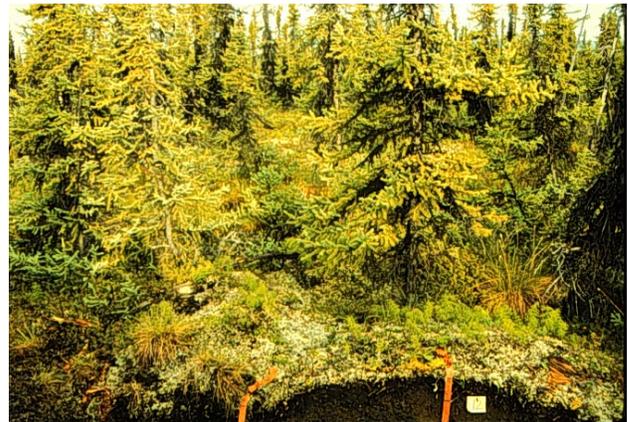
*Figura SU-I-4: Suelos formados bajo un bosque en el extremo este de Rusia, cerca de la ciudad de Magadan*



*Figura SU-I-5: Un medioambiente tropical al Norte de Queensland, Australia*



*Figura SU-I-6: Suelos Que se Han Formado Bajo un Clima Extremadamente Frío Cerca de Inuvik en el Territorio Noroccidental de Canadá.*



*Figura SU-I-7: Suelos Formados Bajo Condiciones Extremadamente Secas o Aridas en Nuevo México, Estados Unidos.*



*Figura SU-I-8: Muestra de Suelo Húmedo Tomado en Louisiana, Estados Unidos*



*El Dr. John Kimble y Sharon Waltman del Servicio de Conservación de Recursos Naturales, perteneciente a la USDA, en el Centro Nacional de Investigación de Suelos de Lincoln Nebraska, proporcionaron las fotografías que aquí se muestran.*



# Vista General de las Mediciones

## Caracterización de los Suelos

En el campo, los horizontes de suelos pueden distinguirse unos de otros dentro de un perfil de suelos por las diferencias en su estructura, color, consistencia, textura y cantidad de carbonatos liberados. Cuando las muestras se llevan al aula o laboratorio, las mediciones de las características de los suelos tales como densidad de masa, distribución de partículas por tamaño, pH y fertilidad de los suelos también pueden diferir de un horizonte a otro.

### Estructura:

La estructura se refiere a la forma natural de grupos de partículas de suelos o cúmulos de tierra (*terrones*) del suelo. La estructura tiene su efecto respecto a cuán grandes serán los espacios de los suelos a través de los cuales pasan raíces, aire y agua.

### Color:

El color de los suelos varía dependiendo de cuánta materia orgánica está presente y los tipos de minerales que contiene (tales como hierro, que usualmente crea un color rojo, o carbonato de calcio (cal), que le da a los suelos una coloración blanca en las zonas secas). El color de los suelos también difiere dependiendo de cuán húmeda o seca sea la muestra correspondiente y puede ser indicativo de si la tierra ha sido saturada con agua.

### Consistencia:

La consistencia se relaciona con la firmeza de los *terrones* individuales y cuán fácilmente se resquebrajan o desmoronan. Un suelo con consistencia firme dificultará más la penetración de raíces, palas o picos que aquellas tierras con consistencia *suelta*.

### Textura:

La textura corresponde a cómo se siente la tierra; y está determinada por la cantidad de partículas de arena, limo y arcilla incluidas en los suelos, cada una de las cuales tiene un tamaño diferente.

Las manos humanas son sensibles a esta diferencia del tamaño de las partículas de tierra, de manera que estamos en posibilidad de determinar la textura o «sentir al tacto» la contextura de la tierra. La arena constituye el grupo de partículas más grandes, y se siente áspera al tacto. El limo corresponde al siguiente grupo de tamaño, y se siente suave o *harinosa*. La arcilla es el grupo de tamaño más reducido se siente pegajosa y es difícil de apretar.

La cantidad de partículas de arena, limo y arcilla determinan lo que se conoce en una muestra de suelos como la *distribución de partículas según tamaño* y puede medirse en el laboratorio o en el aula.

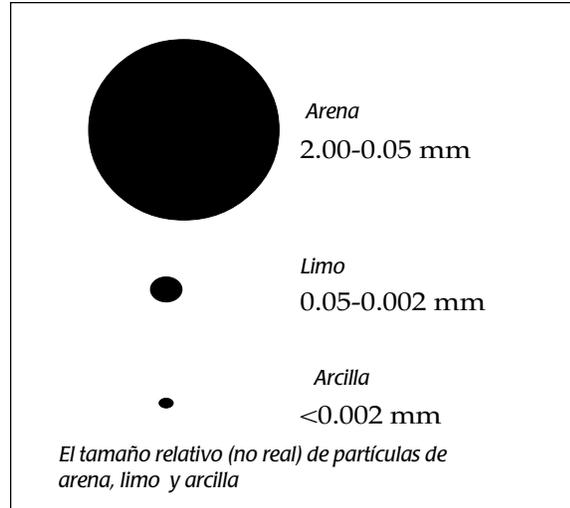


Figura SU-I-9

### Carbonatos:

Los *carbonos liberados* constituyen materiales que cubren las partículas en suelos que sobrepasan del pH 7, especialmente en climas áridos o semiáridos. Usualmente los carbonatos son de color blanco, y pueden rasparse fácilmente con la uña. Constituyen sales de calcio u otros elementos que se acumulan en zonas donde no existe una exposición muy grande a la intemperie a causa del agua. Además los carbonatos pueden provenir del material matriz (por ejemplo tierra calcárea), pueden ser causados por la adición de carbonatos a los suelos, o pueden ser el resultado de la formación de carbonatos dentro de los suelos. A veces, en climas secos, los carbonatos pueden formar un horizonte muy duro y denso que es similar al cemento y no permitir que las raíces de plantas crezcan a través de ella.

En GLOBE, esta prueba se lleva a cabo rociando vinagre sobre la tierra. Si existen carbonatos presentes, habrá una reacción química entre el vinagre — que es un ácido — y los carbonatos — que con bases — lo que producirá dióxido de carbono. Cuando se genera bióxido de carbono, se produce un burbujeo o *efervescencia*. Mientras más carbonatos estén presentes, más burbujas o *efervescencia* se podrá observar.

### Densidad de Masa:

La densidad de masa de los suelos constituye una medida de cuán compacta o densa es la tierra. Se determina pesando la tierra en seco según una unidad de volumen ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). La densidad de la muestra de suelos depende de la estructura (forma)



de los terrones de suelos, de cuántos espacios (poros) existen en la muestra, cuán compactados se encuentran estos, así como la composición del material sólido. Los suelos compuestos de minerales (arena, limo y arcilla) tendrán una densidad de masa diferente a la de suelos hechos de materia orgánica. En general, la densidad de masa de los suelos puede variar de  $0,5 \text{ g/cm}^3$  en suelos con muchos espacios, hasta  $2,0 \text{ g/cm}^3$  o más en horizontes muy compactos.



El conocer la densidad de masa de un suelo es importante por muchas razones. La densidad de masa puede proporcionarnos información relativa a la porosidad de la muestra (la proporción del volumen del suelo que corresponde a los espacios de los poros). Esto ayuda a determinar cuánto aire o agua puede almacenarse o pasar a través de los suelos. La densidad de masa también indica cuán estrecha es la vinculación de las partículas y si será difícil o fácil que penetren las raíces o palas en todo el horizonte. La densidad de masa también se emplea para convertir entre peso y volumen de una muestra de suelos. Si es que conocemos el peso de una muestra de suelos, podemos calcular su volumen al dividir el peso de la muestra por la densidad de masa de los suelos. Si conocemos el volumen de una muestra de suelos, podemos determinar su peso al multiplicar el volumen de muestra por la densidad de masa del suelo.



#### ***Distribución de Partículas según su Tamaño:***

La cantidad de cada grupo de partículas según su tamaño (arena, limo o arcilla) en los suelos se denomina distribución de partículas de suelo según su tamaño. El conocer la distribución de partículas según el tamaño dentro de una muestra de suelos, nos permite comprender muchas propiedades de los suelos, incluyendo cuánta agua, calor y nutrientes puede retener el suelo, cuán rápido se movilizarán el agua y el calor a través de la tierra y qué tipo de estructura y consistencia resultará.



La distribución de arena, limo y arcilla en su muestra quedará determinada por una medida de sedimentación mediante un instrumento denominado *hidrómetro*. El hidrómetro se utiliza para medir la cantidad de suelo que se mantiene en suspensión luego de que parte de la tierra se ha depositado en el fondo del cilindro.



La arena es la partícula más grande de tierra dentro del grupo de tamaños, el limo es intermedio y la arcilla más pequeña. Véase figura SU-I-9. Existe desacuerdo en el seno de la comunidad científica en cuanto al exacto rango de tamaños que se emplean para distinguir la arena del limo. Para fines de GLOBE, mediremos la arena y limo en base a 2



diferentes definiciones de tamaño.

1. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) define el tamaño de la arena como  $2,0 - 0,05 \text{ mm}$ , y el tamaño del limo de  $0,05 - 0,002 \text{ mm}$ .
2. La Sociedad Internacional de Ciencia de los Suelos (ISSS) define el tamaño de la arena como de  $2,0 - 0,02 \text{ mm}$  y el tamaño del limo como  $0,02 - 0,002 \text{ mm}$ .

Los estudiantes de GLOBE encontrarán las cifras correspondientes a limo y arena según estas dos definiciones, de manera que nuestros datos les puedan resultar de utilidad a todos los científicos del mundo.

Las arcillas corresponden al grupo de partícula más pequeña y están definidas por ambas organizaciones como menores de  $0,002 \text{ mm}$ . Las partículas mayores a  $2 \text{ mm}$  se denominan piedras o grava y no se consideran como materia de suelos.

Las partículas pesadas y grandes se sedimentan primero, de manera que cuando una muestra de suelos se agita en un cilindro de  $500 \text{ ml}$ ., las partículas de arena (según la definición de la USDA) se deposita en el fondo del cilindro después de 2 minutos, mientras que las partículas de arcilla y limo se mantienen en suspensión. Luego de 12 minutos, la arena (según la definición de la ISSS) se ha depositado, dejando las partículas de limo en suspensión. Luego de 24 horas, las partículas de limo se habrán sedimentado, dejando únicamente las de arcilla en suspensión.

#### ***pH:***

El pH de un horizonte de suelos (cuán ácida o básica puede resultar una muestra de suelos) puede medirse en el laboratorio o en el aula. El pH influye para determinar qué puede crecer en los suelos y constituye el producto del tipo de materia matriz, la naturaleza química de la lluvia y otras aguas que ingresan en el suelo, las prácticas de manejo de la tierra y las actividades de organismos (plantas, animales, hongos, protistas y móneras) que habitan en los suelos. Por ejemplo, las agujas de los árboles de pino son altamente ácidas, y a medida que se descomponen, con el tiempo, rebajan el pH de los suelos. El pH de los suelos es un indicio de su química y fertilidad.

Tal y como lo es el pH del agua, el pH de los suelos corresponde a la misma escala logarítmica (véase *Introducción a la Investigación de Hidrología* donde consta una descripción del pH). Es importante conocer el pH de los suelos debido a que afecta la actividad de los elementos químicos de los mismos

y también a muchas propiedades de los suelos. Distintas plantas crecen mejor con distintos valores de pH. Los hacendados añadirán *enmiendas* tales como carbonato de calcio o sulfato de calcio para cambiar la acidez de los suelos, dependiendo del tipo de plantas que deseen cultivar. El pH de los suelos también afectará el pH del agua subterránea o de un cuerpo cercano de agua, tales como un riachuelo o un lago.

### **Fertilidad:**

La fertilidad de los suelos queda determinada por la cantidad de nutrientes que se han almacenado. El Nitrógeno (N) a manera de nitrato, el fósforo (P) y el potasio (K) son tres importantes nutrientes de los suelos que se requieren para el crecimiento de las plantas, que necesitan ser mantenidos en un nivel apropiado. Cada uno tiene la posibilidad de filtrar desde el suelo hacia el agua subterránea. Al hacer pruebas del suelo para detectar niveles de N, P y K, podemos determinar cuánta cantidad de cada uno de estos elementos está presente en los horizontes del suelo que conforman las muestras del sitio respectivo. La información relativa a la fertilidad de los suelos puede ayudar a explicar por qué y cuán bien crecen ciertas plantas en un Sitio de Caracterización de Muestras, y también puede relacionarse con la química del agua que se medirá en el curso de la *Investigación Hidrológica*.

### **Estrategia de Muestreo :**

Los protocolos correspondientes a la Caracterización de los Suelos deben realizarse una vez en cada sitio donde los suelos tienen alguna incidencia en otras mediciones de GLOBE. Los dos sitios de mayor prioridad constituyen el sitio de Estudio Biológico y el Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos. Los protocolos se dividen entre actividades de campo y actividades en el aula. En el campo, los estudiantes describen y realizan un muestreo de suelos. Para estos fines, se cava un hueco ya sea con una pala o una barrena. Es deseable obtener un perfil de suelos de un metro de profundidad, pero se da la opción de realizar el muestreo de los 10 cm de capa vegetal de los suelos cuando no es posible obtener un perfil de 1 metro. Todos los estudiantes describirán la tierra, tomarán las muestras y las llevarán a sus aulas, donde las secarán, tamizarán, determinarán la densidad de masa y medirán su pH, contenido de nitratos, fósforo y potasio (N, P, K.), así como la distribución de las partículas de suelos según su tamaño. También se realizará una medición de la tasa de infiltración de la superficie.

## **Humedad de los Suelos**

Los estudiantes deben medir el contenido de humedad de los suelos por lo menos doce veces cada año, a intervalos regulares. La elección de llevar a cabo mediciones semanales durante 12 semanas, mediciones mensuales durante el año, ó 12 mediciones a intervalos de dos a tres semanas se deja a opción de los profesores y estudiantes de GLOBE. Los diferentes patrones de muestreo proporcionarán datos que serán utilizados por los científicos de diferentes maneras, y mostrarán a los estudiantes los diferentes aspectos de las variaciones que existen en las condiciones de los suelos. Las mediciones serán más interesantes para los estudiantes si es que observan cambios importantes. En general, las condiciones de humedad de los suelos cambiarán bastante rápidamente a comienzos del verano y durante las transiciones entre las temporadas húmeda y seca. Los profesores y los estudiantes deben elegir una estrategia de muestreo que funcione bien en el contexto de su colegio y que resultará en las 12 mediciones que deban tomarse.

Cualquiera de las tres estrategias de muestreo puede elegirse para cotejar las capacidades de los estudiantes y la situación aplicable a su colegio. Nuevamente, las diferentes estrategias de muestreo producirán datos que serán utilizados de maneras diferentes y que ilustrarán diferentes aspectos de variación en la humedad de los suelos. Se emplea un sencillo procedimiento de secado y pesado para determinar el contenido de agua en los suelos dentro de las muestras de suelos aplicables para las tres estrategias.

En la etapa más temprana, los estudiantes realizan un muestreo cerca de la superficie, a 0-5 cm, que corresponde a la profundidad de humedad a la que pueden penetrar los satélites en el suelo, y a 10 cm. Se toman tres muestras a cada profundidad para proporcionar una buena verificación sobre la calidad de los datos correspondientes a una misma localidad. Durante una segunda estrategia, los estudiantes toman muestras de los suelos a una profundidad de 0 - 5 cm., cada 5 m a lo largo de un trayecto de 50 m. Esto proporciona buena información sobre las variaciones y una mejor caracterización de una zona más amplia. Se toman tres muestras en una ubicación dada, a lo largo de ese trayecto para verificar la calidad de los datos. Mediante estas estrategias de muestreo, dado que tanto los estudiantes como los satélites observan la humedad de los suelos cerca de la superficie, los dos juegos de mediciones podrían ser comparados.



Los datos de GLOBE se pueden emplear para ayudar a calibrar, validar o interpretar los datos de los sensores por satélite o las versiones desde las aeronaves.

En una estrategia final, las muestras se toman a cinco profundidades 0-5, 10, 30, 60 y 90 cm. Esta estrategia proporciona una visión profunda de cómo el agua se moviliza a través de la columna de tierra y proporciona datos que se relacionan de mejor manera con la absorción de agua por parte de las plantas.

Los estudiantes recogen sus muestras de humedad de los suelos, las colocan en los respectivos recipientes con etiquetas apropiadas y las pesan. Luego las muestras se secan en un horno de baja temperatura (75 a 10 grados °C), hasta que toda el agua se haya secado, y se vuelven a pesar. La diferencia de pesos antes y después del secado corresponde a la cantidad de agua que portaba la muestra de la tierra. Los científicos denominan a ésta la técnica gravimétrica, que quiere decir medición por peso. La relación del peso del agua con el peso de la tierra se denomina *contenido de agua del suelo*. Note que no constituye un porcentaje, ya que usted no lo divide para el total del peso en mojado. El peso en seco constituye un indicio del tamaño de la muestra de suelos. Se emplea debido a que la densidad de masa es usualmente una característica constante de un suelo. Cuando divide el peso del agua para el peso de la muestra seca, obtiene un número (contenido de agua en el suelo) que puede compararse con sus mediciones de otros días, aunque el tamaño de las muestras de suelo puedan variar de un día al otro.

Típicamente, el contenido de agua en los suelos varía entre 0,05 y 0,40g/g. A menudo estos valores se multiplican por 100, y ese es el convencionalismo que se pide que sigan los estudiantes GLOBE. Aún los suelos desérticos retienen una pequeña cantidad de agua, aunque los suelos superficiales pudieran estar por debajo de los 0.05 g/g. Los suelos orgánicos ricos, turba (combustible fósil) y algunas arcillas pueden absorber grandes cantidades de agua, de manera que es posible medir valores de alrededor de 0,40 g/g.

### **Infiltración**

La infiltración, la proporción de agua que fluye hacia la tierra, es una importante propiedad hidrológica de los suelos. Los científicos precisan conocer esta información para predecir y crear modelos en función de la cantidad de precipitación que se

escurre o queda almacenada en el suelo. La tasa de infiltración varía entre menos de 20 mm/hora para arcillas y suelos compactados a 60 mm/min. para arena suelta y seca.

La infiltración debe medirse por lo menos tres veces cada año en su Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos y una vez en el Sitio de Muestreo para Caracterización de los Suelos. Se empleará para ello un simple artefacto denominado infiltrómetro de doble anillo, que está hecho de dos latas concéntricas de diferentes diámetros. Debido que la infiltración varía con el contenido de humedad de los suelos, lo cual también cambia con el transcurso del tiempo, los estudiantes realizarán de una a nueve mediciones de infiltración durante un periodo de 45 minutos. Estas observaciones debe tomarse en días en que los estudiantes también están colectando muestras de humedad de los suelos. Dado que la tasa de infiltración puede cambiar según órdenes de magnitud, debido a molestias ocasionadas por animales o plantas, los estudiantes tomarán mediciones de infiltración en un día dado en cada una de tres ubicaciones dentro de 2 metros entre sí.

### **Temperatura de los Suelos**

Las mediciones de temperatura de los suelos se relacionan con las temperaturas cotidianas máximas y mínimas medidas dentro de la *Investigación de la Atmósfera*. Los estudiantes podrían ganar discernimiento al comparar las temperaturas del aire con estas observaciones, así como con la temperatura del agua superficial y las mediciones de la precipitación.

La temperatura de los suelos se mide en el Sitio de Estudio de Humedad de los Suelos, que deberá estar dentro de los 100 m del Sitio de Estudio de la Atmósfera. Si su colegio no está tomando mediciones de humedad de los suelos, tome la temperatura de la tierra a intervalos de 10 m con respecto al Sitio de Estudio de la Atmósfera. Las mediciones se toman a profundidades de 5 cm y 10 cm para proporcionar datos directamente relacionados con la medición del contenido de agua cercana a la superficie de los suelos en el sitio. La temperatura de los suelos debe medirse semanalmente a lo largo del año. Además, cada tres meses, durante dos días consecutivos, los estudiantes deben tomar mediciones en intervalos de dos horas aproximadamente, para revelar cuán cerca a la superficie del suelo la temperatura varía según la hora del día en el Sitio de Estudio.



# Preparación para el Campo

## **Estrategias y Arreglo del Sitio para Realizar el Muestreo de Humedad de los Suelos**

Todos los Sitios de Estudio de la Humedad de los Suelos deben estar ubicados en lugares abiertos, apartados de edificios, árboles que den sombra y carreteras. Los sitios no deberán estar sujetos a riego. Es altamente deseable que los Sitios de Estudio de la Humedad de Suelos y Estudios de la Atmósfera se encuentren ubicados a un máximo de 100 metros entre uno y otro, de manera que los datos correspondientes puedan interrelacionarse y combinarse para obtener un cuadro más comprensivo del ambiente que se encuentra cerca de cada Colegio GLOBE.

Los arreglos de las tres estrategias de muestreo a utilizarse en el curso de medir la humedad de los suelos, quedan resumidos en las siguientes secciones.

### **La Estrella**

Los estudiantes recogen muestras sobre la humedad de los suelos a dos profundidades cercanas a la superficie. En los 12 sobre diferentes días de mediciones, las muestras se tomarán en un patrón tipo estrella a una distancia de dos metros de diámetro

### **El Seguimiento Lineal**

Los estudiantes recogen once muestras de suelos a lo largo del Segmento Lineal. Estas mediciones son particularmente útiles para compararlas con las imágenes por satélite. El Segmento Lineal constituye una línea recta de 50 metros de largo, a campo traviesa. Los estudiantes miden la humedad de los suelos cada cinco metros, a lo largo de esta línea. En un punto dado, a lo largo de este trayecto, se toman tres muestras a una distancia de 25 cm entre una y otra, para ayudar a verificar la calidad de los datos.

### **Profundidad del Perfil**

Los estudiantes toman mediciones de la humedad de la tierra partiendo de muestras extraídas de la tierra, empleando una barrena, a cinco diferentes profundidades: 0-5, 10, 30, 60 y 90 cm.

También se proporciona un *Protocolo Opcional sobre el Bloque de Yeso para la Humedad de los Suelos*, que mide el contenido de agua en los suelos y que se recomienda únicamente para estudiantes en niveles avanzados. Los bloques de yeso se colocan en el suelo a cuatro profundidades, 10, 30, 60 y 90 cm. Los estudiantes monitorean electrónicamente el

contenido de humedad en el yeso mediante la determinación de cuán bien conducen estos la electricidad. Estas mediciones pueden relacionarse directamente con las observaciones de *Investigación de la Atmósfera*, dado que se toman a diario. La técnica gravimétrica para determinar la humedad de los suelos se emplea conjuntamente con este protocolo opcional para calibrar las lecturas del bloque de yeso.

## **Integración con Otras Investigaciones de GLOBE**

Esta investigación introduce a los estudiantes al conocimiento de las ricas conexiones que existen entre los suelos y el entorno conformado por la tierra, el agua y la atmósfera. Al colocar estaciones de recolección de datos muy cerca unas de otras, se estará ayudando a estudiar las interacciones entre los parámetros de observación. Se pueden establecer interesantes comparaciones cuando usted:

- ubica un Sitio de Muestreo para la Caracterización de Suelos en el Sitio de Cobertura Terrestre y Biología o en el Sitio de Estudio de la Humedad o en el Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre Cuantitativa.
- realiza las actividades introductorias de Hidrología, junto con la caracterización de los suelos y las actividades de humedad de los suelos; y
- toma las mediciones de la humedad de los suelos cerca del Sitio de Estudios de la Atmósfera.

## **Consideraciones de Tiempo**

Normalmente, las estaciones de primavera y otoño son las mejores para realizar estudios sobre la humedad de los suelos cerca de la superficie o en perfiles profundos, debido a que es poco probable que la tierra se encuentre congelada o demasiado seca. Las actividades deberían cumplirse cuando los estudiantes estén en posibilidad de observar los mayores contrastes.

El día siguiente, luego de que ha llovido, resulta ideal para realizar una visita de observación de la humedad de los suelos, para determinar la magnitud de empozamiento del agua, los residuos de la humedad en el suelo subterráneo, para detectar los lugares secos y llenos de luz del sol, las depresiones lodosas y las circunstancias en que se encuentra una zona que esté debajo del dosel de los árboles o bajo arbustos.



## Actividades Educativas

### Objetivos de Aprendizaje para los Estudiantes

El sistema de suelos nos provee de un laboratorio natural para integrar muchas actividades científicas. Los estudiantes desarrollarán una comprensión de la ciencia de suelos, geología, biología y ecología al estudiar el origen de su perfil de suelos, los perfiles de otros suelos y la forma en que los mismos se han visto afectados con el transcurso del tiempo por el clima, el tipo de vegetación, la materia matriz, y la utilización de los suelos.

Los estudiantes comprenderán el papel que desempeñan el calor, el agua y los químicos durante la formación de los suelos (pedogénesis) y en el suelo que se encuentra en su Sitio de Estudio. Las actividades que se cumplan en torno a estas áreas proporcionarán antecedentes naturales para estudiar química y física.

Los estudiantes aprenderán respecto a la humedad de los suelos y su temperatura, y la importancia que tienen sobre la hidrología local y global sobre los ciclos del carbono y la energía. También se los iniciará en los desafíos planteados por el uso de sensores remotos para observar la manera cómo los suelos afectan a los procesos regionales y globales. También se incluirán técnicas para la preparación de modelos que ayuden a pronosticar las propiedades de los suelos y los parámetros de ecosistemas.

Los estudiantes desarrollarán destrezas de observación mediante la identificación de las propiedades de los suelos y el aprendizaje de cómo la interacción entre clima, topografía, biología materia matriz (geología) y tiempo dan lugar a la formación de los diferentes tipos de suelos. Afianzarán sus destrezas de campo para realizar mediciones de manera adecuada, manejar muestras y tomar notas.

Los estudiantes se familiarizarán con la terminología, nomenclatura y métodos que emplean los científicos, de tal manera que científicos y estudiantes puedan comunicarse entre sí.

Además, los estudiantes aprenderán conceptos químicos, físicos y biológicos y utilizarán las matemáticas para visualizar y modelar las

propiedades de los suelos y del agua que se relacionan entre sí, así como los procesos involucrados. Las estadísticas y graficaciones también serán importantes para analizar resultados.

## Evaluación de los Estudiantes

Para poder evaluar el proceso de aprendizaje entre sus estudiantes durante el transcurso de esta investigación, se recomienda hacerlo en base a sus:

### Destrezas para Pensar Críticamente

- Clara comprensión y entendimiento de los conceptos: Desafíe el nivel de comprensión de los estudiantes, presentándoles otros temas científicos para que investiguen. Fíjese en cuán bien formulan sus preguntas, hipótesis y metodologías para estudiar sus problemas ¿Son ponderadas las interpretaciones y conclusiones a las que llegan? Además, ¿revisan la información críticamente, cuestionando enunciados formulados por científicos, por otros estudiantes y por el profesor? Deben recibir incentivos para formular preguntas y aclarar enunciados que no hayan sido explicados con claridad. Esto ayudará a crear una verdadera comunidad científica dentro del aula en la que se respeten las opiniones e inquietudes de todos.
- Observaciones y registro de anotaciones: La exactitud es esencial para validar la investigación. Las observaciones de los estudiantes deberán tener en cuenta los problemas que comprometen los datos, tales como metodologías negligentes, muestreo inadecuado y registro impreciso. Pese a ello, los errores son parte de la ciencia. Los estudiantes deben comprender que los errores deben reconocerse para poder ser corregidos, y que aunque los resultados no parezcan exactos, es importante que se los reporte. A veces, el no poder hacer ninguna observación puede ser importante.



Inventarse datos es mentir y únicamente agrandará el problema posterior.

- Organización de la información científica: Las preguntas que atañen al problema deben presentarse con claridad, por lo que el proceso de búsqueda de la investigación y de datos debe organizarse para apoyar a esas preguntas. Los estudiantes deberán estar en capacidad de juzgar lo que constituye una metodología adecuada para obtener respuestas. Los estudiantes deberán estar en capacidad de interpretar datos a fin de asegurar que sus conclusiones estén bien sustentadas.

### **Destrezas de Comunicación**

El propósito del aprendizaje basado en contextos es el de iniciar a los estudiantes en situaciones de la vida real. Un enfoque así enfatiza la importancia de estar en capacidad de comunicarse con los demás. Los estudiantes deberán ser capaces de comunicar información, tanto verbalmente como escrita, ya sea en escenarios informales como en formales. Los escenarios informales del aula de clases sirve para cimentar sus destrezas de pensamiento crítico y su capacidad para trabajar conjuntamente para alcanzar metas comunes. Los estudiantes deberán estar en capacidad de trabajar cooperativamente con sus colegas a fin de mejorar la calidad de sus investigaciones. Deberán estar en capacidad de desarrollar tareas de grupo (a niveles intermedio y avanzado) dirigidas a lograr los objetivos de sus investigaciones. Esto debe salir a la luz mediante conversaciones y materiales escritos tales como discusiones de grupo, los Cuadernos Científicos GLOBE, o los informes semanales de trabajo.

Las expresiones formales de sus conocimientos a través de presentaciones orales e informes finales deben ser incentivadas. Estas presentaciones e informes deberán informar a la audiencia o a los lectores de manera comprensiva con respecto al estudio en que están involucrados. Los estudiantes deberán estar en capacidad de expresarse concisamente respecto a la información recopilada tal y como lo hacen los científicos en simposiums y publicaciones profesionales. Los estudiantes también deberán estar familiarizados y sentirse cómodos con el uso de la nueva terminología científica que están empleando. De

esta manera estarán mejor capacitados para comprender la literatura científica y podrán comunicarse con mayor exactitud.

El aprender a comunicarse, tanto de manera formal como informal no solamente es imprescindible como destrezas científicas, sino que también permitirá a los estudiantes funcionar mejor en su vida adulta. Deben estar en capacidad de expresarse a sí mismos de manera comprensiva frente a sus compañeros y a la comunidad.

Para evaluar lo que sus estudiantes han aprendido durante el curso de esta investigación, se recomienda evaluarlos en base a sus Cuadernos de Ciencias GLOBE, presentaciones e informes, organización, comprensión de conceptos, medición de destrezas, análisis de datos y su presentación, y solidez de conclusiones.



# Protocolos



## **Primera Parte: Cómo Realizar la Caracterización de los Suelos**

Los estudiantes ubicarán un lugar donde realizar la muestra de caracterización de suelos y prepararán materiales para el trabajo de campo.

### **Protocolo de Medición de Campo para la Caracterización de los Suelos**

Los estudiantes cavarán un hoyo, describirán las características de los horizontes en el perfil de los suelos y tomarán muestras de cada horizonte para análisis de laboratorio.

### **Protocolo de Análisis de Laboratorio para la Caracterización de los suelos**

Los estudiantes prepararán muestras para el análisis de laboratorio y realizarán las mediciones correspondientes a densidad de masa, distribución de partículas por tamaño, pH y fertilidad de los suelos.

## **Segunda Parte: Humedad y Temperatura de los Suelos**

Los estudiantes ubicarán un lugar para el estudio del contenido de humedad del suelo y elegirán una estrategia de muestreo y la frecuencia de medición.

### **Protocolo de Humedad Gravimétrica de los Suelos**

Los estudiantes medirán el contenido de agua del suelo 12 veces al año, empleando tres estrategias de muestreo.

### **Protocolo Opcional del Bloque de Yeso para la Humedad del Suelo**

Los estudiantes instalarán bloques de yeso a cuatro profundidades, medirán su conductividad a diario y desarrollarán una curva de calibración que les permita convertir los valores de conductividad en contenido de agua en los suelos.

### **Protocolo de Infiltración**

Los estudiantes medirán la tasa con que el agua penetra en la tierra en función de tiempo.

### **Protocolo de Temperatura de los Suelos**

Los estudiantes medirán la temperatura casi superficial de la tierra cada semana, durante el mediodía solar local y por estaciones durante todo el año.

# Primera Parte:

## Cómo Realizar la Caracterización de los Suelos



### Sitios de Muestreo para Investigación

Se espera que cada colegio GLOBE cumpla con los protocolos de Caracterización de los Suelos en por lo menos dos sitios de estudio. Estos corresponden al Sitio de Estudio de Humedad de los Suelos (refiérase por favor a la *Segunda Parte: Humedad y Temperatura de los Suelos*) y al Sitio de Estudio de Biología (refiérase a *Cobertura Terrestre y Biología*). En cada sitio los estudiantes cavarán un hoyo y examinarán el suelo. Obtendrán un perfil de suelo que preferentemente tenga una profundidad de por lo menos un metro. Como los Protocolos de Caracterización de los Suelos deben realizarse uno por cada sitio, los lugares en los que se los lleve a cabo se referirán a parámetros que caven dentro del contexto del Programa GLOBE, y que han sido denominados como Sitios de Muestreo para Caracterización de los Suelos.

En muchos lugares, los perfiles de los suelos variarán importantemente dentro del lote de terreno de 15 km. x 15 km designado como el Sitio de Estudio GLOBE. Los perfiles de los suelos, para ser caracterizados en otras ubicaciones fuera de los dos sitios requeridos, pueden aportar importante información adicional y datos científicos, así como oportunidades educativas, por lo que se les incentiva para que lo hagan. No existe límite con respecto al número de caracterizaciones de los suelos que pueden enviarse al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

Podrían presentarse oportunidades especiales, dentro de su Sitio de Estudio GLOBE, de ubicar perfiles de suelos sin tener que cavar. Los cortes de carreteras podrían tener esos perfiles de suelos expuestos: dichos estratos pueden ser sometidos a muestreo y caracterización, pero para ello habrá necesidad de obtener una cara fresca del perfil, retirando la superficie expuesta a la intemperie con una pala antes de proceder con sus observaciones y muestras. A menudo los sitios de excavación son interesantes y utilizables.

Como siempre, cerciórese de que sea un lugar seguro y obtenga los permisos que se requieran.

### Ubicación de un Sitio de Muestreo para Caracterización de Suelos

Existen varias opciones para exponer y hacer un muestreo de suelos en un Sitio de Muestreo para Caracterización de Suelos:

- Cave una fosa de por lo menos 1 metro de profundidad y tan ancha como sea necesario para observar fácilmente todos los horizontes del suelo, desde la base hacia la parte superior de la fosa.
- Utilice un corte de carretera, sitio de excavación u otra ubicación donde otros hayan expuesto por lo menos 1 metro de la parte superior de los suelos.
- Utilice una barrena para obtener muestras de suelos a profundidad de 1 metro, o
- Utilice una pala de jardín y bailejo para tomar la muestra de los 10 cm superiores de suelo si es que no es posible cavar a un metro de profundidad.

Algunas partes del Protocolo de Mediciones de Campo para Caracterización de Suelos son diferentes, dependiendo de los métodos que emplee.

Si es que está cavando para exponer un perfil de tierra, el Sitio de Muestreo para Caracterización de Suelos deberá ofrecer:

- Seguridad para cavar. Verifique con las autoridades locales y personal de mantenimiento para cerciorarse de que al cavar allí no haya molestias con conexiones eléctricas, alcantarillas, tuberías de agua, o de gas, o un sistema de riego de algún tipo.
- Debe estar bajo cubierta natural o follaje representativo. Encuentre un sitio relativamente plano, provisto de vegetación natural.
- Debe ser relativamente incólume; es decir, que permanezca en su estado natural.

Manténgase alejado a por lo menos 3 metros de edificios, carreteras, senderos, campos de juego u otros sitios en que los suelos han sido compactados o modificados a causa de los trabajos de construcción, y

- Deben estar orientados de tal manera que el sol bese el perfil del suelo, a fin de cerciorarse de que las características del suelo sean claras tanto para la investigación ocular y observaciones pertinentes, así como para fotografiar el segmento.

## Preparación para el Campo

### **Recipientes de Densidad de Masa**

Si sus estudiantes cuentan con acceso a un horno de secado de suelos, entonces estarán en capacidad de medir la densidad de la masa correspondiente a los estratos de suelos. De lo contrario, sáltese esta sección y continúe con los demás materiales de preparación.

Si es que se encuentra cavando una fosa, haciendo una medición cerca de la superficie o utilizando una cara expuesta por otros (corte de carretera, excavación, etc.):

- Obtenga 15 latas de tierra (lo suficiente para los 5 horizontes) o 3 latas si únicamente va a realizar mediciones cercanas a la superficie
- Póngale una etiqueta de identificación a cada lata.
- Determine cuál es el volumen de cada lata:
  - Llene una lata, hasta el tope, con agua (tan lleno como se pueda)
  - Vierta agua en un cilindro graduado y mida su volumen en ml (igual a centímetros cúbicos).
- Registre el resultado en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa. El volumen de agua que llene la lata será equivalente al volumen de la lata.
- Una vez que ha sido medido el volumen, cerciórese de que la lata esté seca y haga un pequeño agujero en la base de ésta con un clavo, a fin de permitir que el aire escape cuando se está presionando la tierra para llenar la lata.
- Pese cada lata.
- Registre cada peso en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa de Suelos.

- Proporcione una tapa u otros medios de sellar cada lata para transportar las muestras desde el campo hasta el laboratorio.

Si está empleando la técnica de la barrena:

- Obtenga 15 recipientes de tierra (suficiente para cubrir los 5 horizontes). Al seleccionar los recipientes, recuerde lo siguiente:
  - La abertura de cada recipiente deberá ser lo suficientemente grande de manera que le permita transferir fácilmente una muestra de tierra desde el barrena al recipiente sin perder nada de ella.
  - La muestra de tierra deberá secarse empleando para ello un horno de secado idóneo, y la mejor opción radica en colocar la tierra directamente en el recipiente en el cual se secará.
  - Las fundas plásticas tienen grandes aberturas pero se derriten por lo que la muestra de tierra debe entonces transferirse a otros recipientes de metal, vidrio u otro material antes de poder someterlas al secado. El transferir la muestra de suelos da la oportunidad para que parte de las muestras se pierda.
  - El peso combinado de su recipiente y la muestra no debe exceder de la capacidad de su balanza.
- Identifique con una etiqueta cada recipiente.
- Pese cada recipiente en el cual se secará la tierra
- Registre cada peso en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa de los Suelos.
- Proporcione una tapa u otros medios para sellar cada recipiente que debe ser transportado desde el campo hacia el laboratorio.

### **Otros Materiales que Preparar**

Llene una pequeña botella con vinagre blanco destilado para hacer la prueba de carbonatos liberados.

Llene botellas rociadoras con agua (no es preciso que sea destilada).

Construya un clinómetro si es que todavía no cuenta con uno. Véase *Investigación de Cobertura Terrestre y Biología*.

# Protocolo de Mediciones de Campo para la Caracterización de Suelos



## Propósito

Caracterizar los suelos en sitios seleccionados  
Obtener mayor información del sitio  
Colectar muestras de cada horizonte a fin de desarrollar posteriormente pruebas de suelos en el aula.

## Visión General

Este protocolo se divide en cinco tareas. En la primera, los estudiantes pondrán al descubierto un perfil de suelo de 1 metro de profundidad e identificarán sus horizontes. Cuando esto no sea posible, se deberá obtener una muestra de 10cm de profundidad para intentar hacer una caracterización. En la segunda tarea, los estudiantes caracterizan los horizontes observando siete propiedades de las capas o estratos de suelos. Los estudiantes realizan entonces el *Protocolo de Infiltración*, obtienen información adicional sobre el sitio y toman las muestras de suelos para determinar la densidad de masa, distribución de partículas de suelo según el tamaño, pH del suelo, y fertilidad de los suelos. En la tarea final, las muestras de suelos se llevarán a la clase y se iniciará el secado de las mismas.

## Tiempo

Preparación de materiales, hasta un período de clases  
Hoyo en el suelo, incluyendo excavación, hasta un día de colegio  
Identificación de horizontes y toma de muestras en un hoyo del suelo, uno o dos períodos de clases  
Exposición y caracterización del perfil del suelo empleando una barrena y muestreo uno o dos períodos de clases  
Caracterización y toma de una muestra de suelos a una profundidad de 10 cm, una hora de clase.

## Nivel

Todos

## Frecuencia

Una vez en cada uno de por lo menos dos sitios (Sitio de Estudio de Humedad de los Suelos y Sitio

de Estudio de Biología).

Deben tomarse tres muestras de cada horizonte en el campo, para realizar el *Protocolo de Análisis del Laboratorio de Caracterización de Suelos*.

## Conceptos Claves

Horizonte de suelos  
Perfil de suelos  
Color  
Textura  
Estructura  
Consistencia  
Carbonatos liberados  
Densidad de masa  
Distribución de raíces  
Mediciones de suelos que pudieran estar influenciados por factores externos, tales como utilización de las tierras, tipo de vegetación, clima, material matriz y topografía  
Procedimientos de muestreo

## Destrezas

Descripción de características de los suelos  
Utilización de un clinómetro  
Descripción de un paisaje  
Recolección de muestras  
Preparación de muestras para análisis de laboratorio

## Materiales y Herramientas

Bailejos de jardín  
Palas  
Barrena alemán o de otro tipo (Véase *Juego de Herramientas* para especificaciones)  
Botella de agua con tapa rociadora (por ejemplo, una botella de líquido para lavar platos que esté muy bien enjuagada) o atomizador para humedecer la tierra.  
Lámina de plástico, papel encerado, tabla u otra superficie sobre la cual se pueda ordenar un perfil del suelo removido con la barrena  
Libro de colores de los suelos  
Botella pequeña llena de vinagre blanco

destilado  
 Recipientes para las muestras de densidad de masa (u otros recipientes de muestra si es que su colegio no está equipado para realizar estas mediciones de densidad de masa)  
 Bloque de madera  
 Martillo  
 Vara de medición o cinta métrica, o varas con unidades métricas  
 20 clavos, tes de golf o estaquitas para marcar los límites inferiores y superiores de los horizontes  
 Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de Suelos  
 Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa  
 Hoja de Información de Caracterización de Suelos  
 Lápices  
 Marcadores a Prueba de Agua  
 Tableros o papelógrafos  
 Pequeña toalla para secarse las manos  
 Fundas plásticas o recipientes sellables de más o menos un litro para transportar muestras de suelos  
 Un rollo de cinta adhesiva para sellar las

fundas de muestras, latas u otros recipientes  
 Una caja, un saquillo o un balde para transportar las muestras de tierra hacia la clase  
 Un marcador a prueba de agua para poder etiquetar las fundas de las muestras  
 Clinómetro para medir laderas (véase *Investigación de Cobertura Terrestre y Biología*)  
 Una cámara y rollo a colores, o cámara digital para fotografiar el perfil de los suelos y paisaje (las diapositivas son aceptables)  
 Cuadernos de Ciencias GLOBE

### Preparación

Elija el sitio, obtenga permiso para hacer una excavación, prepare los recipientes para tomar las muestras de densidad de masa, recoja las herramientas y materiales, haga que se excave la fosa

### Prerequisitos

Discusión preliminar de los horizontes de suelos, estructura, color, consistencia, textura, carbonatos liberados y densidad de masa.

### Preparación

Coloque la Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos en el papelógrafo (una copia es suficiente para cubrir seis horizontes).

Lleve consigo la Hoja de Información de Caracterización de Suelos que consta en el *Apéndice*, para que le ayude a tomar las mediciones de campo, las páginas del sistema MUC que incluyen definiciones (*Investigación de Cobertura Terrestre y Biología*), y sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.

Ensamble todo el equipo de medición de campo:

- Equipo de excavación que sea necesario: barrena, palas, bailejos de jardín
- Vara de medición o cinta métrica
- Clavos, estaquitas, tes de golf, etc.
- Cuadro de colores de suelos
- Botella con agua y tapa para rociar
- Botella llena de vinagre blanco destilado
- Recipientes para muestras de densidad de masa (u otros recipientes si es que su colegio

no está equipado para realizar las mediciones de densidad de masa)

- Fundas plásticas o recipientes con tapa de aproximadamente un litro para transportar muestras
- Clinómetro
- Un rollo de cinta adhesiva para sellar fundas de muestras, latas y demás recipientes
- Una caja, saquillo o balde para transportar las muestras de tierra a la clase
- Toalla pequeña
- Lápices
- Marcadores a prueba de agua
- Cámara de fotos
- GPS, si se dispone de él

Además, para la técnica de la barrena:

- Lámina de plástico, papel encerado, tabla u otra superficie sobre la cual se pueda ordenar la tierra retirada del perfil de suelos
- Copias de la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa para la Técnica del Barrena (es necesario contar con una copia para cada horizonte, de manera que por lo menos se disponga de cinco copias).



## **Cómo Exponer e Identificar Horizontes de Suelos**

### **La Técnica de la Fosa del Suelo**

Con esta técnica, los estudiantes (y demás) dejan al descubierto el perfil del suelo excavando una fosa en la tierra.

1. Cave una fosa de un metro de hondo tan grande y ancho como sea necesario, para observar fácilmente todos los horizontes de tierra desde la parte inferior hasta el tope de la fosa. A medida que se remueva la tierra de la fosa, coloque la proveniente de cada horizonte en un montón separado. Luego de que se hayan hecho las observaciones, la tierra deberá reponerse en orden opuesto de lo que se fue extrayendo (es decir, la tierra que se sacó del fondo de la fosa deberá ir primero, etc.)
2. Si necesita ayuda para cavar la fosa, pídasela a los padres de familia, a otros profesores, guardianes, atletas o personal de servicio agrícola de la zona.
3. Pida a los estudiantes que observen la pared lateral de la fosa sobre la cual el sol golpea directamente, de manera que las propiedades de los suelos sean claramente discernibles.
4. Comenzado desde arriba del perfil y yendo hacia el fondo, observe el perfil cuidadosamente para identificar dónde hay cambios en la apariencia de la cara de la tierra.
5. Fíjese cuidadosamente para detectar características que la hagan distinguir, tales como colores diferentes, raíces, el tamaño y cantidad de piedras, pequeños nódulos oscuros o claros (denominados *cálculos*), lombrices u otros animales e insectos pequeños y túneles de lombrices. Si es que la tierra está muy seca humidézcala con su botella rociadora para distinguir mejor la diferencia de colores de los horizontes.
6. Marque la ubicación de cada uno de estos cambios o linderos colocando un clavo, u otro marcador. A veces resulta difícil identificar las diferencias entre horizontes debido a que las propiedades de todo el perfil de suelos es muy parecida. En este caso, deben haber solo unos pocos horizontes gruesos. Haga lo mejor que pueda para registrar exactamente lo que se observa en el campo.
7. Mida los grosores superiores e inferiores de

cada horizonte hasta el centímetro más cercano y regístrelo en la Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de Suelos.

8. Si los horizontes son muy delgados (<3 cm desde el tope al fondo) no los describa como horizontes separados, combínelos con el horizonte anterior o posterior. En su Cuaderno de Ciencias GLOBE debe anotar «horizontes delgados». Los estudiantes que así lo deseen, también pueden identificar a los horizontes mediante el nombre de la letra, empleando las descripciones que constan en la Sección de Introducción.
9. Proceda a caracterizar las propiedades de cada uno de los horizontes de suelos identificados. Haga esta caracterización tan pronto como sea posible luego de haber cavado la fosa.
10. Luego de que hayan cumplido con este protocolo, los estudiantes deberán volver a llenar la fosa con el suelo original. Si por razones educativas o de otra índole, la fosa no es vuelta a llenar de inmediato, tomen las precauciones apropiadas para asegurarse de que la fosa no ofrezca peligro.

### **Perfiles de Suelo ya Expuestos (cote de carretera, excavación, etc.)**

1. Obtenga permiso para tomar muestras de un corte de carretera, una excavación u otro perfil de suelo que ya ha sido excavado por otros. Obedezca cualquier medida de seguridad que exista.
2. Obtenga una cara fresca del suelo retirando la capa vieja del perfil con el filo de un bailejo de jardín u otra herramienta.
3. Lleve a cabo los Pasos 4-10 según consta en la Técnica para Fosa de Suelos.

### **Técnica de la Barena**

Con esta técnica, los estudiantes exhiben el perfil vertical sobre una superficie horizontal (el piso). Asegúrese de usar la barrena correcta para su sitio. Una barrena alemán, tal y como se describe en el *Juego de Herramientas* es lo mejor para la mayoría de los tipos de suelo, especialmente para los rocosos, arcillosos y densos. Una barrena de arena es necesaria si es que los suelos tienen una textura muy arenosa.

En algunos lugares, el suelo está constituido prácticamente por turba y para ello debe emplearse una barrena especial. Una barrena tipo balde resultaría mejor para suelos secos o desérticos.

1. Identifique un área en la que pueda cavar



- cuatro huecos con barrena, donde los perfiles del suelo deberían ser similares.
2. Extienda una lámina de plástico, papel encerado, tabla u otra superficie sobre el piso junto al lugar donde se cavará el primer hueco.
  3. Organice un perfil del un metro superior del suelo, retirando las muestras sucesivas de la tierra con la barrena y disponiéndolas de extremo a extremo de la siguiente manera:
    - 3.1 Gire la barrena una revolución completa (360°) para cavar en el piso.
    - 3.2 Retire la barrena con la muestra del suelo en ella.
    - 3.3 Sostenga la barrena sobre la lámina plástica o tabla o papel encerado.
    - 3.4 Transfiera la muestra desde la barrena a la lámina de plástico, tabla o papel tan suavemente como sea posible. Ordénela de manera que la nueva muestra se coloque justamente debajo de la parte inferior de la muestra anterior.
    - 3.5 Mida la profundidad del hoyo. Organice la muestra en la funda plástica, o papel encerado o tablero, de manera que su parte inferior no quede más allá de la parte superior del perfil del suelo sino la misma distancia de esa profundidad.
  4. Comenzado desde arriba del perfil y yendo hacia el fondo, observe el perfil del suelo cuidadosamente para identificar donde hay cambios en la apariencia de la tierra.
  5. Fíjese cuidadosamente para detectar alguna característica que la distingan, tales como colores diferentes, raíces, el tamaño y cantidad de piedras, pequeños nódulos oscuros o claros (denominados *cálculos*), lombrices y demás animales e insectos, túneles de lombrices y cualquier cosa que esté a la vista.
  6. Marque la ubicación de cada uno de estos cambios o linderos colocando un clavo, estaca u otro marcador. A veces resulta difícil identificar las diferencias entre horizontes debido a que las propiedades de todo el perfil de suelos es muy parecida. En este caso, deben haber solo unos pocos horizontes gruesos. Haga lo mejor que pueda para registrar exactamente lo que se observa en el campo.
  7. Mida los grosores superiores e inferiores de cada horizonte hasta el centímetro más cercano y regístrelos en la Hoja de Trabajo de

Datos de Caracterización de los Suelos.

8. Si los horizontes son muy delgados (<3 cm desde el tope al fondo) no los describa como horizontes separados, combínelos con el horizonte anterior o posterior. En su Cuaderno de Ciencias GLOBE debe anotar «horizontes delgados». Los estudiantes que así lo deseen también pueden identificar a los horizontes mediante el nombre de la letra, empleando las descripciones que constan en la sección de *Introducción*.
9. Proceda a caracterizar las propiedades de cada uno de los horizontes de suelos identificados. Haga esta caracterización tan pronto como sea posible luego de que se haya barrenado el hoyo.
10. Luego de que hayan cumplido con estas tareas, y en medida de lo posible, los estudiantes deberán volver a llenar el hoyo con el suelo original.

#### ***Técnica de Muestreo Cerca de la Superficie***

1. En situaciones donde no le es posible a usted exponer el metro superior de suelos, una opción adicional es utilizar los 10 cm superiores de suelos como una muestra de un horizonte individual de caracterización de suelos.
2. Emplee un bailejo o pala de jardín para retirar cuidadosamente los 10 cm superiores del suelo de una zona pequeña y colóquela en el suelo.
3. Trate esta muestra como un horizonte y proceda a caracterizar sus propiedades.

#### ***Cómo Observar y Registrar las Propiedades del Suelo***

Por cada horizonte identificado, las características que se describen más abajo deben observarse, registrarse en las Hojas de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos y reportarse al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE, empleando la Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos.

**Nota:** Las características del suelo deberán observarse en el siguiente orden:

##### ***1. Estructura de Suelos***

Ponga en sus manos una muestra del suelo no alterado (bien sea de la fosa o de la pala o de la barrena). Fíjese cuidadosamente en el suelo que tiene en su mano y examine su estructura. La estructura del suelo es la forma que toma el suelo



en base a sus propiedades físicas y químicas. Cada unidad individual de estructura natural del suelo se denomina un *terrón*. Las posibilidades de estructuras de suelos son: granular, grumosa, laminada, columnar o prismática, las cuales constan en la Figuras SU-P-1 a 5

A veces el suelo puede carecer de estructura, lo que significa que dentro de un horizonte, los grumos de suelo no tienen una forma específica. En ese caso, la estructura del suelo puede definirse como suelto o compacto. El suelo suelto es similar a la arena en la playa o en el patio de juegos, donde las partículas independientes de arena no se adhieren entre sí. Compacto es cuando el suelo se junta en grandes masas que no se desagregan en ningún patrón definido. Estas condiciones se encuentran más a menudo en los horizontes C, donde la materia matriz está menos alterada. Como el material matriz todavía no se ha visto sometido a la intemperie, usualmente no ha desarrollado ninguna estructura.

Resulta común ver más de un tipo de estructura en una misma muestra de suelos. Los estudiantes deberán registrar en sus hojas de datos solo el tipo de estructura que resulta más común en esa

muestra. Ellos deben conversar entre sí y ponerse de acuerdo con respecto a la principal estructura que se aprecia, registrándola ya sea como suelta o como compacta.

## 2. Color del Suelo

Tome un terrón o grumo del horizonte y anote en la hoja de datos si está húmedo, seco o mojado. Si es que está seco, humedézcalo ligeramente con agua de su botella. Rómpalo y ponga el cuadro de colores junto a él. Busque el color de este cuadro que calza

Figura SU-P-3: Estructura Granular



Figura SU-P-1: Estructura Aterronada (gruesa)

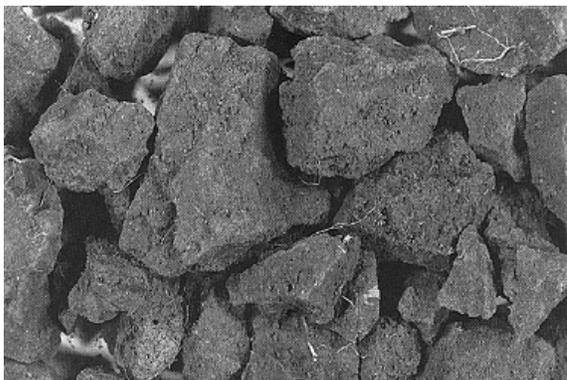


Figura SU-P-4: Estructura Laminada



Figura SU-P-2: Estructura Columnar



Figura SU-P-5: Estructura Prismática



con el color de la parte interna del terrón o grumo. Párese con el sol por sobre su hombro de manera que la luz del sol ilumine el cuadro de color y la muestra que está examinando. Registre en la hoja de datos el código respectivo (letra y número) del color que consta en el cuadro y que más se aproxima al color de la tierra.

A veces, una misma muestra podría tener más de un color. Registre un máximo de dos colores de ser necesario, e indique (1) el color que domina (o principal) y (2) el color sub-dominante (u otro). Nuevamente, los estudiantes dentro de la fosa y fuera de ella, deberán llegar a un acuerdo con respecto a la selección de color.

### 3. Consistencia del Suelo

Tome un terrón o grumo del horizonte de suelo. Registre en la hoja de datos si es que el terrón o grumo está húmedo, mojado o seco. Si la tierra está muy seca, humedezca la cara del perfil empleando una botella de agua con rociador y luego extraiga un terrón o grumo para determinar cuál es su consistencia. Tomándolo entre el pulgar y el índice, apriételo suavemente hasta que se deshace o rompe. Registre en la hoja de datos una de las siguientes categorías pertinentes a la consistencia de los grumos de tierra:

**Suelta:** Tiene dificultad en recolectar un grumo individual y la estructura se deshace antes de que pueda manipularla.

**Frágil:** El terrón o grumo se rompe con una pequeñísima presión.

**Firme:** Los grumos se rompen cuando usted aplica presión y le deja una marca en los dedos antes de romperse.

**Extremadamente Dura:** El grumo no puede romperse entre los dedos (necesita un martillo!).

### 4. Textura de los Suelos

La textura de un suelo se refiere a la cantidad de arena, limo y arcilla de una muestra de suelo y la composición de las mismas determinan la manera como se siente la tierra cuando se la frota entre los dedos. La textura difiere según la cantidad de arena, limo y arcilla que contenga la muestra. Las partículas de arena son las más grandes, con tamaños de hasta 2 mm, mientras que las partículas de arcilla son menores de 0,002 mm. Las partículas mayores a 2 mm se llaman piedras o grava y no son consideradas como tierra. Aunque todas son pequeñas, las diferencias entre las partículas de arena, lodo y arcilla pueden sentirse al tacto y cada una de ellas tiene sus propias características. Las partículas de arena

se sienten ásperas, el limo se siente uniforme y la arcilla se siente pegajosa. Es común encontrar una combinación de estos diferentes tamaños de partícula dentro de una misma muestra de suelos. Los científicos emplean cuadros que se denominan Triángulo de Textura para ayudar a determinar qué porcentaje de arena, limo y arcilla se encuentran mezclados en un suelo dado. El utilizar estos Triángulos de Textura 1 y 2 le ayudará a identificar la textura de sus suelos.

4.1. Tome una muestra de suelo de alrededor del tamaño de un huevo pequeño, y añada suficiente agua para humedecerla. Trabájela con sus dedos hasta que la humedad se reparta con igualdad. Luego exprímala entre su pulgar e índice con un movimiento parecido para el chasquido, a fin de formar una «cinta» de tierra.

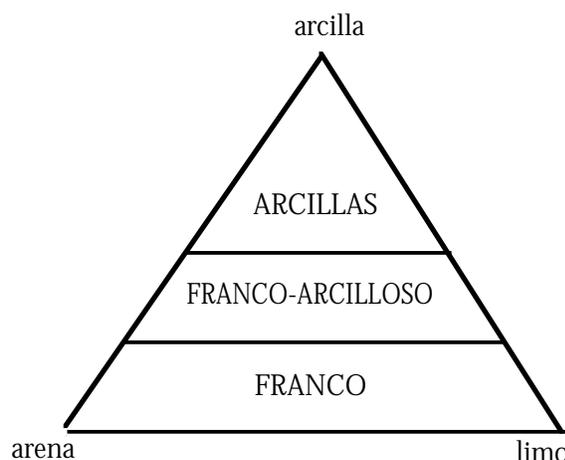


Figura SU-P-6: Triángulo de Textura 1

4.2. Si el suelo se siente extremadamente pegajoso (se pega a las manos y es difícil de manipular), se endurece y precisa de mucha presión entre pulgar e índice para formar una cinta, posiblemente esté compuesto mayormente de partículas de arcilla. Clasifíquelo como arcilla, según consta en el Triángulo de Textura 1.

4.3. Si el suelo se siente ligeramente pegajoso y es un tanto más suave de exprimir, posiblemente tiene menos partículas de arcilla. Clasifíquelo como franco arcilloso.

4.4. Si se siente el suelo suave, uniforme y fácil de exprimir, y cuando más ligeramente pegajoso, clasifíquelo como franco.

Una vez que el suelo haya sido clasificado como arcilla, franco arcilloso o franco, refine la clasificación determinando las cantidades relativas

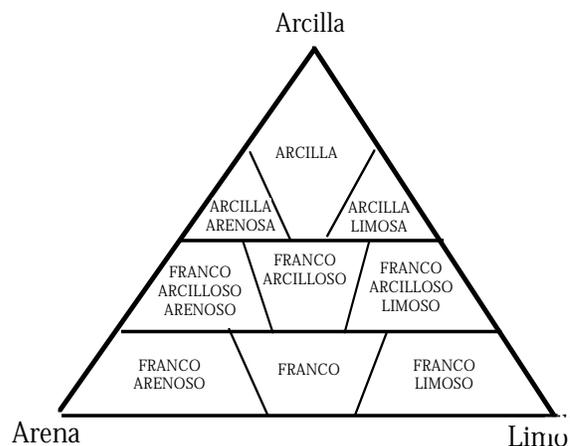


Figura SU-P-7: Triángulo de Textura 2

de arena y limo.

4.5 Si el suelo se siente muy suave, sin la aspereza de la arena, añada la palabra “limo” o “limoso” a su clasificación, tales como “arcilla limosa” o “franco limoso”, como se muestra en el Triángulo de Textura 2. Esto significa que su muestra de suelo tiene más partículas de limo que de arena.

4.6 Si el suelo se siente áspero, añada el término “arenoso” a su clasificación original del suelo (del Triángulo de Textura 1), tal como “arcilla arenosa”, según consta en el Triángulo de Textura 2. Esto significa que la muestra tiene más partículas de arena que de limo.

4.7 Si el suelo se siente ni muy áspero ni muy suave, inclusive si siente algo de arena en su muestra, mantenga sin cambiar su clasificación original. Esto significa que su muestra tiene aproximadamente la misma cantidad de partículas de arena que de limo y en el caso de la arcilla, podría tener mucho menos de cualquiera de las dos.

**Nota:** Cuando sienta la textura del suelo, trate de añadir la misma cantidad de agua a cada muestra de manera que pueda comparar más exactamente la textura de una y otra. La textura del suelo también se puede sentir diferente dependiendo de cuán mojada o seca esté. La cantidad de materia orgánica que tenga también la puede hacer sentir diferente. Por lo general, mientras más oscuro es el color del suelo, más materia orgánica porta.

4.8 Registre en la hoja de trabajo el nombre de la textura del suelo sobre el cual los estudiantes se han puesto de acuerdo. Además, anote si es que la muestra estaba seca, mojada o húmeda al momento de ser

examinada y si contenía mucha materia orgánica (por ejemplo si estaba en la superficie y tenía un color muy oscuro).

### 5. Presencia de Raíces

Observe y registre si hay ninguna, pocas o muchas raíces en el horizonte.

### 6. Presencia de Rocas

Observe y registre si hay ninguna, pocas o muchas rocas en el horizonte. Una roca se define como mayor que 2 mm en tamaño.

### 7. Prueba para detectar Carbonatos Liberados

Desarrolle esta prueba rociando vinagre en el suelo. Si hay presencia de carbonatos, habrá una reacción química entre el vinagre y los carbonatos que producirá dióxido de carbono. Cuando se produce dióxido de carbono éste, burbujea o entra en *efervescencia*. Mientras más carbonatos están presentes, más *efervescencia* se observará.

7.1 Fíjese cuidadosamente en el perfil de su suelo para detectar una capa blanquecina de suelo y rocas, lo que podría indicar que hay carbonatos liberados.

7.2 Ponga aparte una porción de suelo sacada de la cara del hoyo expuesta, o saque una muestra del hoyo hecho con la barrena o cerca de la superficie que no haya tocado sus manos y utilícela para llevar a cabo la prueba de carbonatos.

7.3 Luego de haber terminado de caracterizar otras propiedades del suelo, compruebe la presencia de carbonatos liberados. Abra la botella de ácido y, comenzando desde el fondo del perfil y subiendo por el mismo, rocíe vinagre sobre las partículas de tierra. Observe cuidadosamente la presencia de efervescencia.

7.4 Registre uno de los siguientes como los resultados de la Prueba de Carbonatos Liberados:

Ninguna: si no observa reacción alguna, el suelo no tiene carbonatos.

Ligera: si observa una acción ligeramente efervescente, es indicativo de la presencia de algunos carbonatos.

Fuerte: Si hay una fuerte reacción (por ejemplo, grandes y abundantes burbujas) esto es indicativo de que hay muchos carbonatos.

7.5 No lleve muestras contaminadas con vinagre a la clase.

## **Obtenga Información Adicional sobre el Sitio**

Al mismo momento en que los estudiantes toman las mediciones de caracterización del suelos en el campo, o unos meses después, dedique algún tiempo con su clase para describir y registrar los detalles de su sitio.

1. Mida y registre las coordenadas GPS del lugar.
2. Lleve a cabo el *Protocolo de Infiltración* para tres lugares cercanos a su fosa de suelo, el hoyo de barrena o la muestra de superficie, o por arriba del corte de una carretera u otra excavación. No necesita medir la infiltración en más de un día; el día en que está recolectando los demás datos necesarios para hacer la caracterización del suelo constituye, por lo general, un buen día para hacer esta medición.

3. Fotografíe el perfil del suelo que ha sido descrito. Cumpla con ello el día en que se hacen las mediciones en el campo.

Si los estudiantes han expuesto el perfil de suelo excavando una fosa o han empleado un perfil de suelos ya expuesto, coloque una cinta métrica o una vara de medición a lo largo del perfil, con la marcación de 0 cm hacia la parte del piso superficial (la parte superior del hoyo). Fotografíe la cara del perfil desde la parte externa de la fosa, preferentemente con el sol detrás del fotógrafo iluminando el perfil expuesto.

Si el perfil del suelo fue obtenido mediante una barrena, fotografíe el perfil del suelo que consta en el papel encerado, o cartón que se encuentra en el suelo, con una cinta métrica o una vara de medir que se colocará junto al mismo. Nuevamente, ponga la marcación de 0 cm hacia el piso superficial del perfil (o sea la parte superior), y con el sol a espaldas del fotógrafo. En cualquier caso, tome otra fotografía del paisaje que circunda el Sitio de Muestreo de Caracterización de Suelos.

Envíe copias de estas fotografías al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE, a la dirección que consta en la Guía de Implementación; o si se han tomado con una cámara digital, envíelas electrónicamente al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE.

4. Mida la inclinación del Sitio de Muestreo, empleando para ello el clinómetro según la sección relativa a la *Investigación de Cobertura*

*Terrestre y Biología*, y registre las medidas de inclinación en la Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de Suelos.

- 4.1. Designe dos estudiantes, cuyas vistas se encuentren a la misma altura, para que midan la inclinación.
- 4.2. Mida la inclinación más pronunciada que cruza el orificio.
- 4.3. El estudiante que mantiene el clinómetro se para al pie de la inclinación y el otro camina hacia el lado opuesto del hoyo.
- 4.4. Mirando a través del clinómetro, un estudiante ubica el nivel de los ojos del otro estudiante.
- 4.5. Lea el ángulo de inclinación en grados y registre dicha lectura en la hoja de trabajo de datos.
5. Mida y registre la distancia que existe desde los principales aspectos característicos del lugar (tales como edificios, postes de luz, carreteras, etc.).
6. Registre cualquier otra característica distintiva que identifique este sitio como peculiar. (Si bien no todos los datos que siguen deben reportarse a GLOBE en este momento, tales datos deberán registrarse en la base de datos locales que mantiene el colegio).

### **Preguntas que podrían formularse:**

- ¿Cuáles son los tipos de plantas y animales que se encuentran en el suelo y en el área general en torno a su sitio? Incluya pequeños organismos del suelo, tales como lombrices u hormigas.
- ¿Cuál es la materia matriz de la cual se ha formado el suelo? ¿Constituía lecho rocoso? En ese caso, busque rocas en la superficie que le dirán algo respecto al tipo de roca en cuestión. (Podría la tierra haber sido depositada por la acción del agua o el viento, a causa de un glaciar o un volcán? De ser necesario, investigue más sobre la geología de la superficie de su área partiendo de materiales disponibles en la biblioteca local.
- ¿En qué parte del paisaje se encuentran estos suelos? Se trata de una loma, ladera, o al pie de una loma? ¿Está ubicado junto a un riachuelo o en una planicie? ¿Qué forma de terreno existe?
- ¿Cuál es el clima general que prevalece en el sitio elegido? ¿Es asoleado, permanece en la sombra, se trata de un lugar caliente, frío, húmedo, seco?



- ¿Cuál es el uso reciente que se ha dado a esta zona? ¿Ha permanecido estable durante un período prolongado, o ha sido sometido al arado, se han talado sus árboles, se lo ha utilizado para construcción, o se ha visto modificado por cualquier otra razón en los últimos tiempos?
7. Registre toda la información solicitada en la Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos.



Toda la información relativa a su sitio y las técnicas empleadas para la recopilación de datos (a menudo denominadas metadatos) debe ingresarse permanentemente en su Cuaderno de Ciencias GLOBE y registrarse con su sitio, empleando la Hoja de Ingreso de Datos del Sitio de Muestreo de Caracterización de los Suelos. No se le pide que ingrese toda esta información, pero ésta es de gran ayuda para los científicos y otras personas que desean utilizar estos datos. Un Sitio de Muestreo debe definirse antes de que los datos de caracterización de suelos puedan ingresarse. Inicialmente, esta definición podrá consistir de no más que el nombre del lugar y la fecha en que se hicieron las observaciones de campo y se tomaron las muestras del suelo. A medida que se dispone de más información para caracterizar el Sitio de Muestreo, estos datos pueden añadirse al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE empleando el procedimiento de modificación del Sitio de Muestreo.



### **Muestreo de Suelos**

Los métodos que se utilizan para obtener muestras del suelo para realizar análisis ulteriores difieren dependiendo de cómo usted ha expuesto el perfil de su suelo.



#### **Técnica de Fosa de Tierra y Perfiles Expuestos de Suelos**

##### **Toma de Muestras para Densidad de Masa**

1. Para cada horizonte de su perfil de suelos, presione una lata de un volumen conocido contra el lado del horizonte. El suelo del perfil debe estar húmedo, de manera que se mantenga unido y pueda la lata penetrar fácilmente. De ser necesario, moje el suelo antes de tomar esta medición.
2. Si es todavía difícil presionar la lata hacia el suelo, podría utilizar un martillo u otro

objeto para forzar la entrada de la lata. Si esto se hace necesario, coloque un pedazo de madera sobre la lata y golpee la madera con el martillo para repartir la fuerza del golpe de martillo a todos los filos de la lata por igual y minimizar su deformación.

**Nota:** La lata puede torcerse algo en este procedimiento, pero mientras el volumen de la misma no haya cambiado más que un ligero porcentaje, es utilizable; pero si se ha torcido demasiado, podría ser que el suelo sea demasiado duro o rocoso como para tomar una muestra de densidad de masa de esta manera. Entonces debería considerarse la toma de una muestra de densidad de masa empleando el método de la barrena, que se describe a continuación, que es aplicable para horizontes densos.

3. Deténgase cuando vea que parte de la tierra se sale por el orificio de la base de la lata, porque quiere decir que la lata se ha llenado de tierra.
4. Empleando un bailejo o pala, retire la lata y la tierra que la circunda. Iguale la tierra del extremo hasta que esté plano contra los filos de la lata, de tal manera que el volumen de la tierra sea el mismo que el volumen de la lata.
5. Cubra la lata con la tapa u otro material de cubierta y llévela de vuelta a la clase.
6. Repita este procedimiento de manera que tenga 3 muestras de densidad de masa para cada horizonte.
7. Coloque etiquetas en las latas mientras está en el campo, con el nombre del sitio, número de horizonte (o letra), profundidades superiores e inferiores y el número de muestra (1, 2 ó 3 para cada horizonte).
8. Lleve estas muestras desde el campo tan pronto como le sea posible.
9. Retire las cubiertas
10. Pese cada muestra en su lata y registre este peso húmedo en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.
11. Coloque las muestras en el horno de secado para suelos.



### Si usted no está midiendo la densidad de masa:

1. Saque una amplia muestra de cada horizonte de suelo. Evite el área de la cara del suelo que haya sido utilizada para la prueba de carbonatos y evite tocar las muestras de suelos de manera que las mediciones de pH no se contaminen.
2. Coloque cada muestra en una funda u otro recipiente.
3. Ponga membretes en cada funda con el nombre del sitio, número (o letra) del horizonte y profundidades superiores e inferiores.
4. Traiga estas muestras a la clase desde el campo.
5. Coloque las muestras en platos de plástico u hojas de periódico para que se sequen al aire.

### Técnica de la barrena

Se requieren tres muestras de cada horizonte. Cada una de ellas deberá obtenerse de un orificio nuevo.

### Toma de Muestras de Densidad de Masa:

Para cada hueco de la barrena:

1. Barrene a una profundidad de 1 ó 2 cm más allá del tope del horizonte sujeto a muestreo.
2. Mida la profundidad del hueco.
3. Utilice la barrena para extraer una muestra del horizonte. Si el horizonte tiene una extensión vertical menor que el largo de la cabeza de la barrena, solo haga un giro parcial de la barrena, de manera que toda la muestra corresponda únicamente a este horizonte. No gire la barrena más allá de un círculo completo (360°) de manera que el suelo no se compacte.
4. Una vez que haya retirado la muestra, transfiera toda la tierra de la cabeza de la barrena a un recipiente de muestra sin perder nada de la tierra. Evite manipular la muestra en lo posible a fin de minimizar la contaminación del suelo con los aceites naturales de su piel.
5. Mida el diámetro del hoyo de la barrena y de la profundidad del mismo.
6. Coloque un membrete en la parte externa del recipiente, con el nombre del horizonte, el diámetro del hoyo y la profundidad del mismo antes y después de que se ha retirado la muestra. (Estas mediciones se utilizarán

para calcular el volumen de la muestra.)

7. Repita los pasos 1 a 6 para cada horizonte de que consta el perfil de suelos.
8. Repita este procedimiento con diferentes hoyos, cercanos entre sí, de manera que obtenga 3 muestras de cada horizonte.
9. Cubra o selle las muestras y transpórtelas a la clase.
10. Traiga estas muestras desde el campo a la brevedad posible.
11. Retire las cubiertas.
12. Pese cada muestra en su recipiente y registre este peso en mojado en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.
13. Coloque las muestras en el horno de secado.

### Si es que no se encuentra midiendo la densidad de masa:

Para cada hueco de la barrena:

1. Barrene a una profundidad de 1 ó 2 cm desde el tope del horizonte desde donde se sacará una muestra.
2. Utilice la barrena para retirar una muestra del horizonte. Si el horizonte tiene una extensión vertical más pequeña que el largo de la cabeza del barrena, únicamente haga un giro parcial del barrena de manera que toda la muestra corresponda únicamente a este horizonte.
3. Coloque la muestra en una funda u otro recipiente. Evite contaminar la muestra tocándola con sus manos.
4. Ponga una etiqueta a cada funda con el nombre del sitio, nombre del horizonte, y las profundidades superiores e inferiores del horizonte.
5. Repita los Pasos 1 a 4 para cada horizonte.
6. Lleve estas muestras desde el campo. Distribuya las muestras sobre platos plásticos u hojas de periódico para que se sequen al aire.

### Técnica de Muestreo Superficial

### Toma de Muestras de Densidad de Masa:

1. Elija 3 ubicaciones cercanas al sitio donde realizó su *Protocolo de Caracterización de los Suelos*.
2. Retire la vegetación u otro material de la superficie del suelo.
3. Para cada una de las 3 ubicaciones:
  - 3.1. Presione una lata, cuyo volumen conozca, dentro de la superficie del suelo. El suelo del perfil deberá estar húmedo, de



manera que el suelo permanezca unido y la lata pueda ingresar fácilmente dentro del suelo. De ser necesario moje la tierra antes de realizar esta medición. Deje que la humedad se filtre hacia dentro del suelo antes de tomar la muestra. Es preferible hacer el muestreo con suelos húmedos y no mojados, a no ser que estén naturalmente saturados con agua.

3.2. Pare cuando pueda ver que sale algo de tierra del orificio pequeño que se encuentra en la base de la lata, ya que significa que está llena.

3.3. Si resulta difícil empujar la lata dentro del suelo, podrá haber necesidad de emplear un martillo u otro objeto para forzar su ingreso. Si esto es necesario, coloque una pieza de madera sobre la lata y golpéela con el martillo para distribuir la fuerza del golpe a todos los bordos de la lata y evitar que ésta se deforme.

3.4. Coloque un bailejo o pala por debajo de la lata y la tierra que la circunda y retírela cuidadosamente. Limpie la tierra en torno a la lata hasta que la tierra esté plana con los bordos, de manera que el volumen de tierra corresponda al mismo volumen de la lata.

3.5. Cubra la lata con una tapa o sello para transportarla de vuelta al aula.

3.6. Ponga etiquetas a las latas en el campo con la ubicación del lugar y el número de muestra (por ejemplo, 1, 2 ó 3).

4. Traiga estas muestras desde el campo tan pronto como sea posible.
5. Retire las tapas.
6. Pese cada muestra en su lata y registre este peso en mojado en la respectiva Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.
7. Coloque las muestras en el horno de secado.

#### **Si no está midiendo la densidad de masa**

1. Saque una muestra amplia de los 10 cm superiores del suelo. Evite la zona que fue sujeta a las pruebas de carbonatos y evite tocar las muestras de tierra de manera que sus mediciones del pH no se contaminen.
2. Coloque cada muestra en una funda u

otro recipiente.

3. Identifique cada funda con el nombre del sitio, nombre del horizonte, y profundidades superiores e inferiores.
4. Lleve estas muestras desde el campo a la clase.
5. Distribuya las muestras en platos plásticos separados u hojas de periódico para dejar secar al aire.

# Protocolo de Análisis de Laboratorio para la Caracterización de los Suelos



Bienvenida

Introducción

Protocolos

Actividades de Aprendizaje

Apéndice

Protocolo de Análisis de Laboratorio para la Caracterización de los Suelos

## **Propósito**

Determinar la densidad de masa del suelo

Determinar la distribución de partículas del suelo según su tamaño

Medir el pH de los suelos

Determinar el nivel de fertilidad al medir las cantidades de nitrato de nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K) en los suelos.

## **Visión General**

En el aula y el laboratorio, los estudiantes secarán en un horno las muestras de densidad de masa, las pesarán, las tamizarán y les retirarán las rocas; luego determinarán el peso y volumen de las rocas. La densidad de la masa tamizada u otras muestras será utilizada para determinar la distribución de partículas según su tamaño, el pH de los suelos y la fertilidad de los suelos (N, P, K).

## **Tiempo**

Para secar las muestras de suelos, permita que transcurran por lo menos 10 horas de secado a temperaturas de 95 - 105°C, 24 horas de secado a 75 - 95° C, o dos días para secado al aire (no involucra tiempo de clases)

Preparación de la solución dispersante necesaria para tener antes de la clase, 10 minutos

Paso de dispersión para el procedimiento de determinar la Distribución del Tamaño de las Partículas de acuerdo al Tamaño, tamizando las muestras secas y completando la medición de densidad de masa, un período de clases

Mediciones de 2 y 12 minutos para la Distribución del Tamaño de las Partículas, mediciones de pH y de la Fertilidad del Suelo, un período de clases.

Medición final de la Distribución del Tamaño de las Partículas, limpieza y revisión de todos los datos, un período de clases.

## **Nivel**

Fertilidad de los Suelos (N, P, K), Intermedio y Avanzado.

Otras Mediciones, Todos

## **Frecuencia**

Una vez para cada horizonte

Tres muestras para cada horizonte

## **Conceptos Claves**

Volumen

Densidad

Densidad de masa

pH del suelo

Fertilidad del suelo (N,P,K)

Nutrientes del suelo

Reacciones químicas

Gravedad específica

Distribución del tamaño de partículas

Textura

Flotante

## **Destrezas**

*Manipulación* de muestras

*Tamizado* de muestras

*Registro* de datos

*Manipulación* de equipos científicos

*Observación* de color

*Utilización* de Pipetas

*Medición* de pH, gravedad específica y fertilidad de los suelos

*Determinación* del contenido relativo de nutrientes

*Utilización* de un hidrómetro

## **Materiales y Herramientas**

Para Registro de Datos Durante Todas las

Mediciones:

Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa

Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño de Partículas

Hoja de Trabajo de Datos de pH

Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos

Para Secado y Tamizado de Muestras:

Periódicos o platos de plástico

Tamiz #10 (malla de 2 mm de apertura)

Fundas de un litro, frascos o recipientes para almacenar las muestras de suelo



Balanza

Guantes de caucho

Para Densidad de Masa

Horno de secado o de microondas

Cilindro graduado de 100 ml para determinar el volumen de las rocas

Balanza

Para Distribución del Tamaño de las Partículas

Bolillo, martillo u otro utensilio para fragmentar terrones y separar las partículas.

Cilindro graduado de 500 ml de plástico transparente

Hidrómetro

Termómetro (debe tener una superficie lisa sin cubierta de manera que la tierra y el agua no queden atrapados)

Cuchara u otro utensilio para transferir tierra

Cuchara o varilla agitadora para agitar la tierra

Solución dispersante (50 g de Hexametáfosfato de Sodio/litro o detergente que no haga espuma y que contenga sodio)

Cubeta de 250 ml o más grande

Botella con rociador para retirar la tierra de la cubeta

Un cronómetro o reloj con segundero.

Cobertura plástica u otro material para cubrir la boca del cilindro al momento de

agitarlo

1 botella de 1 litro para solución dispersante

Para pH:

Tres cubetas de 100 ml

Balanza

Papel de tornasol o medidor de pH

Agitador de vidrio o cuchara

Agua destilada

Cilindro graduado de 100 ml para medir el agua destilada

Para Fertilidad de los Suelos:

Agua destilada

Juego de Fertilidad de los Suelos con reagentes para medir N, P y K

Cucharita

Taza o porta tubos de ensayo

Para Deshacerse de la Tierra:

Baldes u otros recipientes herméticos

**Preparación**

Calibración de medidor de pH

**Prerequisitos**

Medición de Campo de Caracterización de Suelos

**Cómo Medir la Densidad de Masa y Preparar Muestras para Otros Análisis de Laboratorio**

**Densidad de Masa**

1. Seque las muestras en sus recipientes, siguiendo las direcciones de secado que constan en el *Protocolo de Humedad Gravimétrica de los Suelos*.
2. Pese cada muestra de densidad de masa ya seca en su recipiente y registre este peso en seco, en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.
3. Las rocas no contienen agua ni almacenan nutrientes, por lo que no aportan a la densidad del suelo en masa.

Para determinar la densidad de cualquier roca que se encuentre en una muestra, utilice el siguiente procedimiento (si no existen rocas en su muestra, obviar esta parte):

3.1 Coloque un gran pedazo de papel (como un periódico) sobre una mesa, coloque sobre él el tamiz #10 (con orificios de 2 mm).

Vierta una muestra sobre el tamiz.

3.2 Póngase guantes de caucho para evitar contaminar su muestra con los ácidos de su piel.

3.3 Cuidadosamente haga pasar la tierra seca a través de la malla sobre el papel. No fuerce a la tierra a través del tamiz ya que los orificios podrían deformarse. Las rocas no

pasarán a través de la malla y permanecerán encima del tamiz. Si no dispone de un tamiz, retire cuidadosamente las rocas a mano.

3.4 Guarde la tierra tamizada de cada muestra para realizar otros análisis de laboratorio.

3.5 Pese las rocas y registre este peso en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.

3.6 Coloque 30 ml de agua en un cilindro graduado de 100 ml y, sin derramarlo, añada las rocas dentro del agua. Lea el nivel del agua luego de que se hayan colocado todas las rocas y registre este valor y el volumen original de agua en la Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa.

A medida que añada las rocas, si es que el volumen del agua se acerca a los 100 ml, registre el incremento en el volumen, vacíe el cilindro y repita el procedimiento para las rocas restantes. En este caso, deberá calcular y registrar la suma de volúmenes de agua con las rocas y la suma de volúmenes de agua sin las rocas.

### Comprensión de los Datos

Una vez que haya terminado, deberá registrar lo siguiente en su Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa, y reportarse al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE, empleando la Hoja de Ingresos de Datos de Densidad de Masa:

- el volumen de la lata de tierra (ml) (para el método de muestreo de fosa o superficie)
- el peso de la lata de tierra (g) (para el método de muestreo de fosa o superficie)
- el diámetro del orificio (cm) (para el método de barrena)
- profundidades superior y de fondo del

orificio (cm) (para el método de barrena)

- el peso del recipiente (g) (para el método de barrena)
- el peso de la tierra húmeda y el recipiente (g) (únicamente serían necesarios si desea calcular el contenido de agua del suelo)
- el peso de la tierra seca y el recipiente (g)
- el peso de las rocas (g)
- el volumen (o suma de los volúmenes) del agua añadida al cilindro graduado antes de que se coloquen las rocas (ml)
- el volumen (o suma de los volúmenes) del agua luego de que se han colocado las rocas (ml).

### Para calcular el contenido de agua de la tierra:

Al realizar las mediciones de densidad de masa, si es que ha medido el peso de la tierra húmeda y el recipiente, habrá obtenido toda la información necesaria que le permita determinar el contenido de agua que existe en su muestra. Si desea conocer el contenido de agua de la tierra, siga los procedimientos para este cálculo según se contempla en el *Protocolo de Humedad Gravimétrica de los Suelos*. Estos valores correspondientes al contenido de agua en la tierra no se reportan a GLOBE; se anotan únicamente para que el estudiante adquiera práctica y mejor conocimiento.

### *Si no está midiendo la densidad de masa*

#### Prepare las muestras para los análisis de laboratorio

1. Coloque un gran pedazo de papel (como un periódico) sobre una mesa.
2. Coloque el tamiz #10 (orificios de 2 mm) sobre él.

Ahora puede calcularse la densidad de masa del material de suelos recogido para cada muestra (en unidades de g/cm<sup>3</sup>), mediante:

$$\text{Densidad de masa} = \frac{\text{peso en seco} - \text{peso del recipiente} - \text{peso de las rocas}}{\text{volumen de recipiente o hueco} - \text{volumen de rocas}}$$

$$\text{Volumen del Hueco} = \pi \times \left[ \frac{\text{diámetro de hueco}}{2} \right]^2 \times [\text{profundidad de base de hueco} - \text{profundidad de boca del hueco}]$$

$$\text{Volumen de rocas} = \text{volumen de agua y rocas} - \text{volumen de agua antes de añadir las rocas}$$

Si ha tenido que medir el volumen de rocas en más de un turno, añada los volúmenes calculados para cada turno a fin de obtener el volumen total de las rocas.



- Vierta la muestra sobre el tamiz #10. Colóquese guantes de caucho para evitar que los ácidos de su piel contaminen la medición de pH del suelo.
- Cuidadosamente haga pasar el material de tierra seca a través de la malla hacia el papel. No fuerce el paso de la tierra a través del tamiz ya que podrían deformarse los orificios del tamiz. Las rocas no pasarán por la malla y se mantendrán sobre el tamiz. Retire las rocas (y otros pedazos de desperdicios) del tamiz y deséchelos. Si no se dispone de tamiz, retire cuidadosamente las rocas y desperdicios manualmente.
- Transfiera la tierra seca y libre de rocas del papel a fundas plásticas nuevas, limpias y secas o a recipientes.
- Selle los recipientes y coloque etiquetas de identificación de la misma manera que se lo hizo en el campo (nombre de horizonte, profundidad de tope y base de horizonte, fecha, nombre del lugar, ubicación del lugar). Esta es la tierra que se utilizará para realizar otros análisis de laboratorio.
- Almacene estas muestras en un lugar seco y seguro hasta que se las vuelva a utilizar.

### **Cómo Medir la Distribución del Tamaño de Partículas de Suelo**

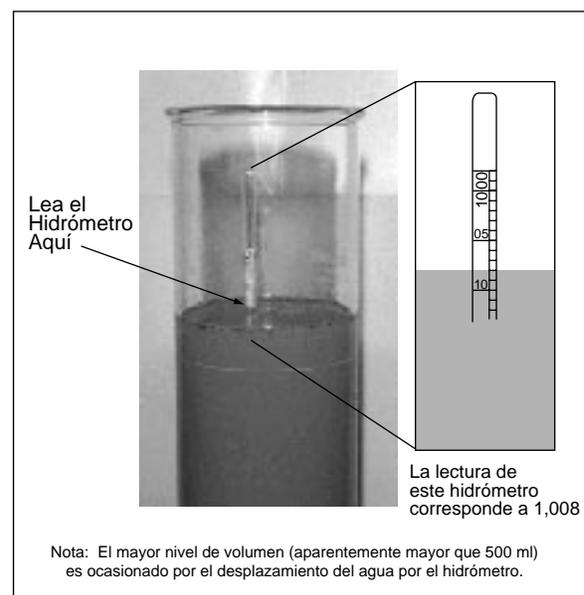
Repita esta medición tres veces para cada horizonte y registre todos los juegos de datos en la Hoja de Trabajo de Datos de Distribución de Tamaño de las Partículas.

- Prepare la solución dispersante mezclando 50 g de Hexametáfosfato de Sodio (u otro material según se indica anteriormente), en 1 l de agua destilada. Disuelva todo el material sólido agitando la mezcla.
- Luego de secar y tamizar las muestras de tierra, emplee un bolillo o martillo para fragmentar partículas grandes que pudieran estar presentes todavía.
- Pese 25 gramos de tierra seca y tamizada y colóquela en una cubeta de 250 ml o más. Vierta 100 ml de la solución dispersante y alrededor de 50 ml de agua destilada en la cubeta. Agite vigorosamente con una cuchara o vara agitadora por lo menos durante un minuto. Cerciérese de que la tierra esté enteramente mezclada y no se pegue a la base de la cubeta. No derrame ninguna porción de tierra en suspensión.
- Cuando la tierra y la solución dispersante se

hayan mezclado totalmente, enjuague cualquier tierra que haya quedado en el agitador dentro de la cubeta con el resto de la mezcla. Deje la cubeta a un lado en lugar seguro y deje que se estabilice durante 24 horas aproximadamente (la muestra puede dejarse para que se mezcle con la solución dispersante durante el fin de semana también).

- Mientras la suspensión se estabiliza, coloque una vara de medición o cualquier otra regla en el cilindro y mida la distancia entre la marca de 500 ml y el fondo del cilindro. También lea la temperatura en la que se ha calibrado su hidrómetro (tal como 15,6°C ó 20°C). Este número será encontrado en algún lugar del hidrómetro. Registre ambos en la Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño de las Partículas.
- Luego de aproximadamente 24 horas (o durante el mismo período de clases al siguiente día), agite la suspensión de la cubeta nuevamente y colóquela en un cilindro graduado de 500 ml.
- Utilizando una botella con rociador enjuague la cubeta con agua destilada y añada esa agua a la mezcla de tierra que se encuentra en el cilindro.
- Añada suficiente agua destilada para llenar el cilindro hasta la marca de 500 ml.
- Tape muy bien la boca del cilindro empleando una cobertura plástica u otra tapa

Figura SU-P-8



- segura.
10. Mezcle vigorosamente haciendo rotar el cilindro cubierto, de una mano a otra, por lo menos 10 veces. Cerciérese de que la tierra se mezcle totalmente con la solución y que no se pegue en el fondo del cilindro. También trate de no dejar que la tierra en suspensión se filtre por la boca.
  11. Suavemente deposite el cilindro en un lugar seguro e inmediatamente tome el tiempo con un cronómetro o reloj con segundero.
  12. Registre el tiempo desde el momento en que el cilindro se dejó sobre la mesa.
  13. Luego de 1 1/2 minutos introduzca el hidrómetro paulatinamente (no lo suelte) dentro del cilindro y déjelo que flote en la suspensión de tierra. Estabilice el hidrómetro para evitar que suba y baje.
  14. Exactamente 2 minutos después de que el cilindro fue depositado sobre la mesa, lea la línea en el hidrómetro que está más cerca de la superficie de la suspensión de tierra. Véase Figura SU-P-8.  
Nota: Lea el segmento sobre el hidrómetro para el Protocolo de Distribución del Tamaño de las Partículas del Suelo de la misma manera que leyó para el *Protocolo de Salinidad*.
  15. Retire el hidrómetro, enjuáguelo, séquelo y suavemente colóquelo en un lugar seguro.
  16. Suspenda el termómetro en la suspensión de suelo dentro del cilindro por alrededor de 1 minuto.
  17. Al finalizar el 1 minuto, retire el termómetro de la suspensión, lea la temperatura y registre el resultado en la Hoja de Trabajo de Datos.
  18. Enjuague el termómetro y séquelo.
  19. Permita que el cilindro se mantenga parado sin ser molestado.
  20. Tome otra medición con el hidrómetro en el cilindro no perturbado a los 12 minutos. Coloque el hidrómetro cuidadosamente en la suspensión alrededor de 30 segundos antes de tomar la lectura para permitir que se estabilice.
  21. Tome y registre otra lectura de la temperatura para la suspensión.
  22. Enjuague el hidrómetro y termómetro una vez que los haya retirado de la suspensión y séquelos.
  23. Registre estos resultados en una Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño

de las Partículas.

24. Deje que el cilindro permanezca sin alteración durante 24 horas (o hasta el inicio del mismo período de clases al día siguiente).  
**Nota:** este tiempo es crítico y no deberá ser significativamente más largo que 24 horas.
25. Tome otra lectura de hidrómetro y temperatura.
26. Registre los resultados en la Hoja de Trabajo de Datos.
27. Deseche la suspensión de tierra vertiéndola en un balde especial y arroje el contenido en el exterior, en un lugar destinado al desecho de materiales de muestra. ¡NO VIERTA la suspensión en el lavabo!
28. Cuidadosamente enjuague y seque el hidrómetro, termómetro, cubetas y cilindros y repita los pasos anteriores 2 veces más para el mismo horizonte, de manera que se tenga un total de 3 juegos de resultados para dicho horizonte.

**Nota:** Esta medición involucra considerable tiempo de espera y debe realizarse en tres muestras para cada horizonte en el perfil de suelos. El número de días que se precisa para terminar las mediciones depende de la cantidad de equipo de que se disponga. Luego de que una muestra es inicialmente mezclada con la solución de dispersante y agua, deberá permanecer en suspensión durante un día antes de proceder a realizar la medición, y durante las dos primeras mediciones, la muestra debe permanecer sin ser molestada durante 24 horas más. Si su perfil de suelos tiene cinco horizontes, esta tarea debe cumplirse 15 veces. Si únicamente se dispone de un cilindro de 500 ml la medición de todas las muestras debe abarcar muchos días. Si se cuenta con una multiplicidad de cilindros de 500 ml, esto le permitirá acelerar el proceso. Podría ser adecuado contar con un solo hidrómetro para ser utilizado en por lo menos tres cilindros si la hora de inicio de la sedimentación se compagina con un intervalo de alrededor de tres minutos. Sin embargo, es preciso contar con un solo cilindro de 500 ml e hidrómetro para utilizar en el *Protocolo de Salinidad de la Investigación de Hidrología*. Y si sus estudiantes van a realizar la caracterización de suelos únicamente unas cuantas veces a lo largo de varios años de estudio, entonces se pueden volver a utilizar el mismo cilindro e hidrómetro, mientras que las mediciones relativas a distribución de tamaño de partículas deben turnarse a lo largo de varias semanas para ahorrar costos de equipo.



## Cómo Medir el pH

Haga estas mediciones en tres muestras para cada horizonte.

### Mezcle la Tierra con Agua Destilada

1. En una taza o cubeta mezcle tierra seca y tamizada con agua destilada en una proporción de 1:1 para tierra y agua (por ejemplo, mezcle 20 gramos de tierra con 20 ml de agua; mezcle 50 gramos de tierra con 50 ml de agua). Mezcle suficiente tierra y agua de manera que la lectura del pH puede hacerse en el *sobrenadante* (el líquido más claro que flota por sobre las partículas de tierra en suspensión). Utilice una cuchara u otro utensilio pero no sus manos para transferir la tierra. Los aceites y demás materiales que portan sus manos podrían contaminar la lectura de pH. Agite con una cuchara u otro agitador hasta que el agua y la tierra se mezclen completamente.
2. Agite la mezcla de agua y tierra cada 3 minutos durante 15 minutos. Luego de 15 minutos, permita que la mezcla se sedimente hasta que se forme un *sobrenadante* (alrededor de 5 minutos).

### Con papel de tornasol (Nivel de Principiantes):

1. En una taza o cubeta, mida el pH del agua que está utilizando para este protocolo sumergiendo el papel de tornasol en el agua y comparando el color con el cuadro de colores (según se describe en el *Protocolo de pH de Investigación de Hidrología*).
2. Mida el pH del *sobrenadante* sumergiendo el papel de tornasol en el mismo (siguiendo el procedimiento que se da respecto al papel de tornasol en la *Investigación de Hidrología*).
3. Registre sus resultados en la Hoja de Trabajo de Datos de pH de los Suelos.

### Con el medidor de pH (Niveles Intermedio y Avanzado):

1. Calibre el medidor de pH con las soluciones neutralizadoras del pH conocido, siguiendo el procedimiento que consta en la *Investigación de Hidrología* para Calibración.
2. En una taza o cubeta, mida el pH del agua que está empleando para este protocolo colocando el medidor de pH en el agua y leyendo el valor indicado.
3. Para medir el pH de la tierra, coloque el electrodo del medidor de pH en el *sobrenadante*. Véase figura SU-P-9.

Figura SU-P-9

Coloque la base del medidor de pH dentro del *Sobrenadante* (el líquido más claro que sobreflota por sobre la tierra sedimentada)



El pH de esta tierra es 6,5

4. Registre sus resultados en la Hoja de Trabajo de Datos de pH de Suelos.

## Cómo Medir la Fertilidad de los Suelos

### Parte 1: Preparación y Extracción

1. Llene el tubo de extracción de su juego de Prueba de Suelos con agua destilada, hasta la línea correspondiente a 30 ml.
2. Añada dos tabletas de *Floc-Ex*. Tape el tubo y mezcle bien hasta que ambas tabletas se hayan desintegrado.
3. Retire la tapa y añada una cucharada colmada de tierra (alrededor de 5 ml).
4. Tape el tubo y agite durante un minuto.
5. Deje que el tubo permanezca inmóvil hasta que la tierra se deposite (usualmente alrededor de 5 minutos). La solución clara por sobre la tierra será utilizada para las pruebas de nitrato de nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (K).

**Nota:** Para algunos suelos, especialmente aquellos que tienen un alto contenido de arcilla, podría no haber suficiente solución clara que haya sido extraída. Si se necesita más solución clara, repita los Pasos 1 a 5.

### Parte 2- Nitrato de Nitrógeno (N)

1. Utilice la pipeta para transferir la solución clara que está sobre el nivel de tierra a uno de los tubos de ensayo pertenecientes al Equipo de Prueba de Suelos, hasta que el



- tubo se llene casi en el tope (si es que no existe suficiente solución para llenar el tubo hasta casi el tope, repita la Primera Parte).
2. Añada una Tableta de Nitrato WR CTA.  
A veces las tabletas pueden fragmentarse en pequeños pedazos, de manera que hay que cerciorarse de que todos los fragmentos de la tableta se añadan al tubo de ensayo. Tape y mezcle hasta que la tableta se desintegre.
  3. Deje descansar el tubo de ensayo en una taza o cubeta. Espere 5 minutos hasta que el color aparezca. No espere más allá de 10 minutos.
  4. Compare el color rosado de la solución con el Cuadro de Color de Nitrógeno que viene dentro del Juego de Pruebas de Suelos. Registre sus resultados (Alto, Mediano, Bajo o Ninguno) en la Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos.
  5. Deseche la solución y lave el tubo y la probeta con agua destilada.
  6. Repita este procedimiento con el líquido proveniente de cada una de las muestras de suelos. Cerciórese de enjuagar muy bien la probeta y el tubo con agua destilada después de cada uso.

### **Parte 3: Fósforo (P)**

1. Utilice la probeta limpia para transferir 25 gotas de la solución clara que está por sobre la tierra a un tubo de ensayo limpio del Juego de Pruebas de Suelos (Si no existe suficiente solución, repita la Primera Parte).
2. Llene el tubo hasta casi el tope con agua destilada.
3. Añada una Tableta de Fósforo al tubo y tápelo.  
A veces las tabletas pueden fragmentarse en pequeños pedazos, de manera que hay que cerciorarse de que todos los fragmentos de la tableta se añadan al tubo de ensayo. Mezcle bien hasta que la tableta se desintegre.
4. Deje descansar el tubo de ensayo en una taza o cubeta. Espere 5 minutos hasta que el color aparezca. No espere más allá de 10 minutos.
5. Compare el color azul de la solución con el Cuadro de Color del Fósforo que viene dentro del Juego de Pruebas de Suelos. Registre sus resultados (Alto, Mediano, Bajo o Ninguno) en la Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos.
6. Deseche la solución y lave el tubo y la

probeta con agua destilada.

7. Repita este procedimiento con el líquido proveniente de cada una de las muestras de suelos. Cerciórese de enjuagar muy bien la probeta y el tubo con agua destilada después de cada uso.

### **Parte 4: Potasio (K)**

1. Utilice la probeta limpia para transferir la solución clara que está por sobre la tierra a un tubo de ensayo limpio hasta que se llene casi al tope. (Si no existe suficiente solución, repita la Primera Parte).
2. Añada una Tableta de Potasio al tubo.  
A veces las tabletas pueden fragmentarse en pequeños pedazos, de manera que hay que cerciorarse de que todos los fragmentos de la tableta se añadan al tubo de ensayo. Tape y mezcle bien hasta que la tableta se desintegre. **Nota:** Esta tableta podrá demorarse algo más en disolverse con respecto a las otras.
3. Compare la nebulosidad de la solución del tubo de ensayo con el Cuadro de Color del Potasio que viene dentro del Juego de Pruebas de Suelos. Sostenga el tubo sobre las cajas negras de la columna izquierda y compare la tonalidad y nebulosidad con las cajas sombreadas de la columna de la derecha. Registre sus resultados (Alto, Mediano, Bajo o Ninguno) en la Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos.
4. Deseche la solución y lave el tubo y la probeta con agua destilada.
5. Repita este procedimiento con el líquido proveniente de cada una de las muestras de suelos. Cerciórese de enjuagar muy bien la probeta y el tubo con agua destilada después de cada uso.

### **Presentación de Datos**

Registre sus datos sobre Densidad de Masa, Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo, pH de los Suelos y Hojas de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos. Podría haber necesidad de contar con más de una copia de la hoja de trabajo de datos para describir un perfil, de manera que asegúrese de antemano de contar con copias adicionales. Engrape juntas las hojas para el mismo perfil de tierra de manera que todos los registros permanezcan juntos. Presente sus resultados al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

# Segunda Parte:

## Humedad y Temperatura de los Suelos

### Introducción

Esta sección hace la presentación de material que es común a tres protocolos regulares y a un cuarto protocolo opcional para estudiantes avanzados. Los protocolos se relacionan todos con la humedad y la temperatura de los suelos. Para comenzar, los estudiantes utilizarán un procedimiento simple para medir la humedad de los suelos. Medirán la muestra de tierra, la dejarán secar y la volverán a pesar. La diferencia de peso corresponderá a la humedad de la tierra que se ha secado. El protocolo opcional para estudiantes avanzados involucra la utilización de bloques de yeso y un medidor de humedad de suelos para tomar lecturas diarias del contenido de agua en los suelos. Dos nuevos protocolos miden otras propiedades importantes de los suelos. La proporción en que el agua fluye hacia la tierra (infiltración) se mide empleando dos latas concéntricas. La temperatura de los suelos se mide utilizando un corto termómetro de sonda, digital o con visor.

### Sitio de Estudio para la Investigación

En general, el Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos deberá estar al descubierto, sin follaje por sobre la superficie y dentro de 100 m desde el Sitio de Estudio de la Atmósfera o un Sitio de Estudio de la Atmósfera adicional, que posea por lo menos un pluviómetro. Dependiendo de cuál sea la estrategia de muestreo que se emplee (véase más adelante) podrá necesitar una zona de 10 m de diámetro que sea característicamente de laderas bajas, suelos homogéneos, humedad natural de los suelos y con iguales condiciones de insolación. Resulta útil llevar a cabo la caracterización de los suelos, medir las temperatura y tasa de infiltración dentro de la misma zona homogénea de 10 m de manera que se puedan correlacionar con las medidas de humedad de los suelos. Algunos colegios podrán elegir un sitio mayor que los 10 m por 60 m que reúne la mayor parte de los criterios sintetizados anteriormente, el cual podría incluir algunas variaciones de declive y otras características.

Su Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos deberá reunir las siguientes condiciones:

**No estar sujeta a riego.** Como lo que queremos es investigar la respuesta de los suelos al sol y a la precipitación natural, es importante que el sitio

no reciba los beneficios del riego artificial.

**Uniformidad.** La humedad de los suelos puede variar considerablemente en cortas distancias. Esto plantea la necesidad de encontrar un lugar donde la humedad de los suelos sea representativa del sitio elegido por ustedes. Busquen un sitio relativamente plano cuyas propiedades de suelo y vegetación sean uniformes.

**Relativamente Incólume.** Tome muestras de suelos por lo menos a tres metros de cualquier edificio, carretera, calle, senderos, campos de juego y demás sitios donde el suelo puede haberse compactado o haber sido seriamente modificado a causa de la actividad humana.

**Seguro para Excavar.** Verifique con las empresas locales de servicios públicos y personal de mantenimiento del sitio para cerciorarse de que al momento de cavar no ocasionarán daños a un cable, tubería, sistema de riego por aspersores. No habrá necesidad de cavar a mayor profundidad que un metro.

### Frecuencia

Hay necesidad de medir la humedad de los suelos a intervalos regulares, doce veces al año. Elija un período durante el cual usted esperaría normalmente que los suelos en su sitio de estudio sufran importantes cambios en su contenido de humedad. Las observaciones que se hagan de la humedad de los suelos no deberán efectuarse mientras la tierra esté congelada. Las mediciones semanales que se hagan durante la iniciación de la temporada seca ayudarán a pronosticar la tasa de crecimiento vegetal. Las observaciones mensuales que se hagan a lo largo del año, o cada tres semanas, durante el período escolar de nueve o diez meses, proporcionarán importantes conocimientos intrínsecos relativos a las variaciones por estación.

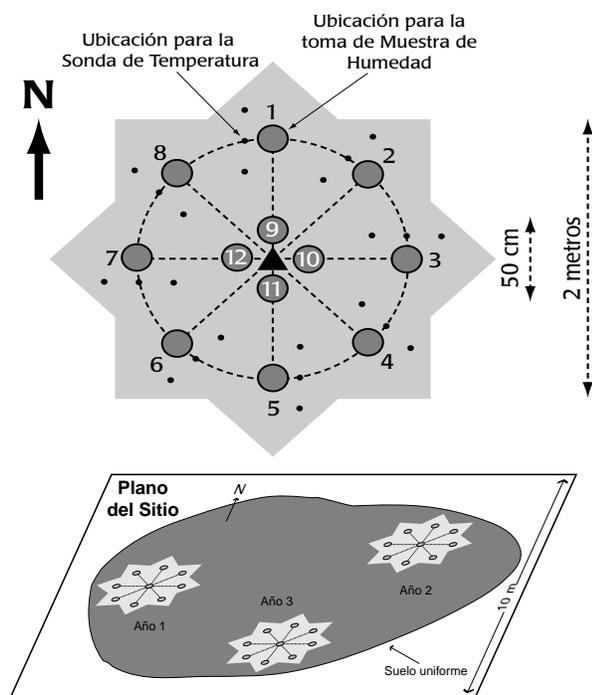
Haga sus observaciones a la misma hora todos los días y evite las horas tempranas de la mañana cuando todavía hay rocío. La humedad de los suelos cambia muy lentamente de manera que el tiempo que se destine a las observaciones no resulta crítico. El hacer las mediciones en una hora fija del día, particularmente en la superficie superior, evita confusiones entre las observaciones semanales y mensuales con respecto a los pequeños ciclos que se dan durante el día.

Mida la temperatura de los suelos una vez a la semana, en la misma fecha y en la misma ubicación donde se han tomado las medidas de humedad de los suelos. Si su colegio no está haciendo la medición de humedad de los suelos, mida la temperatura de los suelos dentro de los 10 m en torno del Sitio de Estudio de la Atmósfera, siguiendo la estrategia de muestreo aplicado a la temperatura que consta en *Recolección con un Patrón Estrella*. Las mediciones semanales de temperatura deberán tomarse a una hora del mediodía local. Cada tres meses, preferentemente en marzo, junio, septiembre y diciembre, realice mediciones de temperatura cada dos a tres horas, durante el día, en dos días consecutivos, a fin de determinar la variación de temperaturas diurnas que se dan en el lugar elegido.

Mida la infiltración de los suelos tres veces durante el curso de su investigación anual de humedad de los suelos, idealmente a comienzos, mitad y final del período de observación, y en el mismo día en que realice el muestreo de humedad de los suelos. Si usted mide la humedad de los suelos mensualmente, mida la infiltración por estación.

### Estrategias de Muestreo y Arreglo del Sitio

Figura SU-P-10: Patrón "Estrella" para el Muestreo



### Materiales y Herramientas

Cuadernos de Ciencias GLOBE y lápices  
Brújula y cinta métrica de 50 metros  
Regla de 25 cm, vara de medición  
Bailejo

### Recolección de muestras según el Patrón Estrella (6 recipientes)

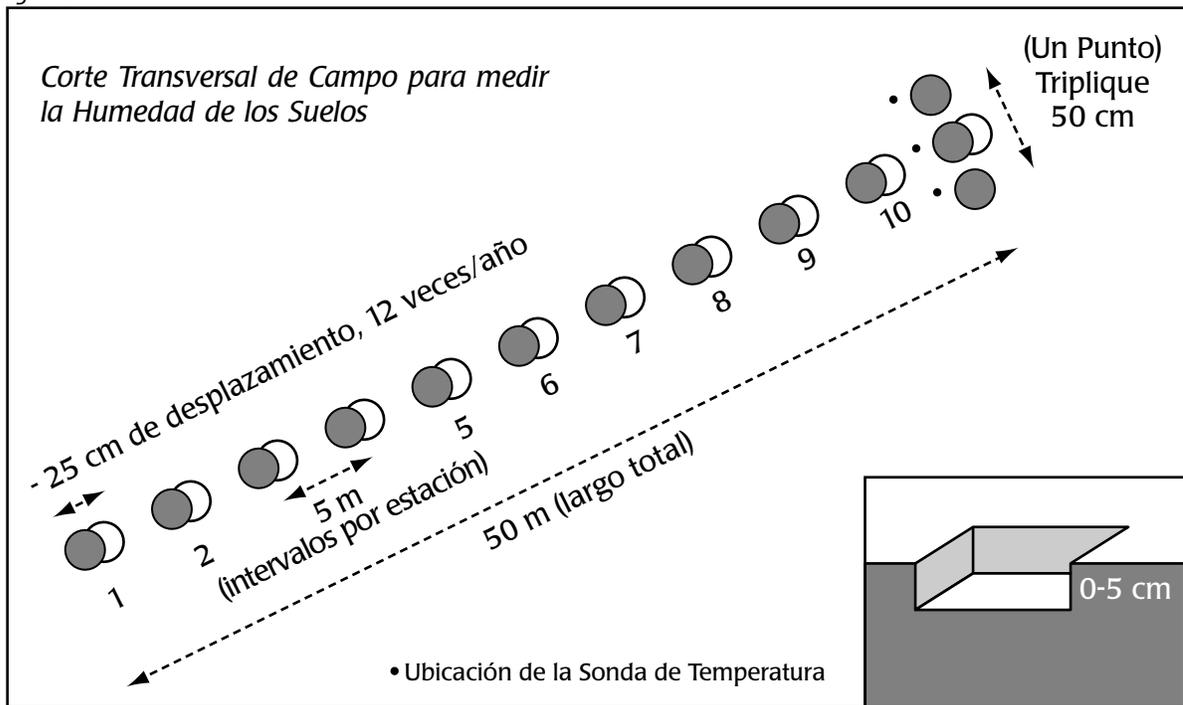
Las medidas se toman siguiendo un patrón en forma de estrella, debiendo las muestras ser recogidas cada vez en diferentes puntos de la estrella. Las muestras de humedad de los suelos provendrán de una profundidad de 0 a 5 cm y a una profundidad de 10cm. Se deben adquirir tres muestras cada vez (1 muestra primaria y 2 adicionales dentro de 25 cm) para fines de control de calidad. Tome tres mediciones de temperatura de los suelos a profundidades de 5 cm y 10 cm, dentro de los 25 cm adyacentes con respecto a punto de muestreo, ciñéndose al *Protocolo de Temperatura de los Suelos*.

Trace una estrella simple de dos metros de diámetro, empleando una vara de medición y brújula para ubicar cuatro puntos, aproximadamente un metro hacia el norte, sur, este y oeste desde una marcación central de referencia. Ubique cuatro puntos más a medio camino entre dichos puntos, a lo largo de un círculo imaginario que conecte dichos puntos. Ahora tiene ocho puntos en su estrella. Cuatro puntos más deberán ubicarse a 25 cm desde la marcación de referencia a lo largo de las líneas que corren norte-sur, este-oeste. Cada año, elija una nueva marcación de referencia dentro de los diez metros de la estrella del año previo y repita el patrón. Deberá tomar menos de diez minutos recoger las seis muestras de humedad de los suelos, empleando para ello un bailejo.

### Recolección a lo largo de un Corte Transversal (13 recipientes, cinta métrica de 50 m o cuerda marcada cada 5 m)

Los estudiantes que tengan acceso a un campo natural abierto deben recibir incentivos para hagan mediciones a lo largo del corte transversal. Las muestras de suelos provendrán de los 5 cm superiores de capa. Cada vez habrá necesidad de adquirir trece muestras, diez muestras regulares a lo largo del corte transversal y una muestra por triplicado (1 muestra a lo largo del corte transversal más 2 muestras adicionales dentro de los 25 cm adyacentes con respecto a la primera) para fines de control de calidad.

Figura SU-P-11



Organice su corte transversal a lo largo de una línea recta de 50 metros a través de una zona abierta, dentro de 100 m de un medidor de lluvias, si es posible. Mida la humedad de los suelos cada 5 metros a lo largo de esta línea. Coloque un banderín de marcación permanente a los extremos del corte transversal. Emplee para ello un cordel con nudos o una cinta métrica para ubicar estos puntos de muestreo. La orientación carece de importancia, pero sírvase registrar en la Hoja de Trabajo del Sitio de Estudio cuál fue la orientación a manera de comentario y repórtela como parte de la Hoja de Ingresos de Datos de Definición del Sitio de Estudio. La próxima vez que realice un muestreo del corte transversal, desplace cada uno de sus puntos de recolección de datos unos 25 cm para evitar el área perturbada previamente. Podría tomar una hora hacer la distribución y muestreo de un corte transversal, especialmente si es que los estudiantes comparten equipos y se encuentran observando otras

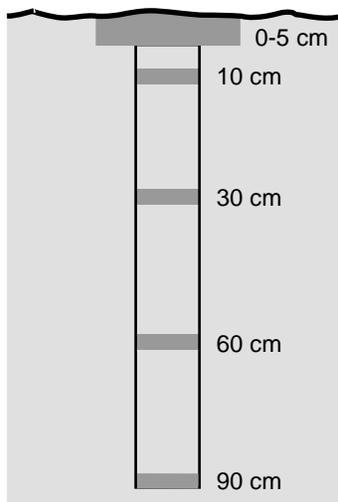


Figura SU-P-12

características de la superficie y los suelos.

#### **Recolección a Diferentes Profundidades (5 recipientes, barrena)**

Los estudiantes hacen mediciones siguiendo un patrón estrella y recogiendo muestras cada vez en diferentes lugares dentro de la estrella. Las muestras de todas las cinco profundidades serán recogidas del mismo orificio. Use un bailejo para tomar una muestra de los 5 cm superiores y una sonda para tomar muestras a las cuatro diferentes profundidades (10, 30, 60, 90 cm). A diferencia de las dos anteriores estrategias de muestreo que se han diseñado estrictamente para zonas abiertas, esta puede realizarse a campo abierto o bajo follaje, dependiendo de cuáles sean las comparaciones de datos que se quieran hacer (por ejemplo, comparación de la humedad de los suelos con respecto a evaporación o a crecimiento de los árboles). Trace un patrón estrella según se describe con anterioridad para ubicar los orificios de muestreo en torno a una marcación central de referencia. Si su sonda encuentra una obstrucción, desplácese 25 cm y vuelva a tratar. Dependiendo de las condiciones, el hacer un orificio de 90 cm de profundidad con el uso de la barrena y tomar la muestra podría durar 30 minutos.

Los estudiantes avanzados en zonas donde los suelos no son fuertemente ácidos deberán ser incentivados para considerar la realización del *Protocolo Opcional del Bloque de Yeso de Humedad de Suelos*.

# Protocolo de Humedad Gravimétrica de los Suelos



## **Propósito**

Medir el contenido de agua de los suelos

## **Visión General**

Se recogen muestras de humedad de los suelos siguiendo una de tres estrategias de muestreo. En cada caso existen tres pasos básicos:

1. recolección de muestras de suelos
2. pesaje, secado y nuevo pesaje de las muestras de suelos
3. presentación de datos

## **Tiempo**

Hasta 15 minutos para recoger cada muestra, 15 minutos para realizar el primer pesaje, 15 minutos para realizar el segundo pesaje, las muestras se secan en el horno durante la noche.

## **Frecuencia**

Doce veces al año, a intervalos regulares (semanales a mensuales)

## **Nivel**

Todos

## **Conceptos Claves**

- Los suelos mantienen humedad
- La humedad de los suelos aumenta luego de la precipitación y la magnitud de este incremento depende de muchos factores
- La humedad de los suelos disminuye bajo condiciones secas, asoleadas y la tasa de secado de los suelos también depende de muchos factores

## **Destrezas**

- Muestreo* de los suelos
- Utilización* de una balanza
- Registro* de datos

## **Materiales y Herramientas**

- Cuadernos de Ciencias GLOBE y lápices
- Hoja de Trabajo de Datos relativos a la Humedad de los Suelos (Patrón Estrella o Corte Transversal)
- Bailejo o barrena apropiado
- De 5 a 13 recipientes para tierra (latas para muestras de suelos, pequeños frascos con tapas que ajusten bien, etc.)
- Cinta adhesiva y bolígrafos con los cuales anotar las etiquetas en las latas de muestras
- Horno de secado para suelos
- Termómetro (capaz de medir hasta 110°C)
- Balanza o pesa con sensibilidad de hasta 0,1 g
- Agarraderas o guantes para retirar las latas de tierra de los hornos
- Vara de medición

## **Preparación**

- Ubicar el sitio para realizar la medición de humedad de los suelos
- Decidir respecto a la frecuencia y estrategia para el muestreo
- Montaje de los materiales necesarios

## **Prerequisitos**

Resulta útil contar con un pluviómetro cerca o haber cumplido con los *Protocolos de Caracterización de los Suelos* que forman parte de su Sitio de Estudio de Humedad de los Suelos.



## **Cómo Recoger las Muestras de Humedad de los Suelos**

### **Preparación para la Recolección de Muestras**

1. Revisión de procedimientos, estrategia de muestreo en el sitio y su arreglo
2. Marque cada lata con un número específico de identificación
3. Registre la ubicación del sitio y su descripción.
4. Ubique el punto de muestreo.

### **Procedimientos para el Muestreo con un Patrón Estrella y el Muestreo del Corte Transversal**

1. Tome nota del tipo de vegetación superficial. ¿Se trata de hierba corta (<10 cm), hierba larga o tierra desnuda? Raspe o desyerbe el sitio. Anote si es que hay árboles sobre el sitio o cerca del mismo.
2. Cave un hueco de 10 cm de diámetro, de hasta 5 cm de profundidad. Deje suelta la tierra en el orificio.
3. Busque y retire piedras o grava de tamaños mayores a los de una arveja (alrededor de 5 mm) y deshágase de lombrices, gusanos u otros animales.
4. Llene los recipientes hasta 3/4, con aproximadamente 100g de tierra.
5. Enumere el recipiente y registre la fecha, hora, profundidad y número de lata en su Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos.  
Para cortes transversales, sátese hasta el Paso 9.
6. Remueva la tierra hasta una profundidad de aproximadamente 8 cm.
7. Cave la tierra del hueco unos 4 cm adicionales, dejando dicha tierra en el hueco.
8. Repita los pasos 3, 4 y 5 para esta capa de suelo de 4 cm de profundidad.
9. Cuidadosamente vuelva a colocar la tierra restante en el hueco.
10. Selle el recipiente y almacénelo lejos del calor o sol para transportarlo de vuelta hacia el laboratorio o aula.
11. Tome una medición de la temperatura de los suelos a intervalos de 25 cm entre uno y otro punto de muestreo, a

profundidades de 5 y 10cm, siguiendo para ello el *Protocolo de Temperatura de los Suelos*

### **Procedimientos para Muestreo Profundo**

1. Tome una muestra de los 5 cm superiores del suelo, siguiendo los Pasos 1 a 5, según consta en el *Muestreo de Corte Transversal o de Patrón Estrella*
2. Sondee un hueco hasta llegar casi a la primera profundidad que se desea alcanzar (10cm)
3. Utilice la sonda para obtener una muestra de suelos de alrededor de 100g
4. Recoja la muestra de suelos en torno a la profundidad meta
5. Busque y retire cualquier roca o piedrecillas mayores al tamaño de una arveja (alrededor de 5 mm) que pudieran existir, así como gusanos, lombrices u otros animales
6. Llene un recipiente de tierra hasta 3/4 (alrededor de 100 g)
7. Enumere el recipiente y registre la fecha, hora, profundidad y número del recipiente en su hoja de datos
8. Selle el recipiente y almacénelo lejos del calor o del sol
9. Repita los pasos 1-8 para cada profundidad (30, 60, 90 cm) empleando para ello el mismo orificio
10. Cuidadosamente devuelva la tierra restante al hueco
11. Tome tres mediciones de temperatura de los suelos, a profundidades de 5 cm y 10 cm, dentro de un cerco de 25 cm con respecto al punto de muestreo

### **Cómo Pesar y Secar las Muestras**

#### **Preparación para el Pesaje y Secado de Muestras**

1. Precaliente el horno
2. Calibre la balanza con una pesa estándar para cerciorarse de su exactitud
3. Registre el peso de la tasa hasta el 0,1 g más cercano en su Cuaderno de Ciencias GLOBE. El peso debe estar dentro de los 0,25 g con respecto a la tasa registrada anteriormente



### Procedimiento para el Pesaje y Secado

1. Retire cualquier cinta adhesiva de la lata que contenga la muestra de suelo y destape la muestra
2. Pese el recipiente en el que se ha recogido la tierra. Este sería el *peso en mojado*
3. Registre en su Hoja de Trabajo de Datos de Humedad del Suelo la fecha y hora en que se recogió la muestra, el número de recipiente y el peso en mojado, hasta el 0,1 g más cercano
4. Seque la tierra colocando la lata sin tapa en un horno de secado, empleando para ello las siguientes condiciones mínimas:  
Horno de deshidratación bien ventilado, 95° a 105° C, 10 horas,  
Horno de deshidratación, 75° a 95° C, 24 horas  
Horno de microondas alto poder, solo un recipiente que es seguro en el horno de microondas, repetido a intervalos de 5 minutos hasta que la muestra no cambie de peso en 0,25 g entre uno y otro intervalo
5. Retire la lata del horno con una agarradera o guante. Déjela enfriar durante cinco minutos
6. Vuelva a pesar el recipiente en el que se ha recogido la tierra con la muestra, para obtener el *peso en seco*  
**Nota:** Si es que tiene preocupación porque una muestra no está totalmente seca, retírela del horno, pésela y vuelva a colocarla en el horno durante 10 horas. Si el peso no ha disminuido en 0,25 g., entonces está seca
7. Registre el tiempo de secado, el tipo de horno secado y el peso en seco al 0,1 g más cercano. Calcule el peso del agua restando el peso en seco del peso en mojado. Este registro debe hacerlo en la Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos. Vacíe la tierra de cada recipiente y limpie la lata con una toalla de papel limpia
8. Pese el recipiente seco y vacío en que se ha recogido la muestra para determinar el peso del recipiente
9. En su Hoja de Trabajo de Datos de

Humedad de los Suelos, registre el peso del recipiente al 0,1 g más cercano, y calcule el peso de la tierra en seco, restando el peso del recipiente del peso en seco

10. Calcule el Contenido de Agua del Suelo dividiendo el peso del agua para el peso de la tierra en seco, y registre sus resultados en la Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos
11. Repita los pasos 1 a 11 para cada muestra de suelos.

### Presentación de Datos

Reporte la siguiente información al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE:

- Fecha y hora del muestreo
- Número de recipiente
- Profundidad (en centímetros)
- Peso en mojado (en gramos)
- Peso en seco (en gramos)
- Peso del recipiente (vacío, en gramos)
- Método de secado (elija uno entre: horno de 95 a 105° C, horno de 75-95° C, Microondas)
- Tiempo promedio de secado (en horas y/o minutos)
- Condiciones actuales: ¿Está saturada la tierra? (elija una de dos opciones, SI ó NO)
- Intervalos de estación en su corte transversal, si es que se ha utilizado tal opción

Los estudiantes pueden calcular el contenido de agua en el suelo (SWC) según se define a continuación, o permita que el Servidor de Datos del Estudiante GLOBE realice este cálculo. El efectuar este cálculo y registrarlo en la Hoja de Ingreso de Datos resulta útil a manera de verificación del control de calidad. Si el SWC calculado por los estudiantes difiere de aquel calculado por GLOBE en más del 1% del valor, aparecerá un mensaje de advertencia. En este caso, los estudiantes deberán cerciorarse de que los pesos ingresados están correctos y verificar sus cálculos.

Además, sírvase ingresar la siguiente información, empleando para ello una Hoja de Ingresos de Datos correspondiente al Sitio de Estudio de



#### Definición de Humedad de los Suelos:

- Ubicación GPS del Sitio de Estudio (el centro de la estrella, orificio del bloque de yeso o marcación de referencia en cualquiera de los extremos del corte transversal)
- Distancias y direcciones con respecto a otros sitios relacionados (pluviómetro, máximos y mínimos de termómetro, ubicación más cercana de muestreo para caracterización de los suelos)
- ¿Cómo describiría la superficie de su sitio? Elija una: natural, arada (cultivada) mejorada, suelos de relleno, suelos compactados, o alguna otra opción (otro)
- ¿Cómo caracterizaría a la vegetación superficial? Elija una. Principalmente: suelo desnudo, hierbas cortas (<10cm) o pasto largo (>10 cm)
- ¿Cómo describiría la cubierta de follaje? Elija una: Abierta, Algunos árboles a una distancia de 30 m ó Follaje cubriendo el sitio (responda esta pregunta suponiendo las condiciones dadas durante la época de crecimiento)
- Clasificación de los suelos (empleado la Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos para obtener estos datos)
- Describa y reporte tantas características del suelo como le sea posible, siguiendo para ello los protocolos contenidos en la *Primera Parte* de esta investigación.
- Clasificación de la Cobertura Terrestre Clasifique su Sitio de Estudio con respecto a la Humedad del Suelo según consta en las instrucciones del *Protocolo del Sistema MUC* y reporte el código MUC bajo el Nivel 4, así como el nombre de la cobertura terrestre correspondiente.



# Protocolo Opcional de Bloques de Yeso para la Humedad del Suelo



## **Propósito**

Medir el contenido de agua del suelo basándose en la resistencia eléctrica de los bloques de yeso

## **Visión General**

El Protocolo de Bloques de Yeso consiste de :

1. instalación de los bloques de yeso a 10, 30, 60 y 90 cm de profundidad
2. lectura del medidor de humedad del suelo
3. calibración de los bloques de yeso
4. creación de una curva de calibración

## **Tiempo**

10 minutos por día

Se necesita una calibración adicional para el Protocolo de Humedad Gravimétrica del Suelo para la profundidad de 30 cm, aproximadamente 20 veces durante seis a ocho semanas.

## **Nivel**

Avanzados

## **Frecuencia**

Diariamente

La reinstalación y calibración de los bloques de yeso se debe hacer anualmente

## **Conceptos Claves**

La resistencia eléctrica de los bloques de yeso está relacionada con la humedad del suelo y es una función de su humedad.

Las condiciones locales afectan la saturación de los bloques de yeso y requiere que se los calibre.

La humedad del suelo aumenta con la precipitación.

La cantidad de incremento en la humedad del suelo depende de varios factores.

La humedad del suelo se disminuye en días

secos y soleados.

La tasa en la que se seca el suelo depende de varios factores.

## **Destrezas**

*Muestreo del suelo*

*Utilización de la balanza*

*Utilización del medidor de humedad del suelo*

*Registro de datos*

## **Materiales y Herramientas**

Barrena

Metro de madera

Cuatro bloques de yeso

Cuatro tubos PVC de 10 cm de largo x 7,6 cm de diámetro o latas delgadas para sostener los alambres en la superficie

Dos cubetas 4 l para sostener y mezclar el suelo

Agua para hacer bolas de lodo (1 l)

Un tubo PVC guía de 1 m x 2 cm

Palos para el suelo (Ej., una vieja escoba de mano)

Cuadernos de Ciencias GLOBE y lápices

Medidor de Humedad del Suelo

Papel milimetrado

Calculadora

Materiales para el *Protocolo Gravimétrico de Humedad del Suelo*

## **Preparación**

Ubicar el sitio de humedad del suelo.

Determinar y reportar los metadatos del sitio de humedad del suelo.

Recolectar los materiales y herramientas.

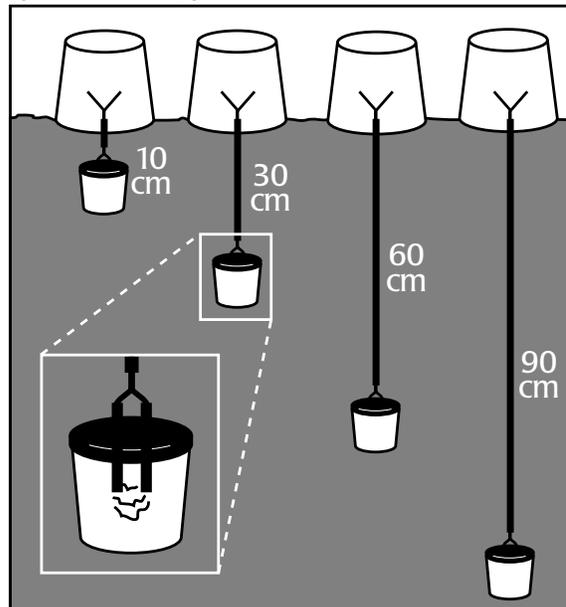
## **Prerequisitos**

Es muy útil tener el pluviómetro cerca y haber realizado los Protocolos de Caracterización del Suelo en el Sitio de Estudio de la Humedad del Suelo.

## Instalación de los Bloques de Yeso

1. Coloque los bloques de yeso en un recipiente con agua y déjelos mojarse por 5 minutos.
2. Cave un hoyo con la barrena a la profundidad adecuada para cada sensor de bloque de yeso (10, 30, 60 y 90 cm). Una barrena para suelo funciona al igual que un sacacorchos; simplemente, apóyese en el mango a medida que le da las vueltas. Es mejor retirar la herramienta del hoyo después de cada vuelta de 360° y quitar la tierra. Si se llena demasiado será difícil retirar el suelo. Coloque la tierra extraída en un cubo grande para mantener el lugar limpio. Los cuatro hoyos se deben cavar uno junto a otro para reducir una posible confusión a la hora de tomar las lecturas y registrar la información.
3. Ponga dos puñados grandes de la tierra extraída del hoyo en un cubo pequeño en un contenedor similar. Añada un poco de agua y mezcle hasta crear una bola de lodo, la cual debe permanecer junta. Elimine las piedras.
4. Deje esta bola de lodo en el fondo del hoyo, pero asegúrese de que, en efecto, llega hasta allá.
5. Coloque el extremo del alambre de uno de los sensores a través del tubo guía de PVC.
6. Tome el extremo del alambre y tire del sensor hasta que tope con fuerza al tubo. Descienda el sensor dentro del hoyo mientras lo sujeta firme contra el tubo. Sujetando fuertemente el alambre por el otro extremo del tubo, empuje este último suavemente hasta dejar al sensor sobre el lodo que está al fondo del hoyo.  
**Nota:** Dado que resulta difícil compactar suelo alrededor del sensor, el propósito del lodo es establecer un buen contacto entre éste y las partículas del suelo.
7. Mantenga el sensor en el sitio con el tubo mientras procede a rellenar el hoyo. Añada solamente unos pocos puñados de tierra y golpéelo suavemente con el palo de escoba o algo similar. Luego añada otro poco de suelo y vaya retirando el tubo a la vez que va golpeando la tierra. Continúe con unos cuantos puñados más a la vez, golpeando firmemente mientras rellena el hoyo. Sostenga la punta del alambre conforme va llenando el agujero para que pueda llegar recto hasta la superficie.
8. Coloque un trozo pequeño (entre 10 y 20 cm de longitud) de tubo PVC, lata o envase metálico de café (sin las tapas), alrededor del

Figura SU-P-3: Configuración de los Bloques de Yeso Instalados



alambre, en la superficie, para protegerlo y hacerlo más visible para cualquier persona que pueda transitar por los alrededores.

8.1. En primer lugar, ponga una etiqueta sobre el tubo o lata que marque la profundidad correcta del sensor.

8.2. Coloque el alambre a través del tubo o lata y hunda este último entre 2-5 cm en el suelo para mantenerlo en su lugar. No corte el alambre, sino que debe enrollarlo suelto y por fuera de la tierra y colocarlo dentro del tubo o tarro para mantenerlo fuera del camino entre una medición y otra.

8.3. Una lata pequeña (de cualquier alimento enlatado) se debe colocar al revés sobre el extremo del tubo de PVC para que no le entre agua lluvia.

9. Repita los pasos anteriores para cada sensor. Después de que haga la instalación deje que pase una semana antes de reportar los datos. Los sensores requerirán aproximadamente de una semana para asentarse antes de que podamos considerar válidas las mediciones. Los extremos del alambre son frágiles, especialmente en el punto donde se conectan con el medidor. Si el extremo del alambre que está en el bloque de yeso se rompe, descubra la parte plástica del alambre y vuelva a conectarlos. Es importante contar con suficiente alambre por fuera de la tierra para cuando se presenten estos casos.

## Lectura de Medidor de Humedad del Suelo

¡Felicitaciones! Usted ha instalado sus bloques de yeso. Debe dejar que pase al menos una semana antes de empezar a recoger los datos que deberá informar al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE. Luego de ello, monitoree sus bloques de yeso a diario para controlar las variaciones de humedad del suelo. Esta es la parte fácil y divertida de esta investigación.

### Preparación

Pruebe el medidor de humedad del suelo para asegurarse de que funciona correctamente, según las instrucciones del fabricante. Repita este paso antes de usarlo cada vez.

### Cómo Tomar una Lectura de la Humedad del Suelo

1. Obtenga la lectura de cada bloque de yeso:
  - 1.1. Conectar el medidor de humedad del suelo a los extremos pelados del alambre del bloque de yeso colocado a una profundidad de 10 cm
  - 1.2. Presionar el botón READ (leer) y esperar a que el medidor alcance un valor constante, el cual no debe ser negativo
  - 1.3. Registrar la fecha, hora, las condiciones actuales del suelo (CC's) y la lectura del medidor de humedad del suelo en la Hoja de Trabajo de Datos Diarios de los Bloques de Yeso, bajo la columna de la profundidad correspondiente
  - 1.4. Desconectar el medidor y guardar el alambre
  - 1.5. Vuelva a cubrir el tubo de PVC
  - 1.6. Repetir los pasos de 1,1 a 1,5 para cada uno de los bloques restantes (30, 60, 90 cm)
2. Reporte todas las cuatro lecturas obtenidas con el medidor al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE
3. Convierta cada una de las lecturas del medidor a contenido de agua del suelo utilizando los cuadros de calibración

### Cómo Utilizar la Hoja de Trabajo de Datos Diarios de los Bloques de Yeso

En la columna del extremo izquierdo hay números del 1 al 0. Por favor cuente sus mediciones siguiendo una secuencia, añadiendo un dígito de decenas a medida que se van acumulando los datos. De esta manera otra persona podrá revisar sus hojas de datos para comprobar si falta algo. También hay espacio para que usted grafique los datos de campo a medida

que los va recopilando. Lo normal es esperar transiciones graduales, salvo si ocurre un incremento rápido de la humedad del suelo después de una lluvia.

### Calibración de los Bloques de Yeso

Los bloques de yeso deben calibrarse para que la lectura que usted obtenga con el medidor pueda relacionarse con el contenido de agua del suelo (CAS). Este proceso puede tomar entre 6 y 8 semanas, según el tiempo que le tome a su suelo completar el proceso de secado. En lugar de calibrar sus bloques de yeso en cada una de las profundidades, hemos adoptado la política de basar cada calibración en las observaciones realizadas con el sensor de 30 cm. Técnicamente se está asumiendo que los bloques de yeso son idénticos. Los pasos que describimos a continuación se pueden completar en 30 minutos. Se pueden calibrar los bloques de yeso a profundidades de 10, 60 y 90 cm utilizando el mismo procedimiento si lo desea.

### Qué Hacer y Cómo Hacerlo

1. Tome la lectura del medidor de suelos del sensor del bloque de yeso de 30 cm.
2. Elija al azar un lugar dentro de los 5 m del hoyo del bloque de yeso.
3. Limpie los despojos de la superficie.
4. Perfore con la barrena 30 cm y recoja 100 g de muestra del centro a esta profundidad. Coloque la muestra en un recipiente y enumérela.
5. Vuelva a llenar el hoyo y coloque nuevamente la cobertura de la superficie.
6. Registre la fecha, hora, profundidad y número del contenedor.
7. Siga las instrucciones de *Peso y Secado de las Muestras*, que encontrará en el *Protocolo Gravimétrico de Humedad del Suelo*; tome notas de su método de secado y calcule el promedio del tiempo de secado.
8. Registre en la Hoja de Trabajo de Calibración de Datos Anuales de los Bloques de Yeso, la fecha y la hora de su medición, los pesos de los contenedores mojados y secos y la lectura de la humedad del suelo que usted obtuvo. También hay espacio para calcular el contenido de agua del suelo (CAS).
9. Repita los pasos del 1 al 8 unas veinte veces, a medida que el suelo va completando uno o dos ciclos de secado. Espere hasta que cambie la lectura de su medidor en un 5% antes de recoger otra muestra gravimétrica.



Vuelva a instalar y a calibrar los bloques de yeso una vez al año.

## Creación de una Curva de Calibración

### Cómo trazar una curva de calibración

1. Complete la Hoja de Trabajo de Calibración de los Datos Anuales de los Bloques de Yeso, utilizando la siguiente fórmula para calcular los valores del contenido de agua del suelo (CAS) en cada fila de la hoja de trabajo.

$$\text{CAS} = \frac{(\text{peso mojado} - \text{peso seco})}{(\text{peso seco} - \text{peso de lata})} \times 100$$

Recuerde que:

$$\text{peso mojado} = \text{suelo mojado} + \text{lata}$$

$$\text{peso seco} = \text{suelo seco} + \text{lata}$$

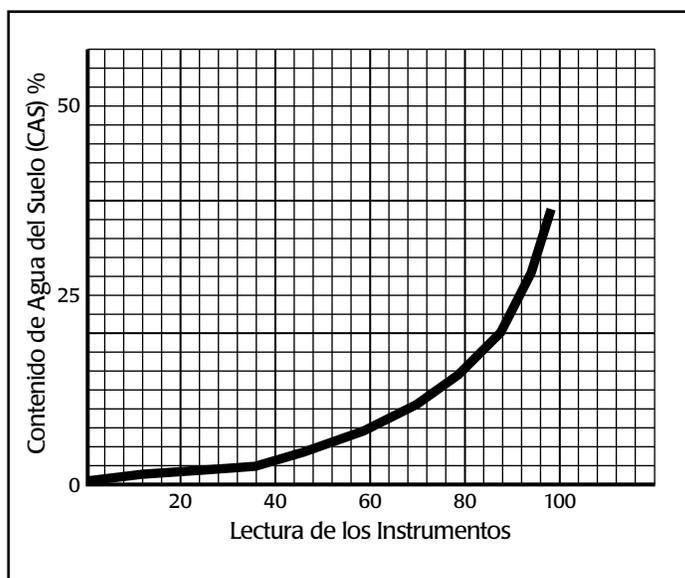
2. Elabore un gráfico en el que usted pueda trazar todos los datos sobre el contenido del agua del suelo en el eje de la Y, y todas las lecturas del medidor de la humedad del suelo en el eje de la X. Dibuje o calcule la *curva cuadrática que más convenga* con los pares de datos que deberían abarcar un amplio rango de humedad del suelo. Esta será su curva de calibración, la cual utilizará para convertir otras lecturas al contenido de agua del suelo.

Si tiene alguna pregunta acerca de cómo elaborar su curva de calibración o si necesita ayuda, el investigador principal de la Investigación de la Humedad del Suelo con gusto responderá a sus inquietudes. Puede ponerse en contacto con él dirigiéndose a las direcciones que constan en la *Sección de Bienvenida*.

Cuando haya terminado de calcular su curva de calibración, por favor envíe, por correo normal o por correo electrónico, una copia de la curva y de la Hoja de Trabajo de Calibración de los Datos del Protocolo Opcional de Bloques de Yeso al Archivo de Datos del Estudiantes GLOBE a la dirección mencionada en la *Guía de Implementación*.

En el transcurso del año, si obtiene lecturas tanto mayores como menores de las que constan en su hoja de datos, tome una muestra gravimétrica y utilice los valores que midió con esta muestra para poder extender su curva de calibración. Envíe una copia de su curva de calibración revisada y la Hoja ampliada de Trabajo de Calibración de los Datos de Bloques de Yeso al Archivo de Datos del Estudiante GLOBE.

Figura SU-P-14: Ejemplo de una Curva de Calibración del Bloque de Yeso



### 30 cm

Fecha	Lectura	CAS
2/4/97	42	7
2/25/97	17	3
3/6/97	96	35
3/8/97	91	25
3/18/97	70	14



# Protocolo de Infiltración



## **Propósito**

Determinar la proporción en que el agua penetra en la tierra, en función del tiempo

## **Visión General**

Dos latas que encaja una dentro de la otra, se colocan en la tierra y se añade agua a ambas hasta una profundidad de por lo menos 5 cm. El tiempo que le toma al agua infiltrarse a una distancia fija de 2-4 cm se registra y la medición se repite. La infiltración mide cuán fácilmente el agua se mueve verticalmente a través de la tierra y esto puede ser indicativo de cuán proclive es la zona a las inundaciones.

## **Tiempo**

Un período de clase para construir y comprobar el infiltrómetro de doble-anillo.

45 minutos o un período de clases para las mediciones

Este protocolo puede cumplirse mientras las muestras se recogen para la prueba de la *Humedad Gravimétrica de los Suelos*.

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

Tres o cuatro veces al año en el Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos

Una vez en el Sitio de Muestreo de la Caracterización de los Suelos

En todos los casos, deben tomarse tres series de mediciones dentro de un radio de 5 m

## **Conceptos Claves**

La tasa de infiltración cambia, dependiendo del nivel de saturación de los suelos.

Si el agua no se almacena en la tierra, deberá evaporarse o escurrirse o formar depósitos sobre la superficie durante algún tiempo.

## **Destrezas**

*Construcción* de un infiltrómetro

*Comprobación*

*Organización*

*Observación*

*Seguimiento* en intervalos de tiempo

*Registro* de Datos

*Análisis* de Datos

## **Materiales y Herramientas**

Dos anillos de metal, siendo el más pequeño de un diámetro de 10-20 cm y el otro de un diámetro de 5-10 cm más (se pueden utilizar latas de café)

Baldes u otros recipientes para transportar un total de por lo menos 8 litros de agua hacia el lugar

Regla

Marcador a prueba de agua

Cronómetro o reloj con segundero

Bloque de madera

Martillo

Tres recipientes para muestras de tierra adecuados para medición de la humedad de los suelos

Podadora de hierbas

Embudo

## **Prerequisitos**

Ninguno



## Antecedentes

La tasa de infiltración se determina midiendo el tiempo que toma para que el nivel del agua que se deposita sobre el suelo penetre una cierta distancia. Esta tasa cambia con el tiempo, a medida que los poros de la tierra se llenan con agua y alcanza una tasa fija, característica del flujo de agua a través de su tierra cuando está saturada. Existen tres regímenes de flujo que podría encontrar:

**Flujo No Saturado.** La tasa inicial del flujo es alta a medida que los poros de la tierra se llenan de agua.

**Flujo Saturado.** La tasa del flujo es estable y el agua penetra en la tierra a una tasa determinada por la textura y estructura de los suelos.

**Estancamiento.** La tasa del flujo se acerca a cero cuando la tierra está totalmente saturada y ya no está en capacidad de conducir agua a través de sus poros.

## Preparación

### Selección de sitio

Seleccione un lugar dentro de los 2-5 m de radio del Sitio de Estudio de la Humedad de los Suelos, o del sitio elegido para un Muestreo de Caracterización de los Suelos. Cuide de no dejar una manguera abierta donde el agua fluya hacia los puntos de muestreo de la humedad del suelo.

### Construya un Infiltrómetro de Doble Anillo

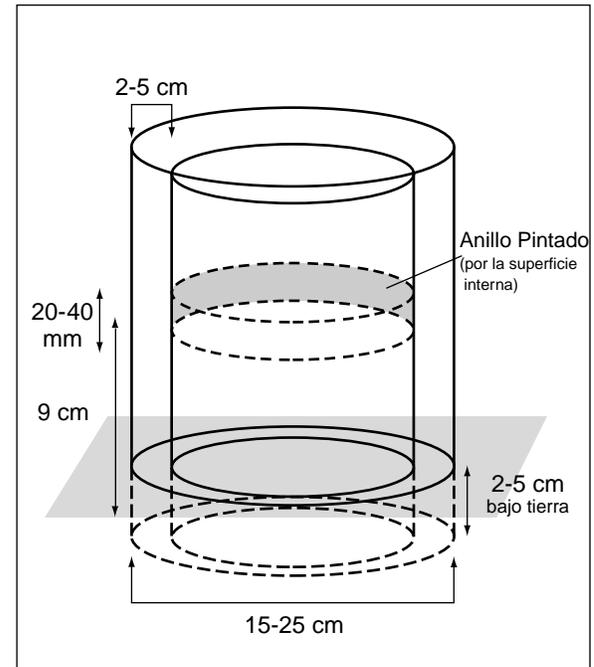
Corte la base de las latas.

Utilice un marcador indeleble, a prueba de agua, o pintura, para pintar parcialmente un anillo por la parte de adentro de la lata más pequeña, que se utilizará como marcación de referencia para el tiempo. El ancho de la banda o anillo deberá corresponder a 20-40 mm y centrarse aproximadamente 9 cm del fondo de la lata. Muchas latas tienen ranuras que se convierten en buenas marcas de referencia pero sigue siendo necesario marcarlas para obtener buena visibilidad.

Mida y registre el ancho de su banda de referencia (en mm)

Mida y registre los anchos de sus anillos interiores y exteriores (en cm)

Figura SU-P-15: Infiltrómetro de Doble Anillo



## Tiempo

Puede utilizar un cronómetro o un reloj con segundero para tomar el tiempo en el que el flujo de agua penetra en la tierra. Cuando se emplea un cronómetro, comience su activación al momento en que se vierte el agua en el anillo interno y lea el tiempo que transcurre desde cada inicio y finalización.

## Práctica

Permita que los estudiantes practiquen este protocolo, incluyendo el tiempo que emplean, de manera que se sientan cómodos al realizar las mediciones en el lugar donde tienen fácil acceso al agua y en un momento en que pueden iniciar y no tienen que terminar toda una serie de mediciones que toman 45 minutos. Si los estudiantes practican en un sitio arenoso, los intervalos de tiempo de infiltración serán más cortos y obtendrán mayores oportunidades de realizar mediciones.

## Cómo Medir la Infiltración

1. Recorte cualquier vegetación (hierba) a nivel de la superficie y retire toda la cubierta orgánica suelta dentro de un área un poquito más grande que la de la lata más grande que vaya a utilizar. Intente



- no alterar el suelo.
2. Haga girar las latas hasta enterrarlas de 2 a 5 cm en el suelo, comenzando con la lata más pequeña. Se puede utilizar un martillo para embutir la lata en la tierra. Si utiliza un martillo debe emplear una tabla de madera encima de la lata para distribuir la fuerza de los martillazos. No martille tan fuerte para evitar que la lata se tuerza.
  3. Mida la altura sobre el nivel del piso y al tope de la marca hecha dentro de la lata más pequeña.
  4. Tan pronto como sea posible, haga lo siguiente, utilizando un equipo de 4 estudiantes:
    - 4.1. Vierta agua en ambos aros y mantengan en el otro aro un nivel aproximadamente igual al nivel en el aro interior. Note que el nivel del agua en el aro exterior tiende a permear más rápidamente que el agua del aro interior.
    - 4.2. Vierta agua en el aro interior, apenas por sobre la marca de referencia.
    - 4.3. Inicie el cronometraje o anote el tiempo del segundero y regístrelo en la Hoja de Trabajo de Datos de Infiltración.

**Nota:** El anillo exterior no deberá estar filtrando agua hacia la superficie sobre el filo. Si así sucede, vuelva a empezar utilizando otro lugar, meta el anillo exterior más adentro en la tierra, o coloque lodo alrededor de su base.
  5. A medida que el nivel del agua en el aro interior alcanza la marca de referencia superior, registre el tiempo que ha transcurrido desde que comenzó.
  6. Durante el intervalo de tiempo, mantenga el nivel de agua en el aro exterior aproximadamente igual al nivel del aro interior, pero con cuidado para que no vierta agua en el anillo interior (el uso de un embudo puede ayudar a evitarlo), no permita que ninguno de los dos aros se seque.
  7. A medida que el nivel de agua de la lata interna alcanza la marca de referencia inferior:

- 7.1. Registre el tiempo al terminar la operación.
- 7.2. Calcule el intervalo tomando la diferencia entre el inicio y el final.
- 7.3. Vierta agua en el anillo interior justo por sobre la marca de referencia superior. Eleve el nivel de agua del anillo exterior de manera que se encuentren aproximadamente iguales.
8. Continúe repitiendo los pasos 5-7 durante 45 minutos o hasta que los dos intervalos consecutivos de tiempo correspondan a 10 segundos entre uno y otro.
9. Algunas arcillas y suelos compactos pronto serán impermeables a la infiltración de agua y el nivel del agua ya no disminuirá para nada dentro de un período de 45 minutos. En ese caso, registre la profundidad del cambio del agua, aproximándose al milímetro más cercano. Registre el tiempo en el que suspendió sus observaciones como el momento final. La medición de infiltración consistirá de un solo intervalo de datos.
10. Retire los aros. ESPERE CINCO MINUTOS.
11. Mida la humedad de la tierra que está próxima a la superficie (0-5 cm de profundidad) desde el momento en que usted terminó de retirar los aros. Siga el *Protocolo Gravimétrico de Humedad de los Suelos*.
12. Haga otras dos mediciones de infiltración dentro de un área de 5 m de diámetro, ya sea al mismo tiempo y utilizando otros grupos, o a lo largo de varios días (si es que no llueve y cambia la capa superficial y su contenido de agua). No hay problema en que varias pruebas rindan el mismo resultado, pero no registre pruebas que sean incompletas (es decir, una prueba que se suspendió debido a la falta de tiempo). Si tiene que realizar más de tres series de mediciones, presente las mejores tres series.



### Análisis y Presentación de Datos

La tasa de infiltración corresponde a la distancia que disminuyó el nivel del agua dividida por el tiempo requerido para que esta disminución se dé. Para fines de las mediciones GLOBE, esto es igual al ancho de su banda de referencia dividida por la diferencia entre los tiempos de inicio y finalización, para obtener un intervalo.

Utilice la Hoja de Trabajo de Datos de Infiltración para registrar y ayudar a calcular los valores que se precisan para planificar los resultados. La tasa

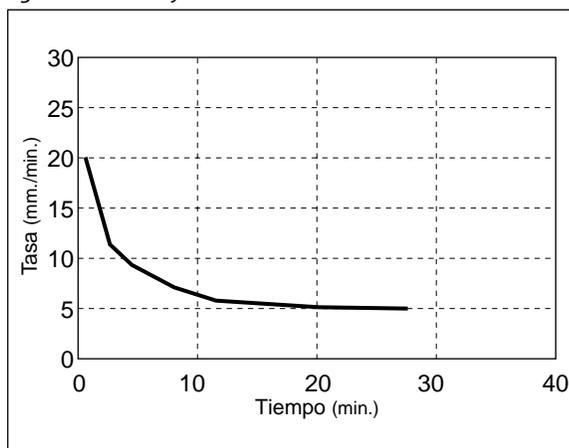
de flujo que observamos para cada intervalo de tiempo es realmente el valor promedio durante ese intervalo. Es mejor marcar esa tasa de flujo al *punto medio* de los tiempos de intervalo. La infiltración deberá disminuir con el tiempo y es importante que siga de cerca el tiempo *acumulado* desde que se vertió el agua por primera vez en el anillo interior. Fíjese en la tabla y gráfico que constan a continuación y cerciórese de que puede utilizar las fórmulas constantes en la Hoja de Trabajo de Datos, a fin de calcular estos valores antes de analizar sus propios datos.

Figura SU-P-16  
Infiltración en el Jardín de Jim

Cambio en el Nivel de Agua = 20 mm

Tiempo						Tasa de
Inicio		Final		Intervalo	Punto Medio	Flujo
[min.]	[seg.]	[min.]	[seg.]	[min.]	[min.]	[mm./min.]
31	00	32	00	1.00	31.50	20.0
32	30	34	15	1.75	33.38	11.43
34	30	36	45	2.25	35.62	8.89
37	15	40	00	2.75	38.62	7.27
40	45	44	00	3.25	42.38	6.15
44	15	47	45	3.50	46.00	5.71
48	15	52	00	3.75	50.12	5.33
52	15	56	15	4.00	54.25	5.00
56	30	00	30	4.00	58.50	5.00

Figura SU-P-17: Infiltración



# Protocolo de Temperatura de los Suelos



## **Propósito**

Medir la temperatura del suelo cerca de la superficie

Detectar cambios diurnos en la temperatura del suelo

Aprender respecto a las capacidades aislantes de los suelos

## **Visión General**

Las temperaturas de los suelos a profundidades de 5 y 10 cm se medirán empleando un termómetro de sondeo. La temperatura de los suelos constituye función del clima, suelo, humedad del suelo, profundidad y entorno geográfico. Este protocolo recoge datos que ayudan a explorar estas interacciones.

## **Tiempo**

10-15 minutos por series de mediciones (6 mediciones de prueba)

## **Nivel**

Todos

## **Frecuencia**

*Semanalmente:* Tres mediciones a cada 5 y 10 cm de profundidad

*Por Estación:* Una medición en 5 y 10 cm de

profundidad cada 2 a 3 horas durante el día, durante dos días consecutivos

## **Conceptos Claves**

La tierra constituye una capa aislante.

La temperatura de los suelos varía con su profundidad, contenido de humedad y temperatura ambiental

La temperatura del suelo varía menos que la temperatura del aire

## **Destrezas**

*Lectura* de balanzas de esfera

*Muestreo* de campo

*Observación* de fenómenos inherentes

*Graficación* de ciclos de temperatura

## **Materiales y Herramientas**

Termómetro de Sondeo, Digital o con Esfera

Clavos de 12 cm y martillo

Un bloque de madera atravesado por un orificio de 6 mm de diámetro

Termómetro de calibración

## **Preparación**

Ninguna

## **Prerequisitos**

Ninguno

## **Selección del Sitio y Regulación del Tiempo**

Realice las mediciones adyacentes al sitio que escogió para el Estudio de la Humedad del Suelo. Estudie las cifras que constan en el patrón estrella o corte transversal de las muestras que se describen en las *Estrategias de Muestreo y Disposición del Sitio*, que ilustran ubicaciones de muestreo aceptables. Si usted está realizando estas mediciones en el Sitio de Estudio de la Atmósfera, siga el formato de muestreo y disposición del sitio con el Patrón Estrella.

1. Seleccione una zona soleada y relativamente plana.
2. Trate de encontrar un área con

características uniformes en un diámetro de 5 m.

3. La tierra no debe estar compactada pero sí puede estar recubierta de desperdicios o de hierba.
  - Haga una anotación en la Hoja de Trabajo de Datos si es que ha llovido durante las 24 horas anteriores.

Cuando haga las mediciones en días consecutivos, trate de registrar las lecturas en días que ofrezcan condiciones de clima similares y para condiciones del suelo que sean típicas durante la semana en que realiza las pruebas. Trate de incluir lecturas diarias alrededor de mediados de marzo, junio, septiembre y diciembre.



## Preparación del Terreno

Su termómetro debe ser muy sensible a los cambios de temperatura, aproximadamente a 2 cm desde la punta, debido al largo del sensor de temperatura que se encuentra dentro de la sonda. Para tomar mediciones a profundidades de 5 y 10 cm, el termómetro tendrá que haber sido empujado dentro de la tierra entre 7 y 12 centímetros.

Perfore un orificio en un bloque de madera, de manera que cuando el termómetro de suelos sea empujado en su totalidad en este orificio, 7 cm de su sonda se extienda más allá de la base del bloque. Esto ayudará a que los estudiantes mantengan una profundidad uniforme para las mediciones de 5 cm.

Obtenga un clavo del mismo largo y diámetro que el termómetro de sondeo, o corte un clavo de ese largo.

## Calibración:

Verifique la exactitud de la sonda cada tres meses. Esto es particularmente importante si es que está utilizando más de un termómetro, ya que las diferencias o sesgos entre dos termómetros harán que sus datos sean imposibles de interpretar. Siga este procedimiento para la calibración:

1. Utilice el termómetro de calibración de la Investigación de la Atmósfera como la norma de calibración.
2. Coloque los termómetros en agua a temperatura ambiental; registre las lecturas de la temperatura luego de 2 minutos.
3. Debe haber menos de 2°C de diferencia entre las lecturas del termómetro y del termómetro de calibración.
4. Siga las instrucciones de los fabricantes para volver a instalar los termómetros tipo esfera.

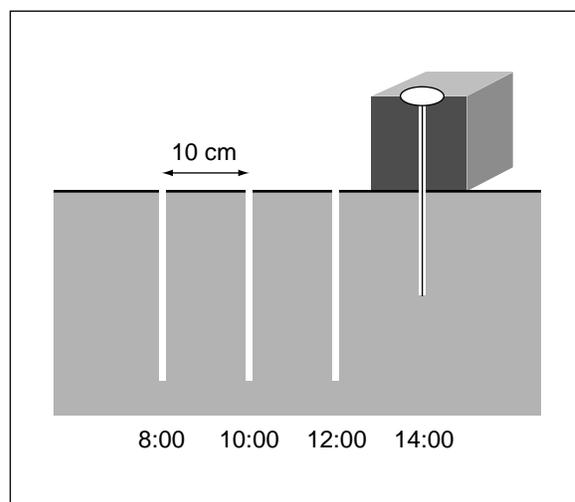
## Cómo Medir la Temperatura del Suelo

1. **Haga un orificio piloto de 5 cm.** Inserte el clavo a través de su bloque de madera y empujelo hasta 2 cm sobre el tope del bloque. Si la tierra es tan dura que debe emplear un martillo, entonces termine el orificio piloto hasta la profundidad total.

Retire el clavo usando un movimiento de torsión. Si la tierra se resquebraja y se abulta al momento de retirar el clavo piloto, busque otro lugar a 25 cm de distancia y vuelva a intentarlo. Trate de minimizar al máximo la alteración que causa en el suelo.

2. **Inserte el termómetro 7 cm.** Inserte el termómetro a través del bloque. Empuje el termómetro suavemente y con movimiento de torsión hasta que la cabeza repose sobre el bloque. No lo fuerce ya que podría dañar su instrumento.
3. **Lea la temperatura del suelo a 5 cm.** Espere por lo menos 2 minutos; lea el termómetro. Espere otro minuto, y vuelva a leer el termómetro. Repita hasta que las lecturas consecutivas estén dentro de 0,5 a 1,0° C uno de otro. Registre este valor en la Hoja de Trabajo de Datos de Temperatura del Suelo.
4. **Retire el termómetro y el bloque.** Emplee un movimiento de torsión, trate de no alterar mucho el suelo.
5. **Repita los pasos 1-4 sin el bloque de madera.** Empuje suavemente el termómetro totalmente en la tierra, haciéndolo girar dentro del mismo orificio que el anterior. En lugar de profundidades de 5 a 7 cm, emplee profundidades de 10 y 12 cm,

Figura SU-P-18: Temperatura de los Suelos: Ordenamiento de Observaciones Diurnas



respectivamente.

6. Reporte sus mediciones al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE en la Hoja de Ingresos de Datos de la Temperatura de los Suelos.

**Mediciones Semanales**

Tome tres series de mediciones de la temperatura de los suelos adyacentes al patrón estrella que está utilizando, para determinar el contenido de humedad de la tierra, o junto a su Caseta Protectora de Instrumentos a 5 y 10 cm de profundidad. Complete estas mediciones dentro de 1 hora antes o después del mediodía y durante un período de 20 minutos. Registre el tiempo hasta los 10 minutos más cercanos (por ejemplo, si toma los 5 cm de lectura a las XX:06, elija la siguiente marca de 10 minutos a las XX:10, como su hora de observación.

**Mediciones Diurnas y por Estación**

Tome mediciones de la temperatura cada tres meses, preferentemente durante marzo, junio, septiembre y diciembre. Repita las mediciones cada 2 a 3 horas durante dos días consecutivos. Trate de tomar por lo menos 5 lecturas al día. Compense cada nueva lectura por al menos 10 cm. Vea la Figura SU-P-19. Lea la temperatura actual en su Caseta de Protección de Instrumentos para la Investigación de la Atmósfera y regístrela en los Cuadernos de Ciencias GLOBE cada vez que mida la temperatura de los suelos.

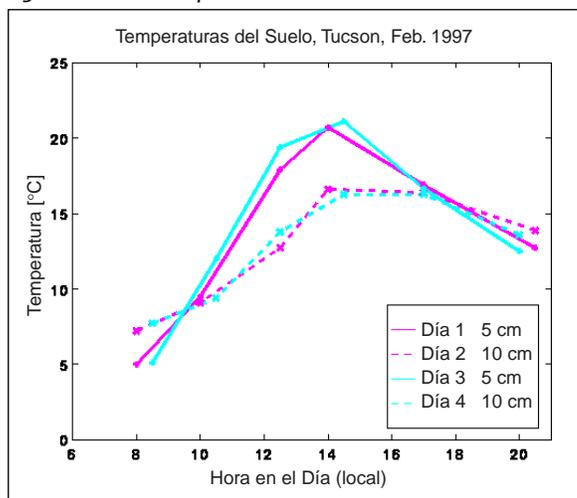
**Análisis y Presentación de Datos**

Construya una tabla en su Cuaderno de Ciencias GLOBE, que sea similar a la que consta a continuación, para registrar los resultados o utilice la Hoja de Trabajo de la Temperatura del Suelo. Planifique los datos utilizando la Figura SU-P-20 como guía.

Figura SU-P-19: Temperaturas del Suelo, Tucson, Arizona

Hora Local	2/12/97		2/13/97		SD=sin datos
	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	Temperatura del aire
8:00	ND	ND	ND	ND	ND
10:00	9.5	9.1	8.7	9.5	ND
12:00	17.8	13.0	10.7	10.5	26.2
14:30	20.6	16.5	12.9	12.0	ND
17:00	16.8	16.3	13.6	14.0	ND
20:30	13.0	13.9	11.9	13.0	ND

Figura SU-P-20: Temperaturas del Suelo





# Actividades de Aprendizaje



## **Un Simple Repaso**

A los estudiantes principiantes se les presenta los conceptos básicos de cómo el agua pasa a través del suelo, en una actividad que ilustra el método científico. Los estudiantes más avanzados investigan los efectos que tienen las características de los suelos sobre la infiltración del agua y la química del agua que ha pasado a través de los suelos.

## **De Pasteles de Lodo a Ladrillos**

Hace una introducción referente a los diversos tamaños de partículas que forman parte de los suelos, así como de las propiedades con la que afectan al tipo de suelo.

## **El Suelo de Mi Patio**

Los estudiantes recogen, describen y comparan suelos de sus propios patios.

## **Una Visión de Campo del Suelo. Cavar en los Alrededores**

Los estudiantes descubren que las propiedades de los suelos tales como humedad y temperatura pueden variar considerablemente en un mismo punto del paisaje.

## **Los Suelos como Esponjas: ¿Cuánta Agua Puede Retener el Suelo?**

Los estudiantes exploran el contenido de humedad del suelo pesando y secando esponjas y luego explorado sus muestras de suelo de la misma manera.

## **El Suelo: El Gran Descomponedor**

Los estudiantes replican las condiciones ambientales a fin de determinar cuáles son los factores claves dentro de la descomposición de la materia orgánica en los suelos.

## **El Sentido de las Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo**

Los estudiantes emplean datos de este protocolo para determinar cuál es la textura de los horizontes del suelo.

## **El Juego de los Datos**

Los equipos de estudiantes juegan un juego mediante el cual compilan datos y distorsionan los valores de ciertas mediciones. Luego calculan los valores de las mediciones que han sido tomadas por otros equipos y tratan de detectar sus errores.



# Un Simple Repaso (Versión para Principiantes)



## **Propósito**

Desarrollar una comprensión de cómo fluye el agua a través de los suelos y de cómo el agua cambia a medida que pasa

## **Visión General**

Los estudiantes toman el tiempo de flujo del agua atravesando diferentes suelos y observan la cantidad de agua que es retenida por estos suelos. También observarán la capacidad de filtración que tienen los suelos notando la claridad del agua antes y después de que pasa por allí.

## **Tiempo**

Un período de clase

## **Nivel**

Principiantes

## **Conceptos Claves**

El agua fluye a través del suelo.

El suelo retiene agua.

Las propiedades del suelo influyen sobre la tasa de flujo y capacidad de absorción de agua

## **Destrezas**

*Formulación de preguntas*

*Desarrollo de hipótesis*

*Comprobación de hipótesis*

*Observación de resultados*

*Análisis de resultados*

*Deducción de conclusiones*

*Medición de Tiempo*

*Medición de pH*

## **Materiales y Herramientas**

*(Para cada equipo de 3-4 estudiantes)*

Botella transparente de 2 litros

Tres cubetas transparentes de 500 ml o tamaño similar, regulada en centímetros para verter y captar el agua

Muestra de suelo (Traer 1.2 litros de muestras de diferentes tipos de suelos del entorno del colegio y de la casa. Las posibilidades incluyen capa vegetal (horizontes A), subsuelo (horizontes B), suelo de siembra, arena, suelos compactados, suelos en cuya superficie crece hierba, suelos con texturas claramente diferenciables)

Bastidor con tamiz fino u otra malla fina que no absorba ni reaccione con el agua (1 mm o menos de los orificios de la malla)

Agua

Reloj o Cronómetro

**Nota:** Se pueden utilizar recipientes más pequeños si se desea siempre que los recipientes de suelo permanezcan firmemente parados sobre el recipiente que capta el agua. Disminuya las cantidades de suelo y agua, pero recuerde que es importante que todos los estudiantes comiencen con la misma cantidad.

*Para principiantes más avanzados:*

Papel de tornasol o medidor de pH

## **Preparación**

Discuta con los estudiantes algunas de las características generales de los suelos o de los *Protocolos El Suelo de Mi Patio* o *Caracterización de los Suelos*.

## **Prerequisitos**

Ninguno.

## Antecedentes

Lo que sucede con el agua cuando pasa a través del suelo depende de muchas cosas, tales como el tamaño de las partículas de suelo (textura y distribución de partículas según tamaño), cómo están dispuestas dichas partículas (estructura), cuán compactamente se hallan dispuestas (densidad de masa) y la atracción entre las partículas de suelo y el agua. Algunos tipos de suelos permiten que el agua fluya rápidamente, luego retienen el agua en su interior como una esponja. Esto da oportunidad a las plantas de poder utilizar de mejor manera parte de esa agua. Otros tipos de suelos pueden dejar pasar el agua totalmente dentro de unos cuantos segundos. Aún existen otros suelos que podrían evitar que el agua penetre en absoluto. Ninguno de estos tipos de suelos es mejor que el otro; simplemente son diferentes por buenas razones. ¿Qué propiedad de los suelos buscaría usted si quisiera sembrar un jardín? ¿Si quisiera construir una entrada para el auto o para crear un patio de juegos? ¿Qué pasa si el suelo está lleno de agua y cae una fuerte lluvia sobre él? ¿Cómo puede cambiar la manera en que el suelo retiene agua? ¿Qué le pasa al suelo cuando se le añade materia orgánica, cuando crecen plantas sobre el, cuando se compacta, o cuando es arado?

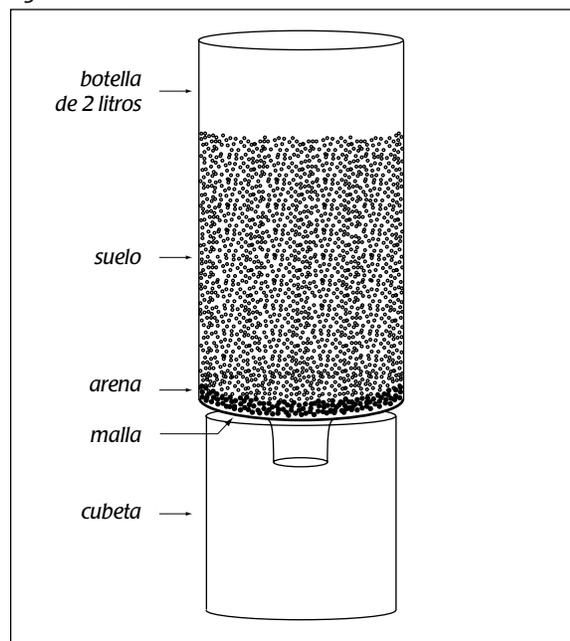
## Preparación

- Lleve al aula muestras de diferentes tipos de suelos del colegio o de la casa.
- Retire las etiquetas y tapas y corte los fondos de las botellas transparentes de 2 litros.
- Coloque un círculo de malla dentro de la botella de manera que cubra la apertura de la tapa.
- Vierta 3-4 cm de arena en la malla. La arena evitará que la malla se obstruya.
- Coloque la botella, con la malla hacia abajo, sobre una cubeta o recipiente transparente.
- Vierta 1,2 litros de suelo en la botella, sobre la arena
- Haga copias de las Hojas de Trabajo para cada estudiante.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

### Investigación de Clase

Figura SU-AC-1



1. Elija una muestra de suelo (un suelo arenoso funciona mejor para fines de demostración) y coloque 1,2 litros de suelo en la botella de 2 litros.
2. Haga que los estudiantes observen el suelo cuidadosamente. ¿Qué han notado los estudiantes?: ¿Color? ¿Material vegetal? ¿Consideran que es liviana o pesada? ¿Granular (como migas de galleta) o grumosa (con trocitos)? Escriba sus observaciones relativas a los suelos en el pizarrón.
3. Vierta 300 ml de agua en una cubeta de 500 ml en otro recipiente claro para vertidos. Haga que los estudiantes noten la claridad del agua.
4. Utilice un marcador negro para señalar con una línea la altura del agua en el recipiente receptor. Haga que los estudiantes cuenten los centímetros que hay hasta llegar al tope del agua. Registre este número en el pizarrón.
5. Pregunte a los estudiantes “¿Qué pasaría si viertes el agua en este suelo?” Pida a los estudiantes que expliquen por qué, según su opinión, se comportarían el suelo y el agua de esa manera cuando el líquido se vierte sobre el suelo. Posibles preguntas



que hacerles serían:

- *¿Se escurriría el agua por el fondo de la botella?*
  - *¿Se escurriría toda el agua? ¿Cuánta agua se escurriría? Haga una marca con marcador rojo en el recipiente para mostrar cuánta agua se escurriría, según cree el estudiante.*
  - *¿Cuán rápido pasará el agua a través del suelo? Los estudiantes mayores podrían tomar el tiempo con un reloj o cronómetro. Los estudiantes más jóvenes podrían tomar el tiempo marcando los minutos con un cronómetro (como lo hicieron en las Hojas de Trabajo) mientras el profesor toma el tiempo*
  - *¿Cómo se vería el agua cuando sale por el fondo? ¿Transparente? ¿Lodosa? ¿Muy sucia?*
6. Escriba la 'hipótesis' de la clase en el pizarrón.
7. Vierta el agua en el suelo y comience a tomar el tiempo. Pida a los estudiantes que describan lo que está sucediendo a medida que vierte el agua:
- *¿Permanece el agua arriba?*
  - *¿A dónde va?*
  - *¿Se ven burbujas de aire por encima del agua?*
  - *¿El agua que sale del suelo se ve igual que el agua que entra?*
  - *¿El suelo se ve diferente una vez que ha pasado el agua?*
8. Registre las observaciones de clase en el pizarrón. También registre cuánto tiempo toma para que el agua pase a través del suelo.
9. Pida a los estudiantes que comparen sus hipótesis con los resultados del experimento.
10. Una vez que el agua ha dejado de gotear por el fondo de la botella, retire la botella y sostenga el cubo de agua que ha pasado a través del suelo. Pregunte a los estudiantes:
- *¿Es esta la misma cantidad de agua con la que habíamos comenzado? ¿Cómo podemos saber si se trata de la misma*

cantidad?

- *Vierta el agua de vuelta al recipiente original. Compare la cantidad que ha quedado con respecto a la línea negra del recipiente. ¿Cuánta agua falta? ¿Cómo podemos medir cuánta falta?*
  - *Compare el nivel de agua con la línea roja del recipiente. ¿Existe más o menos agua que la que pensamos que podría haber? ¿Cómo mediríamos la diferencia? ¿Por qué pensamos que habría más o menos?*
  - *¿Qué sucede con el agua faltante?*
  - *¿Está el agua más o menos clara que antes de haber pasado a través del suelo? ¿Por qué?*
11. Mantenga el agua que fue pasada por suelo para fines de comparación.
12. Utilizando la botella de suelo saturado, pregunte a los estudiantes qué piensan que sucedería si es que vierten otros 300ml de agua en el suelo. Registre las hipótesis de la clase en el pizarrón.
- *¿Esta vez se retendrá la misma cantidad, mayor cantidad o menor cantidad de agua en el suelo?*
  - *¿Se moverá más rápido o más lento o probablemente a la misma velocidad?*
  - *¿Cuán clara será el agua? ¿Igual, más clara o menos clara que antes?*
13. Vierta el agua a través del suelo saturado, registre el tiempo, observe los resultados y compárelos con las hipótesis. Pregunte a los estudiantes:
- *¿El agua fluyó más rápido que antes? ¿Cómo sabemos? Compare los tiempos entre uno y otro*
  - *¿Pasó más agua que antes? ¿Cómo podemos saber? Compare las cantidades que hay en las cubetas*
  - *¿Está el agua igual de clara que la primera vez?*  
Compare el color del agua en las dos cubetas.

### *Investigación de Grupo*

### **Experimentación con diferentes tipos de**

## suelos

### Discusión

1. Revise las propiedades de las varias muestras de suelo que fueron traídas.
2. Pregunte a los estudiantes si piensan que el agua pasará a través de todo tipo de suelos en la misma cantidad de tiempo y si todos los suelos retendrán la misma cantidad de agua.
3. Discuta cuáles son los suelos que podrían ser diferentes.
4. Proporcione a cada grupo de estudiantes una muestra de los diferentes suelos.

### Observación e Hipótesis

1. Dé a cada estudiante la Hoja de Trabajo Observe y Acierte
2. Pida a los estudiantes que llenen el **Color** de su suelo (con palabras o con lápices de colores).
3. Pídeles que hagan un círculo en torno a la **Estructura** que se parezca más a su suelo.
4. Pídeles que busquen hojas o **Materia orgánica** en su suelo. Coloque un círculo en SI, si es que encuentran materia orgánica. Coloque un Círculo en NO si consideran que no hay.
5. **Tiempo.** Recuerde a los estudiantes respecto a las observaciones que habían hecho durante la demostración. Pídeles que adivinen la cantidad de tiempo que tomaría al agua para fluir a través de su muestra de suelo. Ponga un círculo en el tiempo del cronómetro que consta en la hoja y luego escriba el número en el lugar correspondiente.
6. **Cantidad.** Pídeles que tracen una línea ROJA en el recipiente, mostrando la cantidad de agua que creen que fluiría a través de su suelo.
7. **Claridad.** Pídeles que coloquen una X en el recipiente que se parecería más a su agua luego de que pase a través de su muestra de suelo.

### Experimento y Reporte

1. Explique que cuando usted diga “YA” todos colocarán el agua juntos.
2. Comenzará a tomar el tiempo desde que se vierte el agua.
3. Haga que los estudiantes llenen la Hoja de Trabajo de Experimentación y Reporte referente a su muestra.

Pida que cada grupo reporte sobre los resultados de su experimento en clase. Dichos informes deberá incluir **Preguntas, Hipótesis, Observaciones y Conclusiones** relativas al experimento. Los estudiantes pueden utilizar sus Hojas de Trabajo para preparar sus informes.

### Investigaciones Posteriores

1. Utilizando agua destilada, haga que lo estudiantes midan el pH del agua.
2. Pronostique si es que el pH será diferente luego de que el agua pase a través del suelo.
3. Vierta el agua, luego haga nuevamente la prueba de pH.
4. Haga que los estudiantes saquen sus propias conclusiones con respecto al efecto que el suelo tiene sobre el pH del agua.

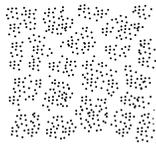
**Nota:** 1. Utilice este procedimiento para experimentar con la conductividad, midiendo la conductividad del agua destilada antes de hacerla pasar por el suelo y luego utilizando agua sal y pasándola a través del suelo. 2. Experimente con la filtración, empleando agua muy lodosa y haciéndola pasar a través de arena limpia.

# Investigación de Suelos

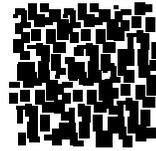
## Un Simple Repaso de la Hoja de Trabajo para Principiantes

### Observe y Acierte

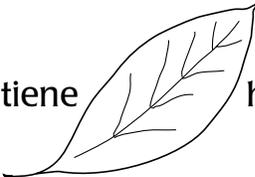
Mi suelo es \_\_\_\_\_ color

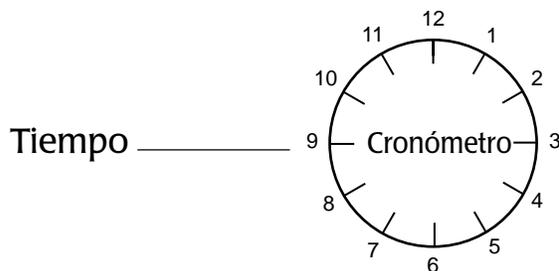


Mi suelo se ve granular

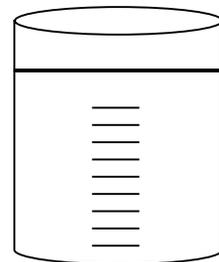


grumoso

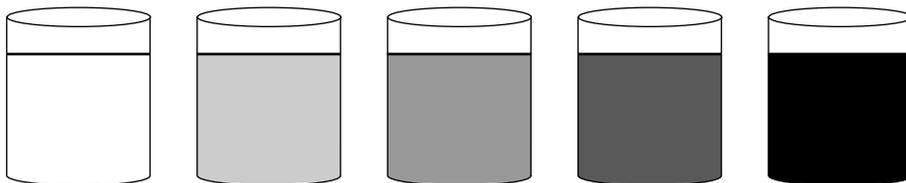
Mi suelo tiene  hojas SI NO



¿Cuánta agua saldrá? Marque con una línea ROJA

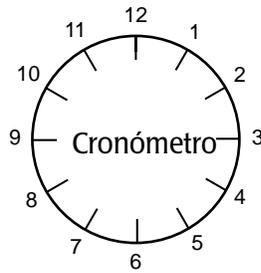


¿Cómo se verá el agua? (ENCIERRE EN UN CIRCULO)

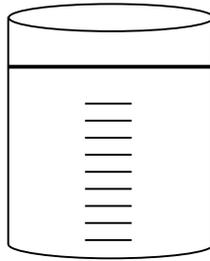


## Experimentación e Informe

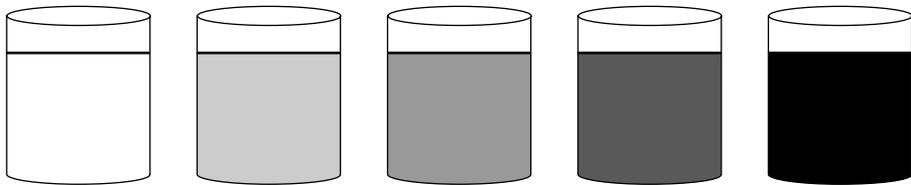
Tiempo \_\_\_\_\_



¿Cuánta agua salió?



¿Cómo se veía el agua?



Mi informe

---

---

---

---

# Un Simple Repaso



## Propósito

Desarrollar una comprensión sobre algunas de las relaciones que existen entre los suelos de diferentes tipos y el agua

## Visión General

Los estudiantes tendrán tiempo de hacer fluir el agua a través de los suelos con diferentes propiedades y medir los diferentes contenidos de agua que absorben dichos suelos. También experimentarán con la capacidad de filtración de los suelos, al hacer comprobaciones con el nivel de pH en el agua antes y después de pasar a través del suelo, así como observar los cambios que acusa el agua con respecto a su limpidez según las características de los suelos.

## Tiempo

Un período de clases para la actividad inicial

2-3 períodos de clases para Investigaciones Posteriores

## Nivel

Todos

## Conceptos Claves

El agua fluye a través del suelo.

El suelo retiene agua.

El agua afecta a las propiedades de los suelos.

Las propiedades de los suelos (distribución de partículas según tamaño o textura, estructura, materia orgánica, capas, etc.) afectan la tasa de flujo, la capacidad de retención del agua, la filtración de nutrientes, etc.

## Destrezas

Formulación de preguntas

Proposición del hipótesis

Comprobación de hipótesis

Observación de resultados

Análisis de resultados

Deducción de conclusiones

Medición de volúmenes

Toma del Tiempo

Medición de los niveles del pH

Medición de NPK (Nitrógeno, Fósforo,

Potasio)

## Materiales y Herramientas

(para cada equipo de 3-4 estudiantes)

2-3 botellas transparentes de 2 litros\*

4-6 cubetas\* de 500 ml o recipientes transparentes de tamaño similar para verter y captar agua como parte de la demostración, o más según se precise para desarrollar la actividad de clase. El número de cubetas dependerá del número de grupos de estudiantes.

Muestras de suelos (Traer 1,2 litros de muestras de diferentes tipos de suelos de los alrededores del colegio o de la casa). Las posibilidades incluyen cubierta vegetal (horizontes A), subsuelos (horizontes b), suelo de siembra, arena, suelos compactados, suelos sobre los que crece hierba, suelos con texturas claramente diferenciables).

Bastidor con tamiz fino u otro tipo de malla fina que no absorba ni reaccione con el agua (malla tamaño 1 mm o menos)

Cinta adhesiva fuerte

Tijeras

Agua

Pedestal Porta-anillos para laboratorio, con anillos, de estar disponibles (suficientes para sostener el número de botellas plásticas que se emplearán). Otro enfoque es el de sostener las botellas en el tope de la cubeta (este método no utiliza pedestales porta anillos para laboratorio). Con el peso del suelo, las botellas se mantendrán relativamente estables apoyadas en las cubetas.

Papel de tornasol, medidor de pH

Hoja de Trabajo

Cuadernos de Ciencias GLOBE

Para Investigaciones Posteriores:

Agua destilada, sal, vinagre, bicarbonato de sodio (polvo de hornear)

Envoltura plástica para cubrir botellas

Medidor de conductividad

Juego NPK

Tepe y 'mulch' (mezcla de estiércol y paja)

**Juego de alcalinidad**

\*Puede utilizar botellas de un litro y cubetas ya sea de 400 o 250 ml. El tamaño de las cubetas dependerá del diámetro de las botellas. La botella con malla no deberá descender demasiado profundamente en la cubeta de manera que haga impacto sobre la lectura del volumen de agua. Mientras más pequeña sea la botella hay la ventaja de requerir menos cantidad de suelo. Sin importar cuál sea el tamaño de botella que se emplee, es importante que la cantidad de suelo, agua y tamaño de las cubetas y botellas que se utilicen en experimentos comparables sea la misma.

**Preparación**

Trate con los estudiantes algunas de las características generales de los suelos o lleve a cabo los Protocolos *El Suelo de Mi Patio* o *la Caracterización de Suelo*.

**Prerequisitos**

Ninguno

**Antecedentes**

Lo que le suceda al agua cuando pase a través del suelo depende de muchas cosas, tales como el tamaño de las partículas de suelo (textura y distribución de las partículas según su tamaño), cómo se han dispuesto las partículas (estructura), cuán compactas están dispuestas (densidad de masa), y la atracción entre las partículas de suelo y el agua. Algunos tipos de suelo permiten que el agua fluya rápidamente (se infiltre), luego retienen el agua dentro del suelo (capacidad de absorción). Esto puede dar a las plantas una mayor ventaja para utilizar parte de esa agua. Otros tipos de suelo pueden dejar que el agua se escurra totalmente en unos pocos segundos. Y aún existen otros suelos que evitan que el agua penetre en absoluto. Ninguno de estos tipos de suelo es mejor que el otro; simplemente son buenos por diferentes razones. ¿Cuál propiedad de los suelos buscaría si quisiera sembrar un jardín? ¿Construir una entrada para el auto o construir un patio de juegos? ¿Qué pasa si el suelo está lleno de agua y cae una fuerte lluvia sobre ella? ¿Cómo puede cambiar la manera cómo su suelo retiene el agua? ¿Qué le sucede al suelo cuando se le añade materia orgánica, cuando las plantas crecen sobre ella, cuando está compactado, o cuando está siendo arado?

El agua retenida en el suelo es también clave para la transferencia de nutrientes desde los suelos hacia las plantas que crecen. La mayoría de las plantas no comen alimentos sólidos (¡aunque unas cuantas sí digieren insectos!) Más bien, aprovechan el agua a través de sus raíces y utilizan los nutrientes que el

agua ha sacado de la suelo. ¿Cuán nutritivo es el suelo? Depende de cómo se ha formado ese suelo, cuál es su procedencia, y cómo se la ha manejado. Los agricultores y jardineros añaden a menudo *nutrientes* o fertilizantes al suelo de manera que resulte mejor para sus plantas.

**Preparación**

- Traiga muestras de diferentes tipos de suelos del colegio o desde la casa.
- Recoja varias botellas transparentes de 2 litros con lados rectos. Retire la etiqueta y tapa y corte la base y tope de manera que el extremo quepa dentro de una cubeta de 500 ml u otro recipiente transparente. Note que debe mantenerse una sección de la curva de la parte alta de la botella de manera que ésta pueda caber en la cubeta.
- Corte un círculo que forme una fina pantalla de malla o nylon, alrededor de 3 cm más grande que la apertura del tope de la botella. Empleando una cinta fuerte, asegure el círculo de malla en torno al extremo de la botella donde se cortó el extremo.

Coloque la botella, con la malla hacia abajo, sobre una cubeta o deposítela en un pedestal porta anillos colocando la apertura de la cubeta bajo el mismo.

**Qué Hacer y Cómo Hacerlo****Investigación de Clase**

1. Observe las propiedades de las muestras de suelo que se utilizarán. Utilice sus Cuadernos de Ciencias GLOBE para

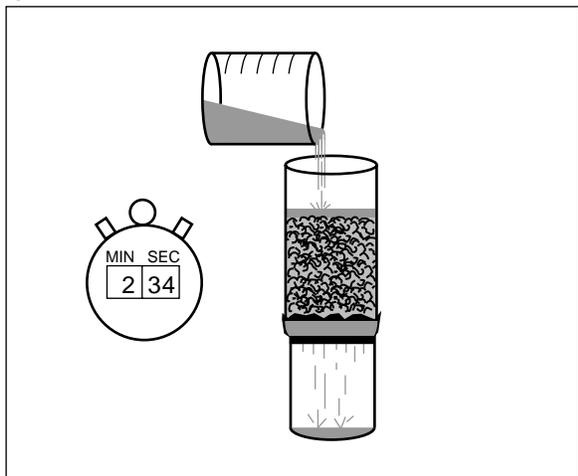


- registrar información sobre las muestras de suelo que observará. También registre el lugar de donde se extrajo cada muestra, así como la profundidad en que se la encontró. Si ya ha realizado los protocolos relativos a la caracterización de los suelos, también podrá registrar la situación de contenido de humedad, estructura, color, consistencia, textura y presencia de rocas, raíces y carbonatos.
2. Elija un tipo de suelo (un franco arenoso funciona mejor) para demostración, y coloque 1.2 l de suelo en una de las botellas de 2 litros.
  3. Vierta 300 ml de agua en una cubeta de 500 ml u otro recipiente transparente para verter. Mida el pH del agua. Además, tome nota de la transparencia del agua.
  4. Pregunte a los estudiantes «¿Qué pasaría si viertes el agua en este suelo»? Pida a los estudiantes que expliquen por qué, según su opinión, se comportarían el suelo y el agua de esa manera cuando el líquido se vierte sobre el suelo. Posibles preguntas que hacerles serían:
    - ¿Cuánta agua se escurriría por el fondo del recipiente?
    - ¿Cuán rápido pasará el agua a través del suelo?
    - ¿Cambiará el pH del agua, y de ser así, como?
    - ¿Cómo se vería el agua cuando salga por el fondo?
  5. Registre las hipótesis de la clase en el pizarrón y pida a los estudiantes que registren las hipótesis en sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.
  6. Vierta el agua en el suelo y comience a tomar el tiempo. Pida a los estudiantes que describan lo que está sucediendo a medida que vierte el agua:
    - ¿Permanece toda el agua arriba?
    - ¿A dónde va?
    - ¿Se ven burbujas de aire por encima del agua?
    - ¿El agua que sale del suelo se ve igual que el agua que entra?
    - ¿Qué sucede con la estructura del

suelo, especialmente en la superficie?

7. Registre las observaciones de clase en el pizarrón y pida a los estudiantes que también registren la información en sus Cuadernos de Ciencias GLOBE. También registre cuánto tiempo toma para que el agua pase a través del suelo.
8. Pida a los estudiantes que comparen sus hipótesis con los resultados del experimento.
9. Haga que los estudiantes registren sus propias conclusiones en los Cuadernos de Ciencias GLOBE respecto a la manera cómo han interactuado el agua y el suelo.
10. Una vez que el agua ha dejado de gotear por el fondo de la botella, retire la botella y mida la cantidad de agua que ha salido del suelo hacia la cubeta. Pregunte a los estudiantes:
  - ¿Qué ha pasado con el agua faltante?
11. Note la transparencia del agua.
  - Está más o menos límpida que antes de que pasara a través del suelo?
12. Compruebe el pH del agua que ha salido luego de pasar por el suelo y caer en la cubeta, registre los resultados y compare los mismos con el pH de agua antes de que fuera vertida en el suelo. Compare con las hipótesis de los estudiantes.
  - ¿Ha cambiado el pH?
  - ¿En caso afirmativo, qué podría haber ocasionado este cambio?
13. Utilizando la botella de suelo saturada, pregunte a los estudiantes qué piensan que sucedería si es que vierten otros 300 ml de agua en el suelo. Registre las hipótesis de la clase en el pizarrón.
  - ¿Cuánta agua se retendrá en el suelo?
  - ¿Cuán rápidamente pasará?
  - ¿Cambiará el pH del agua?
  - ¿Cuán clara será el agua?
14. Vierta el agua a través del suelo saturado, observe los resultados y compárelos con las hipótesis.
15. Haga que los estudiantes registren sus preguntas, hipótesis, observaciones y conclusiones en sus Cuadernos de

Figura SU-AC-2



Ciencias GLOBE.

### Investigación de Grupo

#### Experimentación con diferentes tipos de suelos

1. Revise las propiedades de las diversas muestras de suelo que fueron traídas.
2. Pregunte a los estudiantes si piensan que el agua pasará a través de todo tipo de suelos en la misma cantidad de tiempo y si todos los suelos retendrán la misma cantidad de agua.
3. Pídale su opinión respecto a cuáles serían los suelos que podrían ser diferentes y de qué manera serían diferentes.
4. Permita que cada grupo de estudiantes elija una muestra de los diferentes suelos.
5. Haga que cada grupo repita los pasos 2 a 15 anteriores con sus propias muestras de suelo. En lugar de escribir hipótesis y observaciones en el pizarrón, los estudiantes registrarán el experimento en sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.
6. Haga que cada grupo reporte a la clase los resultados de su experimento. Los informes deberán incluir preguntas, hipótesis y observaciones relativas a las siguientes variables, así como sus conclusiones respecto a las mismas y cómo afectarán los resultados de su experimento:
  - características de los suelos
  - pH y limpidez originales del agua
  - cantidad de tiempo necesario para que el agua pase a través del suelo
  - la cantidad de agua que pasó a través

del suelo

- cambios en el pH y limpidez del agua
- resultados de la prueba de saturación.

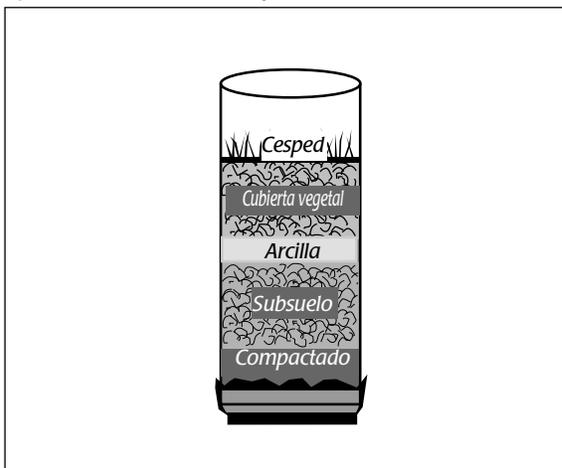
**Nota:** La información recogida en los Cuadernos de Ciencias GLOBE de los estudiantes será utilizada para preparar sus papeles e informes.

7. Revise todos los resultados con la clase. Haga que la clase defina las características del suelo, tales como los diferentes tamaños de las partículas, el espacio entre partículas, el material orgánico que pudiera contener el agua, etc., asociado con la infiltración más rápida y la más lenta, retención del agua en los suelos y cambios en el pH y limpidez.
8. En base a la comparación de sus hipótesis con los resultados experimentales, pida que registren en su Cuaderno de Ciencias GLOBE las conclusiones respecto a cómo interactúan agua y suelo, así como la manera en que distintos suelos se comportan diferentemente.
9. Pídale que exploren cómo puede utilizarse en circunstancias de la vida real lo que han aprendido de su experimento. La idea es dar oportunidad para comprender lo que pudiera ocurrir en sus vertientes locales de agua y con la utilización del suelo dentro de su comunidad. Podría formular preguntas tales como:
  - *¿Qué podría pasar si es que el suelo de una zona está estrechamente compactado y se produce una extensa y fuerte lluvia?*

#### Investigaciones Posteriores

1. Estimule a los estudiantes para que propongan alternativas para edificar una columna de suelo, dentro de una botella de plástico transparente de 2 litros para que DISMINUYA o AUMENTE la velocidad en la tasa de flujo del agua a través del suelo. Genere una lluvia de ideas para cumplir la tarea. Sugerencia: el suelo podría cernirse y disponerse las partículas en capas según su tamaño. Los estudiantes también podrían añadir arcilla, arena o turba. Los

Figura SU-AC-3: Columna Experimental de Suelo



suelos podrían compactarse. Haga que los estudiantes registren su metodología y midan y registren la «receta de suelo» que han utilizado. Sugerencia: La tasa de flujo puede ser muy lenta para suelos francos o arcillosos. Los profesores podrían hacer que los estudiantes construyan su columna de suelo en un mismo día, y luego pedir al estudiante que venga a clases antes del horario al día siguiente e iniciar el flujo de agua. Registre los resultados respecto a las tasas de flujo de agua. ¿Qué estrategias funcionaron mejor? Pida a los estudiantes que determinen si las mismas estrategias funcionan para movilizar el agua a través del suelo lentamente y para retener el agua en el suelo.

2. Construya una columna de suelo similar al perfil del suelo de uno de sus sitios de muestreo de caracterizaciones (emplee muestras para cada uno de los horizontes en el mismo orden que éstos fueron encontrados en el perfil). Observe cómo la interacción de agua y suelo se produce en un perfil simulado.

### Más Avanzados

En base a las observaciones obtenidas y resultados de su experimentación, pida a los estudiantes que diseñen experimentos para probar otras hipótesis que pudieran haber desarrollado. Algunas ideas

plausibles incluyen:

1. Pida a los estudiantes que elaboren hipótesis sobre cómo los suelos pueden afectar otros aspectos de la química del agua. Tome una lectura del NPK empleando el juego NPK de suelos con solo suelo y luego con una muestra de agua. Repita la medición de agua después de que haya pasado a través del suelo.
2. Haga que los estudiantes experimenten añadiendo sal al agua y comprobando la conductividad o salinidad del agua antes y después de que pasa a través del suelo.
3. Añada vinagre o polvo de hornear al agua y compruebe el nivel de pH y alcalinidad antes y después de haber añadido agua al suelo.
4. Pida a los estudiantes que planteen una hipótesis respecto al efecto que tiene la evaporación sobre la cantidad de agua que será capaz de retener el suelo. ¿Cuáles son los factores que controlan la evaporación? Utilice algo de suelo del mismo tipo en dos botellas y satúrelas con agua a ambas. Deje una botella abierta en el tope y cubra la otra botella sellándola con envoltura plástica (película de plástico adherente) u otra tapa. Coloque ambas en una ventana soleada. El peso del suelo que contiene cada una de las botellas irá en función de cuánta agua retienen con el transcurso del tiempo. Los estudiantes pueden graficar la diferencia en peso con el transcurso del tiempo para las botellas cubiertas y no cubiertas.
5. Coloque turba o un bloque de césped con raíces sobre el suelo de la botella. ¿Cuánto afecta esto a la tasa en que el agua se infiltra en el suelo? ¿Cómo afecta a la limpieza del agua que sale del fondo? ¿Cómo se relaciona esto con la erosión en el mundo real?
6. Pregunte a los estudiantes cuáles son los cambios que pudieran tener lugar si el suelo se mantiene saturado de agua durante períodos prolongados. Coloque una muestra de suelo en una botella a la

que no se la quitado la base, luego saturela. ¿Pueden detectar cambios en la estructura, color, olor? ¿Cuánto tiempo debe transcurrir para que los cambios comiencen a producirse?

Pida a los estudiantes que examinen los datos relativos al contenido de humedad de los suelos, correspondientes a cinco sitios GLOBE que han tenido alrededor de la misma cantidad de precipitación durante un período de seis meses. Grafique el contenido de humedad mensual del suelo para cada lugar. ¿Cómo se diferencian los gráficos? ¿Qué otros datos GLOBE pueden encontrar los estudiantes que pudieran explicar la variación?

### **Evaluación de los Estudiantes**

Los estudiantes deberían conocer cuál es el método científico y cómo emplearlo para realizar un experimento, así como para comprender el contenido científico relacionado con el contenido de humedad del suelo. Deberían estar también en capacidad de demostrar destrezas de pensamiento de orden más alto, tales como la deducción de conclusiones partiendo de observaciones experimentales; también deberían estar en capacidad de sustentar sus conclusiones con evidencia. Todo esto puede evaluarse empleando una carpeta de evaluación proveniente de sus Cuadernos de Ciencias GLOBE, analizando su participación en discusiones de clase, el aporte de preguntas, hipótesis, observaciones y conclusiones. La calidad de sus presentaciones constituye otro mecanismo para evaluar su progreso. También resulta buena idea hacer que los estudiantes preparen un informe escrito o un documento sobre su experimento. El trabajo experimental deberá realizarse en grupos, así como las presentaciones y los informes de manera que su capacidad de trabajar cooperativamente en grupos también pueda evaluarse.

**Nota:** Esta actividad funciona muy bien cuando se la lleva a cabo en conjunto con el protocolo de humedad de los suelos. La actividad puede iniciarse en el aula para fijar estrategias de muestreo o tomar mediciones de los contenidos de humedad de los suelos. Se pueden realizar observaciones y registros adicionales sobre la tasa de flujo, volumen de agua, nivel de pH, limpidez del agua, etc., una vez que se regrese al aula. (Para algunos suelos, podría tomar algún tiempo para

que toda el agua fluya totalmente en todas las columnas de suelo). La actividad también coloca a los protocolos, tanto de contenido de humedad de los suelos como de caracterización de los suelos, dentro de un contexto conceptual para los estudiantes. Ellos comprenderán por qué la información y datos que recopilan son importantes para desarrollar hipótesis, diseñar experimentos que comprueben dichas hipótesis, interpretar observaciones y llegar a conclusiones. También desarrollarán una comprensión de los posibles significados de la investigación de la humedad de los suelos y datos para hacer una caracterización de los mismos.

# De Pasteles de Lodo a Ladrillos



## Propósito

Presentar los diferentes tamaños de partículas en los suelos y las propiedades con que cada uno contribuye para la caracterización de los mismos.

## Visión General

Los estudiantes tamizarán el suelo para retirar la materia orgánica y cascajo. Luego cernirán el suelo con tamices de malla más pequeña para separar la arcilla de la arena. Deberán hacer pasteles de lodo, añadiendo agua a los varios componentes de suelo, los dejarán secar y observarán las características de los pasteles. Finalmente, se desafiará a los estudiantes para que hagan un perfecto pastel o ladrillo utilizando las combinaciones de componentes del suelo.

## Tiempo

Un período de clase para cernir suelos y hacer pasteles de lodo

Dejar que seque de la noche a la mañana

Un período de clase para experimentar con la fabricación de ladrillos

Dejar que seque de la noche a la mañana

## Nivel

Todos

## Conceptos Claves

El suelo se compone de una serie de materiales.

El tamaño de las partículas de suelo ayuda a determinar las características del suelo.

Los suelos revisten importancia como materiales de construcción

## Destrezas

Tamizado de muestras de suelos

Observación de las diferencias en partículas

Medición y peso de los suelos

Diseño de experimentos

Comprobación de resultados

## Materiales y Herramientas

1 litro de suelo (franco) para cada grupo de estudiantes

Tamices de varios tamaños de malla para cernir

Paja (segmentos de hierba seca)

Arcilla pulverizada y arena

Viejas cubetas para hacer hielo (para moldes de ladrillo)

Pequeñas tapas plásticas o platos de plástico (para los pasteles)

Mantel de mesa de plástico

## Prerequisitos

Ninguno

## Antecedentes

El suelo está compuesto de gránulos de muchos y diferentes tamaños de roca fragmentada (arena, limo y arcilla). Cuánta agua retendrá el suelo, cuán fácilmente pasará el agua a través del suelo y qué sucede con el suelo a medida que se seca, depende de la combinación de estos materiales que forman parte de la muestra en particular. El suelo que tiene demasiada arcilla podrá resquebrajarse a medida que se seca, probablemente han visto fotografías de suelos que exhiben grandes resquebrajaduras o han observado las hendiduras al tope de un charco de lodo cuando partículas más grandes y pesadas se han depositado en el fondo. Los suelos que tienen demasiada arena podrían no mantenerse juntos o ser lo suficientemente fuertes como para servir de materiales de construcción.

El suelo ha sido utilizado como material de construcción durante miles de años, y todavía sigue siendo nuestro principal material de construcción. En regiones secas, las casas se construyen de ladrillos de adobe que duran cientos de años. El cemento y ladrillos son comunes en todas partes. Sea que estén fabricando concreto o bloques de adobe, es importante comprender la importancia de tener los elementos correctos como parte de su mezcla de suelos.

## Qué Hacer y Cómo Hacerlo

### Observación

1. Pida a los estudiantes que examinen el suelo cuidadosamente utilizando sus ojos, manos y una lupa.
2. Haga una lista de las cosas que los estudiantes

observan respecto a los suelos. Por ejemplo: *diferentes tamaños, formas y color de los gránulos, otros materiales tales como palos u hojas, contenido de polvo, peso, etc.*

- Pregúnteles si consideran que el suelo sería diferente si todas las partículas fueran similares o si algunas partes faltaran. ¿Cómo serían de diferentes?
- Comenzando con los tamices de malla más grande, cierna el suelo.
- Coloque lo que no pasa a través del tamiz en un montón; éstas constituyen las partículas más grandes.
- Pida a los estudiantes que examinen los 2 montículos. ¿Cómo se parecen y en qué difieren? ¿Pueden pensar en razones por las cuales las partículas de diferentes tamaños podrían ser buenas para distintas cosas?
- Tome el suelo que pasó a través del tamiz y vuélvala a cernir a través de la malla más pequeña.
- Mantenga separado lo que no pasó a través del tamiz y continúe tamizando a través de tamices de malla más pequeña. Ahora los estudiantes tienen varios montículos de suelo separados según el tamaño de las partículas.
- Pida a los estudiantes que identifiquen palabras que describan los diferentes montículos de suelo que tienen. Identifique el concepto de tamaño de partícula: arena, limo y arcilla. Se podrían incluir palabras como *polvo, tosco, fino, polvoriento, etc.*

### Experimentación

- Trate con los estudiantes respecto a la importancia que tiene el suelo como material de construcción. Pida a los estudiantes que identifiquen cosas que se construyen de suelo.  
Ejemplo: *veredas de cemento, edificios de ladrillo.*
- Haga que los estudiantes describan cómo harían un ladrillo empleando el suelo que tienen.
- Pídales que describan las características de un buen pastel de lodo o de un ladrillo. Por ejemplo: *dureza, resquebrajamiento, resistencia a la rotura o al agua, etc..*
- Pídales que traten de adivinar cuál montículo de suelo sería el mejor para hacer un pastel o un ladrillo ¿Por qué escogieron el montículo de suelo que eligieron? ¿Qué pasará con cada montículo cuando se le añada agua?
- Haga que fabriquen pasteles de lodo o

ladrillos con el suelo de cada montículo, añadiendo agua y luego amoldándolos a mano o colocándolos en un molde como una bandeja vieja de cubos de hielo.

- Séquelos completamente al sol o en un lugar cálido.
- Pida a los estudiantes que realicen las pruebas con los pasteles de lodo o ladrillos que hicieron, tratando de que se rompan, resquebrajen y ver si salen uniformes, etc. Enumere las buenas y malas cualidades de cada uno de ellos.

### Más Desafíos

- Inquiete a los estudiantes para que creen el perfecto pastel de lodo o ladrillo al combinar diferentes cantidades de partículas de suelo que tamizaron. Podría proporcionarse arena, arcilla o material orgánico adicionalmente, en especial si su suelo original no contenía mayormente ninguno de estos elementos. Haga que midan o pesen los diferentes ingredientes y escriba una 'receta' de manera que puedan compararlos con otros estudiantes o recrear su creación.
- Los estudiantes mayores pueden sacar el porcentaje de peso de cada componente del suelo que forma parte de su receta.

### Investigaciones Posteriores

- ¿Qué pasa cuando los ladrillos secos se mojan? Investigue cómo se protegen las casas de adobe de la lluvia.
- Examine un pedazo de ladrillo roto. ¿Qué elementos del suelo puede identificar? ¿Por qué los ladrillos son resistentes al agua?

### Evaluación

Haga que los estudiantes observen los suelos en torno a su colegio o en el lugar escogido para biología. Pregunte cómo pueden identificar aquellas áreas que tienen más contenido de arcilla o más contenido de arena.

#### Tarjeta de Receta Cantidad

Ingredientes:

*Arcilla (las partículas de menor tamaño)*

*Limo (partículas de tamaño intermedio)*

*Arena (partículas de gran tamaño)*

*Otros*

*Otros*

# El Suelo y mi Patio



## **Propósito**

Analizar el suelo y sus propiedades

## **Visión General**

Los estudiantes descubrirán la variabilidad de los suelos, las relaciones derivadas entre ellos y los factores que inciden en su formación, y vincularán la Investigación del Suelo de GLOBE a los ambientes locales de los estudiantes. Utilizarán muestras del suelo traídas de sus hogares para identificar las propiedades que las caracterizan. Van a comparar y a contrastar sus suelos con los de sus compañeros. En la clase, los alumnos describirán las relaciones existentes entre las propiedades de sus suelos y la forma y el lugar cómo fueron tomadas las muestras. Los alumnos mayores construirán un esquema de clasificación del suelo.

## **Tiempo**

Un período de clases para observar las propiedades del suelo y uno o dos para su análisis. Si van a secar los suelos y a observar sus variaciones, será preciso contar con otro período de clases.

## **Nivel**

Todos

## **Conceptos Claves**

Los suelos varían dentro de una pequeña área local.

Las propiedades del suelo se relacionan con los factores de formación del suelo.

Se puede clasificar al suelo de acuerdo a sus propiedades.

## **Destrezas**

Muestreo del suelo

Clasificación de suelos

## **Materiales y Herramientas**

Periódicos

Bolsas de plástico de un litro

Un mapa local (mapa topográfico o de carretera que incluya el distrito escolar)

Una lupa

## **Preparación**

El día que vaya a realizar la actividad, prepare un área en el aula para observar los suelos. Por ejemplo, cubra las mesas del laboratorio con periódico. Si los estudiantes van a secar sus muestras, será preciso que identifique un lugar al que nadie se acerque por varios días. Fíjese en las instrucciones para secar las muestras del protocolo de suelos: Cómo realizar las mediciones del suelo.

## **Prerequisitos**

Ninguno.

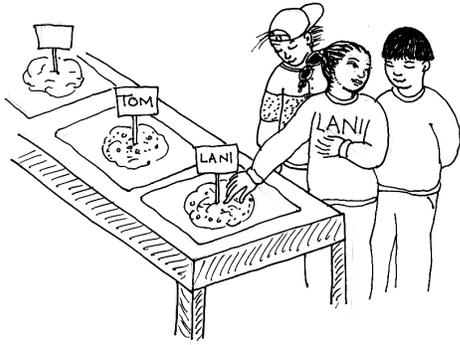
## **Antecedentes**

Las propiedades del suelo varían según el lugar de la zona y la profundidad a la que se hayan recogido las muestras. Mientras sus alumnos analizan sus suelos, ayúdeles a meditar sobre lo que están observando, preguntándoles: ¿Qué propiedades perciben? ¿Los suelos están secos o mojados? ¿Qué colores observan? ¿Pueden identificar los componentes (material orgánico [tanto animal como vegetal], fragmentos de rocas, arena, arcilla, etc.) de sus suelos? ¿Cuál es el olor de su suelo? ¿En qué forma se diferencian los

suelos secos de las muestras originales? ¿Estas diferencias se observan en una sola muestra? ¿En qué modo el procedimiento de toma de muestras causa un efecto sobre sus observaciones? ¿Cómo agruparían o clasificarían a sus suelos?

## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

Antes de asignar las tareas sobre muestras de suelo colectadas, pregunte a ellos sobre las hipótesis de cuantos tipos diferentes de suelos pueden encontrar en su comunidad. Ellos necesitarán



utilizar sus experiencias o conocimientos previos para responder a las preguntas.

### *Antes de la Clase*

Pida a sus alumnos que traigan muestras de suelo de su casa, en las bolsas de plástico. Deben documentar los métodos que utilizaron para recogerlas (anotar el lugar en dónde la tomaron, la profundidad, la forma en que la guardaron, etc.). Para los estudiantes menores se puede establecer un protocolo de clase para la recogida de las muestras, ya sea con una actividad de lluvia de ideas o sugiriendo usted mismo el método.

### *Durante la Clase*

En el aula, los estudiantes deben exponer sus muestras de suelo y analizarlas de cerca. Registre estas observaciones en los Cuadernos de Ciencias de GLOBE.

Pida a cada alumno que busque una persona en el aula cuyo suelo sea similar al suyo. Registre las razones por las que decidieron que había similitudes.

Pida a cada alumno que busque en la clase a una persona cuyo suelo sea distinto al suyo. Registre cómo ellos determinaron que los suelos fueron diferentes.

Como clase, en conjunto, organice una lluvia de ideas y enumere en la pizarra las distintas características que los estudiantes utilizan para describir sus suelos. Pídales que agrupen aquellas características que les parezca que deben estar juntas. Utilice términos que describan sus similitudes, como por ejemplo el color, la misma «sensación», el número de raíces. Pídales que señalen de qué manera las propiedades observadas guardan relación con los factores que dan forma al suelo.

Analice los factores que puedan dar lugar a las distintas características (cinco factores que compongan el suelo, efectos de la toma de

muestras, etc.).

Pida a sus estudiantes que comparen sus observaciones con sus hipótesis en relación a cuantos tipos de suelos estarán representados en las muestras de clase.

Pídales que analicen como cambian sus conocimientos de las características del suelo conforme ellos hacen sus investigaciones. ¿Qué aprendieron ellos? Sea específico citando factores como las características del suelo o cómo el suelo varía en sus características en un área pequeña, etc.

### *Adaptaciones para estudiantes mayores y menores*

Los estudiantes menores deben centrarse en realizar observaciones y establecer comparaciones.

Los mayores pueden llevar a cabo investigaciones más profundas por equipos o toda la clase junta. El siguiente podría ser un método:

- Desarrollo de un procedimiento estándar para la toma de muestras y pedir a los alumnos que traigan la segunda muestra recogida, siguiendo el procedimiento de la clase. Compare cada conjunto de muestras.

- Desarrollo de un esquema de clasificación de suelos que se base en las propiedades del suelo.

- Secado de muestras, dejándolas distintos periodos de tiempo y comparando las diferencias físicas, según los distintos estados de humedad.

- Marcado en un mapa local de muestreo los lugares de recolección y la distribución de los distintos tipos de suelo.

### *Investigaciones Posteriores*

Averigüe si se está realizando alguna excavación cerca de la escuela y visite el lugar. Así podrá comparar lo que observe allí con las características descritas del suelo de los patios de los alumnos.

**Recuerde:** la seguridad debe ser siempre su mayor preocupación.

Elija otra escuela en cualquier parte del mundo que sea conocida por determinadas características (por ejemplo, estación lluviosa, vegetación espesa,



etc.). Escoja una escuela que ya haya enviado mensajes y/o información. Escribales una nota a los estudiantes a través del correo electrónico GLOBEMail, describa su suelo y solicíteles que le envíen una descripción del suyo. ¿Cómo se relacionan las diferencias de clima (por ejemplo, la diferencia en los ciclos de las estaciones, la escala de temperatura, las cantidades de precipitación, los tipos de superficie terrestre) con las diferencias existentes en los suelos?



Compare sus resultados con aquellos de la otra escuela y analice las diferencias junto con sus colegas de GLOBE, tanto en su escuela como en la otra.

Investigue que tipo de suelos constituyen el mejor hábitat para las lombrices u otras criaturas que vivan en el suelo.



Elabore un esquema para agrupar (clasificar) suelos basados en las propiedades de los mismos.

### ***Evaluación de los Estudiantes***

Dé a sus alumnos muestras de un suelo misterioso. Según su edad pueden hacer lo siguiente:

Describir el suelo en su Cuaderno de Ciencias GLOBE, utilizar cuantos adjetivos puedan y haciendo constar en la Hoja de Información de la Caracterización del Suelo, tantas características como puedan observar.

Considere las implicaciones de las características en su posible historia y ubicación.



# Una Visión de Campo del Suelo. Cavar en los Alrededores



## **Propósito**

Comprender que las variaciones del paisaje pueden afectar las propiedades del suelo.

## **Visión General**

Los estudiantes investigarán acerca de las variaciones de los suelos de los alrededores de su escuela para descubrir que las propiedades del suelo, como la humedad y la temperatura, son significativamente variables en un mismo paisaje. También deben ser capaces de identificar factores como la inclinación, la sombra, plantas, nivel de cohesión, lo cual afecta a la apariencia de los suelos y a su capacidad para retener la humedad.

## **Tiempo**

Dos períodos de clases: el primero para un viaje al campo, y el segundo para analizar los descubrimientos y las conexiones causales.

## **Nivel**

Todos

## **Conceptos Claves**

Los perfiles del suelo pueden ser descritos sobre la base de los cinco factores que los conforman.

Los suelos que están en un área geográfica pequeña pueden presentar muchas variedades.

Los factores del suelo también afectan el contenido de humedad del suelo y la temperatura.

## **Destrezas**

*Observación y descripción* de las muestras del suelo

*Recolección* de información en el campo  
*Identificación* de las relaciones existentes entre los factores que forman el suelo y los resultados.

## **Materiales y Herramientas**

Una pala pequeña o un desplantador  
Los Cuadernos de Ciencias GLOBE

## **Prerequisitos**

Ninguno

## **Antecedentes**

### *Los Factores que Afectan las Propiedades del Suelo*

Cada suelo que existe sobre la Tierra es único, debido a la forma en que obran juntos los cinco factores que los componen. Si miran alrededor de su lugar, podrán notar si los efectos de estos cinco factores que componen el suelo son distintos en un lugar y en otro.

Algunas de las propiedades que quizás haya notado que cambian son:

- color
- el tipo y la cantidad de vegetación que crece en la superficie
- la cantidad de raíces que están en la superficie

- la forma de las partículas del suelo cuando las mira (lo que se llama estructura del suelo)
- la sensación que produce el suelo al tocarlo (denominada textura del suelo)
- la cantidad y tamaño de las rocas que encontramos en él
- el número de gusanos y otros animales que en él habitan
- la temperatura, caliente o fría, y su humedad, mojado o seco (el suelo mojado será pegajoso y estará en trozos; el suelo húmedo se siente mojado y frío y el suelo seco da la impresión de que no contiene nada de agua).

### *Factores que Afectan la Humedad del Suelo*

Debido a que cada suelo es único, cada uno puede



retener una cierta cantidad de agua. Esta cantidad dependerá de muchos factores, entre los cuales tenemos la velocidad a la que entra (se infiltra) la precipitación (sea lluvia, nieve, aguanieve) en el suelo y fluye sobre él, la temperatura y las plantas. Si el suelo está muy compacto, como en un sendero muy transitado, el agua no podrá ingresar al suelo con la facilidad con que la hace en las zonas menos utilizadas. La naturaleza puede aumentar el arrastre en algunas zonas, por ejemplo en los climas secos, el «pavimento desierto» (pequeñas rocas dispuestas muy apretadas sobre la arena semejando un suelo con baldosas) aumentará la cantidad de arrastre.

El viento y el agua pueden ayudar a formar cortezas sobre algunos suelos que evitarán la infiltración de agua. Las laderas también aumentan la velocidad a la que corre el agua arrastrando suelo. Las raíces de las plantas ayudan a resquebrajar el suelo, creando así un medio *poroso* que puede ser atravesado por el agua. Los suelos arenosos normalmente permiten que el agua penetre con mayor rapidez que los arcillosos.

Se puede pensar que existe poca variación de temperaturas en su lugar. Sin embargo, quizás existan muchas de un lugar a otro. La sombra produce temperaturas más frescas y ésta no se la encuentra únicamente bajo los árboles. Puede el suelo estar más fresco debajo de una roca o en la cara de la roca que no recibe el sol directamente. El suelo puede estar seco en los lugares más calientes y más mojado en los puntos más frescos y sombríos.

También las plantas causan un efecto en la humedad, pues pueden producir sombra y también utilizan agua.

### Qué Hacer y Cómo Hacerlo

*Empiece por Preguntar lo Siguiente:*

1. En el lugar del mundo dónde habita, ¿qué cara de las laderas reciben más sol, la del norte o la del sur?
2. Si saliera a buscar lombrices (u otros invertebrados que habitan en el suelo) para usarlas de carnada, ¿dónde buscaría? ¿Por qué? Recuerde que los animales necesitan aire, agua y nutrientes, que se encuentran en varios tipos de suelos. En los más compactos, las condiciones son

### Los Cinco Factores que Componen el Suelo

**Clima:** ¿Un lado es más sombrío o soleado, más fresco o más caliente, más seco o más mojado? ¿En qué medida diferirán la temperatura y la humedad en un suelo arenoso con respecto a uno arcilloso? ¿Cómo afectaría esto a la forma en que las plantas crecen?

**Topografía:** ¿Existen laderas en distintas partes del lugar? ¿Dónde está la parte plana? ¿Existen áreas que presenten elevaciones o hundimientos? ¿Cuáles son los distintos accidentes geográficos del paisaje (puntos elevados, medio laderas, áreas bajas)? ¿Dónde se encuentran los lugares más elevados y los más bajos?

**Plantas y animales:** ¿Cómo varían los tipos de vegetación en el sitio? ¿Puede usted percibir la presencia de vida animal? ¿Qué tipo de insectos existen? ¿Cómo utilizan los seres humanos este lugar (tienen, por ejemplo, parques, un sembrío, un prado, un bosque, una plantación, una zona urbana)?

**Material madre:** ¿De qué tipo de material se formó su suelo? ¿Es posible encontrar rocas en la superficie que le puedan dar indicios? ¿Estas rocas están cercanas a un arroyo, como para pensar que han sido depositadas allí por el agua? ¿Las pudo haber traído el viento (por ejemplo una duna de arena), o por la fuerza de la gravedad desde un monte o un glaciar o por un volcán? (Quizás necesite investigar un poco sobre la zona para conocer más sobre la geología del lugar).

**Tiempo:** ¿Por cuánto tiempo este lugar no ha sufrido ningún estrago? ¿Existe mucha materia orgánica en la superficie del suelo? ¿Existen hierbas, árboles, cultivos u otras plantas que hayan estado creciendo allí durante mucho tiempo sin ser afectadas? ¿Ha habido alguna construcción o edificación reciente? Si se trata de un sembrío, ¿ha sido arado hace poco? ¿Se han talado árboles en el lugar? ¿Ha habido alguna inundación reciente u otro fenómeno natural que pueda haber afectado la formación del suelo?

más adversas para que los animales puedan sobrevivir.

3. ¿En dónde crecen más tipos de plantas, en las laderas o en los valles? ¿Por qué?

### En el Lugar de Estudio

1. Divida la clase en grupos de 3 y 5 estudiantes. Cada uno debe tener una pala pequeña o un desplantador, junto a sus Cuadernos de Ciencias GLOBE.

2. Pida a los grupos que averigüen las diferencias de las propiedades del suelo en distintos puntos del lugar. Para hacerlo, deberán cavar una pequeña cantidad de suelo, fijarse con atención y tocarla. Pídales que registren sus hallazgos en los Cuadernos de Ciencias de GLOBE.

Pídales que anoten los tipos de plantas, la presencia de rocas, raíces y animales (como lombrices), si cavar les resultó fácil o difícil, las distancias entre los distintos elementos que componen el paisaje u otros elementos que hayan percibido. Fíjese en el recuadro que habla sobre los cinco factores que componen el suelo para que plantee preguntas que les guíen. Asimismo, pida a sus alumnos que enumeren las áreas en donde hayan investigado, desde la más húmeda a la más seca. Observe cómo el contenido de humedad depende de la situación, del tipo de planta que cubre el suelo, así como de otros elementos.

### **Extensiones**

1. Pida a sus alumnos que dibujen un mapa con las características del suelo de su lugar.
2. Pídales que tracen un “paisaje” de su lugar. Imagínese que se va a convertir en el patio de alguien, ¿dónde pondría las plantas?

### **Evaluación de los Estudiantes**

*Pregunte a sus alumnos:*

1. ¿En qué lugares esperaría usted que los suelos se parezcan más? Considere aquellas regiones que tengan factores de formación similares.
2. ¿Dónde localizaría usted el lugar más típico de su zona? Busque áreas extensas dentro de su sitio que tengan características comunes.
3. ¿Cuáles son los elementos en este paisaje que afectan la humedad del suelo?
4. ¿Qué aspectos consideraría al escoger un sitio para analizar la humedad del suelo en su área?



# Los Suelos Como Esponjas: ¿Cuánta Agua Puede Retener el Suelo?



## **Propósito**

Introducir a los estudiantes en el concepto de «mediciones gravimétricas», es decir cómo calcular la cantidad de agua de la muestra del suelo u otra sustancia pesándola antes y después de secarla.

## **Visión General**

Los estudiantes pesarán una esponja mojada, la exprimirán para eliminar el agua y volverán a pesar la esponja seca. Este procedimiento les ayudará a comprender el hecho de que los objetos pueden retener agua y que esa cantidad se puede medir. Los alumnos van a aplicar este concepto al suelo, pesando muestras mojadas y secas, y luego trasladarán esta comparación a otros objetos, como hojas y frutos.

## **Tiempo**

Aproximadamente dos períodos de clases para las actividades iniciales con la esponja y la muestra del suelo. Luego de 10 a 15 minutos diarios durante unos tres días, hasta que los objetos se sequen.

## **Nivel**

Intermedio y avanzado

## **Conceptos Claves**

Distintos objetos pueden retener distintas cantidades de agua

Cuando los objetos se secan, liberan el agua que contienen. Exprimir los objetos y la evaporación son dos métodos para

eliminar el agua

El contenido de agua del suelo es la medida de la cantidad de agua que existe en una muestra de suelo

El contenido de agua del suelo varía según la parte del mundo

## **Destrezas**

*Medición* del peso de objetos mojados y secos

*Comparación* de la capacidad de retención de agua de distintos objetos

*Observación* de los cambios en el peso a medida que el objeto se va secando

*Cálculo* de la cantidad de agua existente en las muestras del suelo y en otros objetos

*Estimación* de los niveles de humedad en una variedad de objetos

*Comparación* del contenido de agua del suelo en todo el mundo gracias a las visualizaciones de GLOBE

## **Materiales y Herramientas**

Una escala o balanza

Varias esponjas

Toallas de papel

Papel para gráficos (para niveles intermedios o avanzados)

Muestras de suelo

Otros objetos para secar (por ejemplo fruta, hojas, verduras)

## **Prerequisitos**

Conocimiento de fracciones y decimales.

## **Antecedentes**

Muchos objetos retienen agua. Para los seres vivos, esta agua es esencial para la supervivencia. En el caso del suelo, esta agua es esencial para la supervivencia de las plantas y animales que viven o crecen en él. De hecho, la humedad del suelo es uno de los mejores indicios para predecir el tipo de plantas que pueden crecer en cierta zona. Por esto el Dr. Washburne y la Dra. Levine necesitan información sobre la humedad del suelo para sus investigaciones.

Una de las formas en que se puede calcular la humedad del suelo consiste en realizar una «medición gravimétrica». Por «gravimétrico» se entiende el averiguar el peso o la fuerza de gravedad de un objeto. Al calcular el contenido de agua del suelo, deseamos averiguar el peso del agua contenida. Para lograrlo, es preciso medir el peso de una muestra del suelo, secarla y luego pesar la muestra seca. La diferencia de los pesos es la cantidad de agua que se encontraba originalmente en la muestra. Luego podemos

normalizar el valor dividiéndolo por el peso de la muestra seca.

Por ejemplo, se puede cavar un puñado de suelo y encontrar que pesa 100 gramos. Luego de haberlo secado, se vuelve a pesar y se descubrirá que pesa apenas 90 gramos. Se han evaporado, entonces, diez gramos del suelo, pero este valor debe normalizarse con el fin de reponer la influencia del tamaño de la muestra con el peso del suelo seco ( $90 - 30 = 60$  g, incluyendo un peso de 30 g de la lata). Se puede calcular con fracciones:  $10/60=0,167$ . Esta constituye la medida de la cantidad de agua contenida en el suelo (contenido de agua). Dado que se está utilizando una balanza que depende de la gravedad, a este valor se denomina el contenido gravimétrico del agua.

Los cálculos del contenido del agua del suelo son muy sencillos de realizar, siempre y cuando se preste el cuidado adecuado a las muestras y las mediciones se hagan correctamente. Si el aire está seco, la evaporación puede ser muy rápida. Sólo póngase a pensar en lo que tarda el cuerpo en secarse al salir de una piscina en un día seco y caluroso. Las muestras del suelo se secarán rápidamente al aire, si no se las coloca dentro de un contenedor sellado, inmediatamente después de haberla extraído.

La humedad del suelo está influenciada por muchos factores medio ambientales, como la temperatura, la precipitación y el tipo de suelo, así como los rasgos topográficos, como las inclinaciones y elevaciones. La humedad del suelo reviste especial importancia para la agricultura. Gran parte del trabajo duro en esta labor, como el arar, está encaminado a intentar mejorar las propiedades del suelo relacionadas con la humedad. La construcción de terrazas (es decir, camellones en el campo) en suelos con mucha pendiente, se realiza en muchas áreas para evitar que haya demasiado material arrastrado, a la vez que se drenan los campos en otros sitios para evitar que el suelo se mantenga muy mojado. Además, distintos cultivos necesitan diferentes cantidades de agua durante su período de crecimiento. El poder comprender cómo cambia la humedad del suelo a lo largo del año le puede ayudar a un agricultor a decidir lo que ha de plantar.

En esta actividad, los estudiantes miden la humedad de varios objetos, antes y después de

secarlos. Realizarán estos experimentos en cinco etapas de dificultad creciente:

### ***Etapas 1. Exprimir el agua de las esponjas***

Los estudiantes pesan una esponja mojada, la exprimen y luego pesan tanto la esponja seca como el agua que salió de ella. Con este procedimiento verán que, en esencia, una «esponja mojada» = «esponja seca» + «agua». Exprimir la esponja es un método muy visible e inmediato para eliminar el agua.

### ***Etapas 2. Evaporación del agua de las esponjas***

Los estudiantes realizan el mismo ejercicio anterior excepto que en esta vez dejan que la esponja descansa por varias horas o un día hasta que el agua se evapore. Cuando pesen la esponja seca, deben obtener aproximadamente el mismo peso de la etapa 1 (aunque la evaporación pudo haber eliminado más agua que exprimiendo las esponjas).

### ***Etapas 3. Medición de la humedad del suelo***

En esta ocasión, los estudiantes transfieren los conceptos del secado por evaporación, dejando que las muestras del suelo se sequen durante uno o dos días. Miden el peso antes y después de medir la humedad del suelo y luego comparan varias muestras para tener una impresión clara de lo que es una típica gama de valores.

### ***Etapas 4. Eliminación del agua de otros objetos***

Los estudiantes aplican lo aprendido acerca de cómo medir la humedad del suelo, para determinar la humedad en otros objetos, como hojas o frutas. Experimentan distintas maneras de secar los objetos: ventiladores, exprimiéndolos, la luz del sol, sal, etc. También interpretan los valores que arrojan los objetos mojados.

### ***Etapas 5. Utilización de visualizaciones de GLOBE sobre la humedad del suelo a nivel mundial***

Los estudiantes usan las visualizaciones de GLOBE contenidas en el *Web*, con el fin de estudiar un mapa que muestre la humedad del suelo en otras partes del mundo. Analizan el por qué de las diferencias y realizarán investigaciones posteriores basadas en sus intereses, con respecto al tema y a las visualizaciones.

En este momento, GLOBE no cuenta con información suficiente acerca de la humedad del



suelo como para producir visualizaciones. Tan pronto como haya más datos, éstas se producirán y se pondrán a disposición de los usuarios en la red.

## **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

### **Ejercicio Preliminar**

Si sus alumnos no saben cómo utilizar la escala o la balanza, debe enseñarles y dejarles practicar pesando distintos objetos.

### **Etapa 1. Exprimir el agua de las esponjas.**

1. Sumerja una esponja en agua. Pésela y registre el valor del peso de la esponja mojada. Pregunte a sus alumnos cuánto piensan que va a pesar una vez seca. Registre sus estimaciones.
2. Exprima la esponja y pésela. Registre el peso de la esponja seca. Analice con los alumnos sus estimaciones comparadas con los valores reales.
3. Pregúnteles cuánta agua había en la esponja. Fíjese si ellos pueden imaginarse cómo deben calcular este valor. La cantidad de agua = peso de la esponja mojada menos el peso de la esponja seca. Por ejemplo, 120 gramos de agua = 200 gramos de peso mojado menos 80 gramos de peso seco.
4. Ahora repita la medición con otra esponja. Pida a los alumnos que propongan hipótesis sobre cuál de ellas retendrá más agua.
5. Ahora tiene una medida absoluta sobre el contenido de agua. A continuación debe averiguar la medida relativa de agua, dividiendo el valor por el peso de la esponja seca.
6. Para ampliar esta actividad, con cada esponja puede recoger el agua exprimida en una taza plástica y luego pesarla (asegúrese de deducir el peso de la taza para poder conocer el peso del agua sola). El peso real del agua debe ser el mismo que el calculado.
7. En su análisis con los estudiantes, asegúrese de que ellos comprenden el concepto de «la capacidad de retención del agua» y de que ésta difiere de un tipo de esponja a otro.

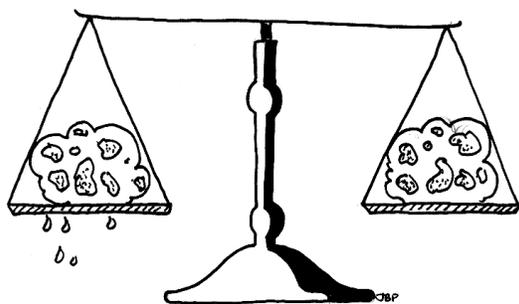
### **Etapa 2. Evaporación del agua de las esponjas**

1. Pregunte a sus estudiantes lo que sucedería si dejara la esponja mojada en una bandeja toda la noche, en lugar de exprimirla. Si los estudiantes entienden el concepto de evaporación, podrá discutirlo con ellos, de lo contrario espere un poco hasta que más adelante pueda hablar sobre este concepto en esta actividad.
2. Pídeles que pesen la esponja mojada, registren el valor obtenido y dejen la esponja en la bandeja, de preferencia al sol. Déjela así expuesta hasta el día siguiente.
3. Una vez que haya dejado la esponja fuera por un día, pida a los alumnos que pesen la esponja seca (debería estar seca para entonces).
4. Pregúnteles dónde creen que fue el agua. Los estudiantes mayores que comprenden el concepto de evaporación sabrán la respuesta, si no, explíqueles lo que sucedió.
5. Calcule la cantidad de agua que se desprendió de la esponja, para averiguar su capacidad de retención de agua. Esta cifra puede diferir de lo que ellos habían medido al exprimir la esponja. Pregúnteles por qué las cifras se acercan (porque tanto la evaporación como el proceso de exprimir la esponja elimina la mayor parte del agua) y luego pregúnteles por qué las cifras no son exactamente las mismas (porque por evaporación se elimina más agua que al exprimir la esponja, aunque requiera más tiempo).
6. Pregunte a sus alumnos por qué una gran capacidad de retención de agua es importante para una esponja y qué otros objetos pudieran necesitar de esta capacidad.

### **Tareas**

Explique a sus estudiantes el hecho de que pronto van a medir la cantidad de agua que el suelo puede retener. Pídeles que lleven una muestra recogida en su casa, la cual deben colocarla en una pequeña bolsa plástica. Deben sellar la bolsa para retener la humedad.





### Etapa 3. Medición de la humedad del suelo

1. Pida a sus alumnos que coloquen las muestras del suelo (aun guardada en las bolsas plásticas bien selladas) sobre sus mesas o pupitres. Pregúnteles cómo pueden medir la humedad del suelo. En sus respuestas, el concepto central que deben averiguar es pesar el suelo mojado, secarlo (existen varias maneras de hacerlo) y volverlo a pesar, de igual manera como hicieron con la esponja.
2. Pida a cada alumno o a cada grupo que abran la bolsita de plástico que trajeron sellada, que pesen el suelo mojado y que lo dejen a un lado para que se seque. Secarlo podría tomarles uno o dos días.
3. Cuando el suelo esté seco (haga que lo toquen para sentir lo seco que está), pídale que pesen cada muestra nuevamente. Pregúnteles cuánta agua se ha evaporado.
4. Presénteles la fórmula para el contenido de agua del suelo.

Contenido de agua del suelo =

Esta es la fórmula utilizada en el protocolo de la humedad del suelo. Por ejemplo, si el peso mojado es de 100 gramos y el seco

$$\left( \frac{\text{Peso mojado} - \text{peso seco}}{\text{Peso seco} - \text{Peso de la lata}} \right) 100$$

de 90 gramos, y el peso de la lata es de 30 gramos, entonces el contenido de agua del suelo será:

5. Haga que sus alumnos calculen el contenido de agua de su suelo y compare

$$\frac{100 \text{ g} - 90 \text{ g}}{90 \text{ g} - 30 \text{ g}} = 0,167$$

$$100 \times 0,167 = 16,7$$

los valores. Corrija cualquier error que pudiera darse en los cálculos. Analice la gama de los valores y la razón por la que ellos creen que existe dicha variedad. Pídeles que analicen los distintos suelos para ayudarles a reflexionar por qué existe esta gama.

### Para Estudiantes del Nivel Intermedio y Avanzado

En las actividades arriba mencionadas, los alumnos mayores pueden pesar el suelo cada hora y luego hacer un gráfico de los resultados para ver si el agua se evapora de manera constante o variable. Así por ejemplo, puede disminuir la cercanía a la cual el suelo consigue secarse con cualquier método, o puede evaporarse el agua con mayor rapidez al dejarse la muestra al sol. También pueden relacionar el análisis con los factores climáticos, como por ejemplo cuánto tardará el suelo en secarse en un día muy húmedo o muy seco.

### Tarea

Explique a sus estudiantes el hecho de que van a secar otros objetos y pídeles que traigan frutas, hojas, verduras, rocas o cualquier otra cosa con la que deseen experimentar.

### Etapa 4. Eliminación del agua de otros objetos

1. Pida a sus alumnos que muestren y analicen los objetos que han traído y que desean secar. Hacer que calculen el contenido de agua de cada objeto y registre estos valores, ya sea individualmente o de la clase en conjunto.
2. Pídeles que pesen cada uno de los objetos y que registren el valor.
3. Realice una lluvia de ideas con ellos para pensar en métodos que se puedan aplicar para secar los objetos. Ya antes han exprimido agua y la han hecho evaporar. ¿Qué otros métodos puede haber? ¿Cómo pueden acelerar o reducir la velocidad del proceso? Algunas de las ideas son: poner los objetos a que reciban luz directa del sol, ponerlos cerca de un ventilador, colocarlos sobre un calefactor, en un horno, regar sal sobre ellos, cubrirlos con un recipiente plástico, apuntar una luz directamente sobre ellos.



4. Elija una de estas técnicas y observe los resultados. Cuanto más tiempo tenga disponible, más podrán experimentar sus alumnos.
5. Al cabo de uno o varios días, una vez que los objetos se hayan secado, pídeles que los pesen nuevamente. Luego deben calcular lo mojado que estaba el objeto y comparar los valores reales con los que ellos se imaginaron. ¿Cuáles son los resultados que les sorprenden?



### **Etapas 5. Utilización de las visualizaciones de GLOBE para averiguar sobre la humedad en todo el mundo**

#### *Para Estudiantes de Nivel Intermedio y Avanzado*



**Nota:** Proceda a realizar esta etapa una vez que se haya enviado suficiente información a GLOBE como para producir visualizaciones y cuando éstas en efecto estén disponibles en el Servidor de Datos del Estudiante GLOBE.

Esta actividad resulta apropiada para aquellos estudiantes de nivel intermedio y avanzado que cuenten con las habilidades de leer mapas y con un concepto básico acerca de todo lo relacionado con la humedad del suelo. Realice esta actividad sólo cuando los estudiantes hayan empezado a enviar información sobre la humedad del suelo, basada en los protocolos del suelo de GLOBE.



1. Utilice la página Web de GLOBE para acceder y mostrar en pantalla un mapa sobre el contenido de agua del suelo en todo el mundo que se base en las mediciones más recientes de los estudiantes. Se trata de una oportunidad muy emocionante para sus estudiantes, porque esta información acerca de la humedad del suelo en otras partes del mundo no estaba disponible antes. El Dr. Washburne y la Dra. Levine están utilizando la misma información en sus actividades.
2. Puede mostrar en pantalla la información sobre el contenido de agua del suelo, ya sea en forma de valores o de contornos (en los que las bandas de distintos colores corresponden a ciertas gamas de valores



de humedad del suelo).

3. Asegúrese de que sus alumnos establezcan la conexión entre sus propias mediciones del contenido de agua del suelo, con las lecturas sobre el mismo tema tomadas por otras escuelas en todo el mundo.
4. Existen muchos campos en los que sus estudiantes podrían investigar. A continuación le presentamos algunos ejemplos:
  - ¿cuál es la gama de valores del contenido de agua del suelo en todo el mundo?
  - ¿dónde está el menor y el mayor?
  - ¿acaso esto varía con el tiempo? (analice los mapas del contenido de agua del suelo de otros meses).
  - ¿qué es lo que afecta el contenido de agua del suelo de distintos lugares?
  - ¿los valores del contenido de agua del suelo dependen de las condiciones climáticas recientes?
  - compare las lecturas procedentes de un desierto, la selva y una zona agrícola,
  - ¿qué áreas tienen más o menos un nivel de contenido de agua del suelo parecido al de su lugar?
5. Anime a sus alumnos a que investiguen un poco más utilizando las visualizaciones de GLOBE.

### **Evaluación de los Estudiantes.**

Traiga un conjunto de muestras del suelo de la escuela y pídeles a sus alumnos que calculen su contenido de agua. Ahora deben averiguar el valor real (no les recuerde cómo deben hacerlo). Observe si sus cálculos son razonables y observe el proceso que siguen para asegurarse de que lo hacen correctamente.



# El Suelo: El Gran Descomponedor



## **Propósito**

Introducir a los estudiantes a la función que cumple el suelo, bajo ciertas condiciones medio ambientales, en la descomposición de la materia orgánica.

## **Visión General**

Los estudiantes reproducirán una serie de condiciones medio ambientales, para determinar las que facilitan la descomposición de la materia orgánica en el suelo. Las variables incluyen temperatura, humedad y condiciones de luz. Los alumnos utilizarán experimentos de «botella» para observar los cambios en la descomposición de los desperdicios de verduras.

## **Tiempo**

Un período de clase para analizar y planificar el experimento; un período de clase para realizarlo; parte de un período en intervalos diarios (o un día sí y otro no) para registrar los resultados y otro período de clases al cabo de dos semanas para observar y analizar los resultados finales. Sería deseable contar con tiempo adicional para realizar otras investigaciones.

## **Nivel**

Todos

## **Conceptos Claves**

La descomposición del suelo depende de distintas condiciones ambientales.

## **Destrezas**

Realización de un experimento

Observación

Predicción de los resultados

## **Materiales y Herramientas**

12 jarras de cristal o tubos de experimento o botellas desechables de dos litros (más para los estudios adicionales).

Resaltadores o etiquetas

Suficiente suelo seco como para añadir 10 cm a cada jarra. Utilice el mismo suelo (marga o suelo de maceta) con cada una.

Una cantidad suficiente de verduras picadas o desperdicio de fruta (zanahorias, pepinos, manzanas, etc.) para añadir dos o tres centímetros a cada jarra (utilice la misma mezcla de verduras o frutas en todas las jarras). Se pueden incluir otras fuentes de materia orgánica como hojas (rotas), hierba, flores, etc. *No utilice desperdicios de animales.*

Un cilindro graduado o una taza con medidas para añadir una cantidad específica de agua al suelo

*Para estudios posteriores:*

Lombrices (recogidas en un suelo local)

Suelos con texturas arenosas y arcillosas

## **Preparación**

Tenga a mano los suelos, las botellas y los desperdicios vegetales. Pida a sus alumnos que traigan desechos vegetales el día del experimento.

Observe las áreas del aula en las que se pueden dar las condiciones variables que se requieren para el experimento (un lugar cálido y soleado; otro frío y soleado; uno caliente y sombrío; otro frío y sombrío).

## **Prerequisitos**

Ninguno.

## **Antecedentes**

La luz, la temperatura y el contenido de agua determinan en gran medida la proporción de descomposición del suelo. Este retiene la

humedad y el calor que se requieren para que los microorganismos luchen y lleven a cabo su proceso de descomposición, alterando la materia orgánica y transformándola en un material denominado humus.



Los suelos tienen distintas habilidades para retener la humedad y el calor y para dar el soporte a estos microorganismos. Si el suelo está demasiado mojado, muy seco o muy frío la descomposición será lenta. La energía del sol calentará el suelo y motivará la evaporación, lo cual afecta el contenido de humedad del suelo. A los estudiantes se les pedirá que investiguen acerca de aquellas condiciones que contribuyen a una rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo.

### Qué Hacer y Cómo Hacerlo

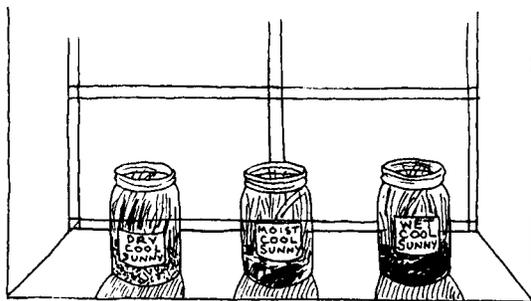
Separe las 12 jarras o tubos de ensayo en una mesa. Ponga una etiqueta a cada una, de la siguiente manera:

1. Seco, cálido, soleado
2. Húmedo, cálido, soleado
3. Mojado, cálido, soleado
4. Seco, cálido, umbrío
5. Húmedo, cálido, umbrío
6. Mojado, cálido, umbrío
7. Seco, fresco, soleado
8. Húmedo, fresco, soleado
9. Mojado, fresco, soleado
10. Seco, fresco, umbrío
11. Húmedo, fresco, umbrío
12. Mojado, fresco, umbrío

Añada una cantidad igual de suelo (unos 10 cm) a cada jarra.

Añada iguales cantidades (entre 2 y 3 cm) de material vegetal a cada jarra y mezcle bien todo. Utilice el mismo tipo de material vegetal en todas las jarras.

En cada una de las cuatro jarras marcadas



«mojado», sature la mezcla con agua (deje que el agua cubra la superficie del suelo).

En cada una de las cuatro jarras marcadas «húmedo», humedezca la mezcla con agua.

Deje que la mezcla se seque en las cuatro jarras marcadas «seco».

Coloque una jarra mojada, una húmeda y una seca en un lugar cálido que tenga sombra (según la etiqueta).

Coloque una jarra mojada, una húmeda y otra seca en un lugar cálido para que también reciba el sol durante una parte del día (según la etiqueta).

Coloque una jarra mojada, una húmeda y otra seca en un lugar fresco que también reciban sol durante una parte del día (según la etiqueta).

Cubra las jarras pero perforo pequeños orificios en la parte superior para permitir que circule el aire.

Pasando un día, sature aquellas jarras que estén marcadas como «mojado» y humedezca aquellas que diga «húmedo». Asimismo, mezcle el suelo/vegetación de cada jarra.

Durante un período de dos semanas, observe las jarras a diario (o un día sí y otro no) y registre sus observaciones. Fíjese en los cambios que se producen en el contenido de agua y en las condiciones de la materia orgánica.

Analice con toda la clase la forma en que la luz, la temperatura y el contenido de agua han afectado la cantidad de materia orgánica que resta en el suelo al cabo de dos semanas. ¿Cuáles jarras (condiciones) muestran el mayor índice de descomposición? ¿Cuáles muestran el menor? ¿Puede establecer una jerarquización fijando las jarras que han sufrido de la menor a la mayor descomposición al cabo de las dos semanas?

Una vez que los alumnos hayan analizado estas observaciones, pídale que designen su propio descomponedor óptimo, utilizando cualquier combinación de las variables de la investigación. Pídale que justifiquen su elección de condiciones y que predigan cómo contribuirá cada factor a la descomposición.

## **Adaptaciones para Estudiantes Mayores y Menores**

### **Para Estudiantes Menores**

Reduzca el número de jarras, así:

1. húmedo, mojado y seco (la misma temperatura y condiciones de luz), o bien
2. húmedo, cálido y húmedo, fresco (las mismas condiciones de luz).

Hábleles acerca de los distintos climas de la Tierra que cumplen con estas condiciones, y compárelos con el clima de su área.

### **Para los Estudiantes Mayores**

Discuta y relacione la forma en que la descomposición de la materia orgánica varía en el mundo. ¿Cuáles son las fuentes de materia orgánica en las distintas áreas? ¿Cómo afecta el clima la velocidad a la que la materia orgánica se transforma en humus? Pídale que especulen sobre las condiciones climáticas que motivan la descomposición de materia orgánica y aquellas que la obstaculizan. ¿En qué se diferencia la descomposición en un suelo tropical de la que sucede en un bosque del norte?

## **Investigaciones Posteriores**

Utilizando los suelos bajo «condiciones óptimas», coloque lombrices en una jarra y deje la otra sin ellas. Observe y registre la actividad de las lombrices, la proporción de la descomposición y las diferencias en las propiedades del suelo al cabo de dos semanas en cada una de las jarras. También puede crear una «granja de lombrices» en una jarra de cristal, con el fin de observar el comportamiento de estos animales, la descomposición y los cambios que ocurren en el suelo durante un período de tiempo más largo.

Realice un experimento similar al anterior, pero modifique la textura del suelo. Incluya jarras con suelos arenosos y arcillosos y observe las diferencias.

Pida a sus alumnos que investiguen acerca de la fabricación de abono orgánico.

# El Sentido de las Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas



## Propósito

Comprender la teoría que hay detrás del Protocolo de *Medición de la Distribución del Tamaño de Partículas* y cómo pueden utilizarse los datos para predecir el porcentaje de arena, limo y arcilla.

## Visión General

Utilizando las mediciones realizadas dentro del *Protocolo de Medición de la Distribución del Tamaño de Partículas*, se puede calcular el porcentaje de arena, limo y arcilla como también su cantidad en gramos. Los estudiantes serán introducidos a la teoría que hay detrás del experimento de sedimentación (la Ley de Stoke) y serán instruidos en el uso del Triángulo de Textura que utiliza los resultados de ambas mediciones y una muestra de arena, limo y arcilla para realizar la práctica.

## Tiempo

Un período de clases

## Nivel

Intermedio y Avanzado

## Conceptos Claves

Cómo los diferentes tamaños de partículas del suelo se distribuyen para crear una textura específica.

La Ley de Stoke y la sedimentación de partículas.

## Destrezas

Lectura de una tabla de conversión

Utilización de las matemáticas para corregir las lecturas de los hidrómetros en cuanto a volumen y temperatura.

Cálculo de la cantidad de arena, limo y arcilla en gramos y en porcentaje con respecto a la muestra

Lectura de la información a partir de un Triángulo de Textura

Cálculo de porcentajes

## Materiales y Herramientas

Datos obtenidos de la Hoja de Trabajo de Datos de Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo

Hacer copias del Triángulo de Textura para cada estudiante

Regla o perfil recto

## Preparación

Lleve a cabo una discusión de los diferentes tamaños de partículas que se encuentran en los suelos y su distribución. Véase la Introducción.

Ejecute el *Protocolo de Medición de la Distribución del Tamaño de Partículas* para obtener las medidas que se precisan para este ejercicio.

## Antecedentes

La cantidad y tamaño de las partículas (arena, limo o arcilla) que forman parte de los suelos se denomina distribución del tamaño de partículas. El conocer la distribución de partículas según tamaño, dentro de una muestra de suelo, nos ayudará a comprender muchas propiedades del mismo, incluyendo cuánta agua, calor y nutrientes puede retener, cuán rápido fluirán el agua y el calor dentro del mismo, y qué tipo de estructura y consistencia se formará. La arena, limo y arcilla tienen los tres tamaños de partícula del material

mineral que se encuentra formando parte de los suelos. La cantidad de cada uno de éstos se denomina distribución del tamaño de partículas según su tamaño y la manera como se sienten al tacto se denomina textura de los suelos.

La arena tiene la partícula de mayor tamaño, el limo el intermedio y la arcilla la partícula más pequeña. Existe desacuerdo en el seno de la comunidad científica con respecto a la gama exacta de tamaños de la arena y del limo. Para fines del programa GLOBE, la arena y limo se medirán en base a dos diferentes definiciones de tamaño:

1. La del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que define el tamaño de la arena como de 2,0 mm y 0,05 mm, y el tamaño del limo como 0,05 a 0,002 mm.
2. La de la Sociedad Internacional de la Ciencia de Suelos (ISSS) que define que el tamaño de la arena corresponde a 2,0 mm y 0,02 mm, y el tamaño del limo como 0,02 - 0,002 mm.

Las arcillas constituyen las partículas más pequeñas y se definen (por ambas organizaciones) como menores de 0,002 mm. Partículas mayores a 2 mm son denominadas piedras o grava y no se consideran como material de suelo.

Las partículas más grandes y pesadas se sedimentan primero, de manera que cuando una muestra de suelo se agita o remueve en un cilindro de 500 ml, las partículas de arena (según la definición de la USDA) se depositan en el fondo del cilindro luego de 2 minutos, mientras que las partículas de limo se mantienen en suspensión. Luego de 12 minutos, la arena, según la definición de la ISSS, se han depositado, dejando las partículas de arcilla y limo en suspensión. Luego de 24 horas las partículas de limo se han depositado, y únicamente la arcilla permanece en suspensión para ser registrada por el hidrómetro.

### **Para Determinar la Cantidad de Arena, Limo y Arcilla con su Muestra de Suelos**

El hidrómetro de gravedad específica es un instrumento que se emplea para medir la densidad del agua que tiene materiales en suspensión en comparación con el agua pura. La lectura del hidrómetro y la temperatura se realizan a intervalos de 2 minutos, 12 minutos y 24 horas durante el *Protocolo de Distribución del Tamaño de Partículas*. Para determinar la cantidad de arena, limo y arcilla que forma parte de la muestra, se toma cada lectura del hidrómetro y se realiza la corrección correspondiente. En el paso siguiente, se utilizará una tabla de conversión (que consta a continuación) para convertir la gravedad específica corregida del agua a gramos de suelo en suspensión por litro (1000 ml). Una vez que se efectúe dicha conversión, se necesita hacer una multiplicación por el número de litros (0,5 l o 500 ml) a fin de determinar el número de gramos de suelo en suspensión.

Obtenga los datos registrados en la Hoja de Trabajo de Datos de Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas y emplee la Hoja de Trabajo de Cálculo que consta a continuación para introducir las siguientes correcciones:

1. Comience con su lectura de 2 minutos del hidrómetro. Partiendo de la tabla de conversión que consta más adelante, determine el valor de gramos de suelo por litro. A los 2 minutos, este valor corresponde a los gramos de limo (según la definición de USDA) más arcilla en suspensión. Toda la arena (según definición de USDA) se ha sedimentado en el fondo del cilindro.
2. Tome nota de los valores de temperatura que ha obtenido en 2 minutos. Para cada grado de temperatura que sobrepase de 20°C, añada 0,36 gramos a los gramos de suelo que obtuvo de la tabla. Reste 0,36 por cada grado que quede por debajo de 20°C.
3. Luego, multiplique el valor de los gramos de suelo por la temperatura corregida/litro por 0,5 l para encontrar cuántos gramos de suelo tenemos en suspensión dentro de los cilindros de 500 ml. Esta respuesta



proporciona el número de gramos de limo más la arcilla de su muestra.

4. Repita el procedimiento 1, 2 y 3 para las lecturas de 12 minutos y 24 horas en el hidrómetro, empleando la lectura de la temperatura en cada período para corregir cada grado que sobrepase o esté por debajo de los 20°C. La lectura de 12 minutos corresponde a la cantidad de limo (según definición de ISSS) más la arcilla que está en su muestra la arena según la definición de la ISSS se habrá depositado en 12 minutos). La lectura a las 24 horas representa la cantidad de arcilla contenida en su muestra (todo el limo y la arena se han depositado a las 24 horas).
5. Para encontrar cuántos gramos de arena (según la USDA) tiene en su muestra, reste la cantidad de limo más arcilla que haya calculado en el paso 3 anterior por la cantidad original de suelo que utiliza en el Protocolo de Distribución del Tamaño de Partículas GLOBE (25 gramos). El porcentaje de arena es equivalente a los gramos de arena en la muestra dividido para 25 gramos (la cantidad original de suelo) y multiplicado por 100, para obtener el porcentaje.
6. Para calcular la cantidad de gramos y el porcentaje de arena (según la ISSS), repita el paso 5 para obtener los gramos de limo más la arcilla que obtuvo a los 12 minutos.
7. Los gramos de arcilla en su muestra es la cantidad de arcilla antes determinada y tomada de la lectura corregida a las 24 horas. Dividiendo los gramos de arcilla por el peso original de la muestra empleada (25 gramos) dará el porcentaje de arcilla de la muestra.
8. La cantidad de limo puede calcularse sumando los gramos de arcilla (paso 7) y arena (paso 5 para USDA o paso 6 para ISSS) y restando esa cantidad del peso de suelo añadido al cilindro (25 gramos). El porcentaje de limo se determina al dividir los gramos de limo por 25 gramos, o restando la suma del porcentaje de arena

más el porcentaje de arcilla del 100 por ciento.

9. Repita estos cálculos para las muestras de cada horizonte de su perfil de suelo. Utilice la Hoja de Trabajo de Cálculo para ayudarlo en su trabajo. Puede comparar sus resultados con los resultados finales que le serán devueltos luego de haber presentado los datos en bruto tomados de la Hoja de Trabajo de Datos de Mediciones de la Distribución del Tamaño de Partículas al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE .
10. Puede utilizar el procedimiento de Triángulo de Textura para determinar el nombre de la textura de su muestra que corresponde con la distribución de partículas según su tamaño.

*Tabla SU-AC-1: Tabla de Conversión (Gravedad Específica por Gramos de Suelo/l)*

Gravedad Específica	Gramos de Suelo/l	Gravedad Específica	Gramos de Suelo/l	Gravedad Específica	Gramos Suelo/l
0.9993	0	1.0136	23	1.0278	46
0.9996	0.5	1.0139	23.5	1.0281	46.5
0.9999	1	1.0142	24	1.0284	47
1.0002	1.5	1.0145	24.5	1.0288	47.5
1.0005	2	1.0148	25	1.0291	48
1.0009	2.5	1.0151	25.5	1.0294	48.5
1.0012	3	1.0154	26	1.0297	49
1.0015	3.5	1.0157	26.5	1.03	49.5
1.0018	4	1.016	27	1.0303	50
1.0021	4.5	1.0164	27.5	1.0306	50.5
1.0024	5	1.0167	28	1.0309	51
1.0027	5.5	1.017	28.5	1.0312	51.5
1.003	6	1.0173	29	1.0315	52
1.0033	6.5	1.0176	29.5	1.0319	52.5
1.0036	7.0	1.0179	30	1.0322	53
1.004	7.5	1.0182	30.5	1.0325	53.5
1.0043	8	1.0185	31	1.0328	54
1.0046	8.5	1.0188	31.5	1.0331	54.5
1.0049	9	1.0191	32	1.0334	55
1.0052	9.5	1.0195	32.5	1.0337	55.5
1.0055	10	1.0198	33	1.034	56
1.0058	10.5	1.0201	33.5	1.0343	56.5
1.0061	11	1.0204	34	1.0346	57
1.0064	11.5	1.0207	34.5	1.035	57.5
1.0067	12	1.021	35	1.0353	58
1.0071	12.5	1.0213	35.5	1.0356	58.5
1.0074	13	1.0216	36	1.0359	59
1.0077	13.5	1.0219	36.5	1.0362	59.5
1.008	14	1.0222	37	1.0365	60
1.0083	14.5	1.0226	37.5		
1.0086	15	1.0229	38		
1.0089	15.5	1.0232	38.5		
1.0092	16	1.0235	39		
1.0095	16.5	1.0238	39.5		
1.0098	17	1.0241	40		
1.0102	17.5	1.0244	40.5		
1.0105	18	1.0247	41		
1.0108	18.5	1.025	41.5		
1.0111	19	1.0253	42		
1.0114	19.5	1.0257	42.5		
1.0117	20	1.026	43		
1.012	20.5	1.0263	43.5		
1.0123	21	1.0266	44		
1.0126	21.5	1.0269	44.5		
1.0129	22	1.0272	45		
1.0133	22.5	1.0275	45.5		



## Hoja de Trabajo para Cálculo

- A. lectura de hidrómetro a 2 minutos \_\_\_\_\_
- B. temperatura a 2 minutos \_\_\_\_\_ ° C
- C. gramos/l de suelo (USDA limo + arcilla) de la tabla \_\_\_\_g/l
- D. corrección de la temperatura  $[(0,36 \times (B-20^{\circ}\text{C}))]$  \_\_\_\_ g
- E. limo corregido (USDA) y arcilla en suspensión (C+D) \_\_\_\_ g
- F. gramos de suelo (USDA limo + arcilla) en 500 ml  $(E \times 0,5)$  \_\_\_\_ g
- G. granos de arena (USDA)  $(25 \text{ g} - F)$  \_\_\_\_ g
- H. porcentaje de arena (definición USDA)  $[(G/25) \times 100]$  \_\_\_\_\_ %**
- I. lectura del hidrómetro a 12 minutos
- J. temperatura a 12 minutos \_\_\_\_\_ °C
- K. gramos/L de suelo (ISSS limo + arcilla) de la tabla \_\_\_\_g/l
- L. corrección de la temperatura  $[(0,36) \times (J - 20^{\circ}\text{C}) +$  \_\_\_\_ g
- M. limo corregido (ISSS) y arcilla en suspensión  $(K+L)$  \_\_\_\_ g
- N. gramos de suelo (ISSS limo + arcilla) en 500 ml  $(M \times 0,5)$  \_\_\_\_ g
- O. gramos de arena (ISSS)  $(25\text{g} - N)$  \_\_\_\_ g
- P. porcentaje de arena (definición ISSS)  $[(O/25) \times 100]$  \_\_\_\_\_ %**
- Q. gravedad específica a las 24 horas
- R. temperatura 24 horas \_\_\_\_\_ °C
- S. gramos/l de suelo (arcilla) de la tabla \_\_\_\_g/l
- T. corrección de temperatura  $[(0,36) \times (R-20^{\circ}\text{C})]$  \_\_\_\_ g
- U. arcilla corregida en suspensión  $(S+T)$  \_\_\_\_ g
- V. gramos de suelo (arcilla) en 500 ml  $(U \times 0,5)$  \_\_\_\_ g
- W. porcentaje de arcilla  $[(V/25) \times 100]$  \_\_\_\_\_ %
- X. gramos de limo (USDA)  $[25 - (G + V)]$  \_\_\_\_ g limo(USDA)
- Y. porcentaje limo (USDA)  $[(X/25) \times 100]$  \_\_\_\_\_ %
- Z. gramos de limo (ISSS)  $[25 - (O+V)]$  \_\_\_\_ g limo (ISSS)
- AA. porcentaje limo (ISSS)  $[(Z/25) \times 100]$  \_\_\_\_\_ %**



**Ejemplo**

Supongamos que lo siguiente fue registrado para las lecturas del hidrómetro a 2 minutos, 12 minutos y 24 horas:

	Gravedad Específica	Temperatura
2 minutos:	1.0125	21,0
12 minutos	1.0106	21,5
24 horas	1.0089	19,5

Para cada lectura del hidrómetro, correspondiente a gravedad específica, convierta a gramos/litro de suelo partiendo de la tabla de conversión y corrija el factor temperatura.

Para la lectura de 2 minutos, la lectura de gravedad específica del hidrómetro se acerca a 1.0126, que es equivalente a 21,5 gramos de limo (USDA) y de arcilla por litro en suspensión. Este valor es luego corregido para temperatura. Como la lectura de la temperatura correspondió a 1 grado más de 20°C, añada 0,36 a los 21,5 gramos/litro:

$$21,5 + 0,36 = 21,86 \text{ g/l}$$

A continuación, multiplique 21,86 g/L por 0,5 L (que correspondió al volumen de agua utilizado en el protocolo) para cambiar de gramos/litro a gramos:

$$21,86 \times 0,5 = 10,93, \text{ que puede redondearse a } 10,9 \text{ g}$$

Esta es la cantidad de limo (USDA) y arcilla en suspensión.

Para determinar la cantidad de arena USDA, reste 10,9 g de la cantidad original de suelo añadida en el Protocolo (25,0 g):

$$25,0 \text{ g} - 10,9 \text{ g} = 14,1 \text{ g de arena (USDA)}$$

Para calcular el porcentaje de arena en la muestra, divida 14,1 g por la cantidad original de suelo añadida en el Protocolo (25,0 g) y multiplique por 100 para obtener el porcentaje:

$$(14,1 \text{ g}/25,0 \text{ g}) \times 100 = 56,4\% \text{ de arena (USDA)}$$

Para la lectura de 12 minutos, la lectura de la gravedad específica se acerca más al 1.0105, que equivale a 18,0 gramos de limo (ISSS) y arcilla por litro en suspensión. Este valor es luego corregido en cuanto a temperatura. Como la lectura de la temperatura correspondió a 1,5

grados más sobre 20°C, añada 0,36 x 1,5 a los 18,0 gramos/litro:

$$0,36 \times 1,5 = 0,54$$

$$18,0 + 0,54 = 18,54 \text{ g/l}$$

Paso siguiente, multiplique 18,54 g/l por 0,5 l (que corresponde al volumen de agua utilizado en el protocolo) para cambiar de gramos/litro a gramos:

$$18,54 \times 0,5 = 9,27 \text{ que puede redondearse a } 9,3 \text{ g.}$$

Esta es la cantidad de limo (ISSS) y arcilla en suspensión.

Para determinar la cantidad de arena (ISSS), reste 9,3 g de la cantidad original de suelo que se añade en el Protocolo (25,0g):

$$25,0 \text{ g} - 9,3 \text{ g} = 15,7 \text{ g de arena (ISSS)}$$

Para calcular el porcentaje de arena en la muestra, divida 15,7g por la cantidad original de suelo añadida en el Protocolo (25,0 g) y multiplique por 100 para obtener el porcentaje:

$$(15,7 \text{ g}/25,0 \text{ g}) \times 100 = 62,8\% \text{ de arena (ISSS)}$$

**(Nota:** La cantidad de arena ISSS es mayor que la de arena USDA debido a que ISSS considera que la arena contiene partículas más finas, lo que USDA clasifica como limo).

Para la lectura a las 24 horas, la lectura de la gravedad específica correspondió a 1.0089, que puede ser leída directamente del cuadro como 15,5 g/l. Este valor representa la cantidad de arcilla por litro en suspensión. Los 15,5 g/l están entonces corregidos para temperatura. Como la lectura de la temperatura fue a 0,5 grados menos que 20°C, reste 0,36 x 0,5 partiendo de los 15,5 gramos/litro:

$$0,36 \times 0,5 = 0,18$$

$$15,5 - 0,18 = 15,32 \text{ g/l}$$

Paso siguiente, divida 15,68 g/l para 2 (multiplique por 0,5 l que sería el volumen de agua empleado en el protocolo) para cambiar gramos/litro a gramos:

$$15,32/2 = 7,66 \text{ que puede redondearse a } 7,7 \text{ g.}$$

Esta es la cantidad de arcilla que se encontraba en los 25 g originales o suelos utilizados en el Protocolo

Para calcular el porcentaje de arcilla que contiene la muestra, divida 7,7 gramos para la cantidad



original de suelo añadido en el Protocolo (25,0 g):

$$7,7 \text{ g}/25,0 \text{ g} = 30,8\% \text{ arcilla}$$

La cantidad de limo (USDA) se calcula sumando los gramos de arena (USDA) con los gramos de arcilla, y restando esa suma de la cantidad original de la muestra (25 g):

$$14,1 \text{ g (arena USDA)} + 7,7 \text{ g (arcilla)} = 21,8$$

$$25 \text{ g} - 21,8 \text{ g} = 3,2 \text{ g limo (USDA)}$$

que puede convertirse al porcentaje dividiendo para 25:

$$3,2/25 = 12,8\% \text{ o redondeado a } 12,8\% \text{ limo (USDA)}$$

La cantidad de limo (ISSS) se calcula sumando los gramos de arena (ISSS) para los gramos de arcilla, y restando esa suma de la cantidad original de la muestra (25 g):

$$15,7 \text{ g (ISSS arena)} + 7,7 \text{ g (arcilla)} = 23,4$$

$$25 \text{ g} - 23,4 \text{ g} = 1,6 \text{ g limo (ISSS)}$$

que puede convertirse a porcentaje, dividiéndole para 25:

$$1,6/25 = 6,4\% \text{ limo (ISSS)}$$

Para esta muestra, el resultado final sería:

	% Arena	%Limo	%Arcilla
USDA:	56,4	12,8	30,8
ISSS:	62,8	6,4	30,8

### Utilización del Triángulo de Textura para Determinar el Nombre de la Clase de Textura

Los científicos especializados en Suelos han creado clases que desglosan la distribución de los tamaños de las partículas (texturas de los suelos) en 12 categorías. El Triángulo de Textura 3 es una de las herramientas que los geólogos emplean para visualizar y comprender el significado de los nombres de las texturas de los suelos. Este Triángulo de Textura consta de un diagrama que muestra cómo cada una de estas 12 texturas se clasifican en base al porcentaje de arena, limo y arcilla contenidos en cada uno. (**Nota:** estos porcentajes se basan en la definición que la USDA tiene para arena y limo únicamente).

Siga estos pasos para determinar el nombre de la clasificación textural de su muestra de suelos:

1. Coloque una lámina plástica o papel sketch sobre el Triángulo de Textura 3.
2. Coloque el filo de una regla en el punto de la base del triángulo que representa el porcentaje de arena en su muestra. Coloque la regla sobre la línea que está inclinada, siguiendo la dirección que consta en el lado de porcentaje de arena.
3. Coloque el filo de una segunda regla en el punto del lado derecho del triángulo. Coloque la regla sobre la línea que se inclina en la dirección de los números que corresponden a porcentaje de limo.
4. Coloque la punta de un lápiz o marcador soluble en agua en el punto en que se juntan las dos reglas. Coloque el filo superior de una de las reglas sobre la marca y sostenga la regla en paralelo con las líneas horizontales. El número del lado izquierdo deberá corresponder al porcentaje de arcilla de la muestra. Note que la suma del porcentaje de arena, limo y arcilla deberán sumar 100.
5. El nombre descriptivo de la muestra de suelos (clase textural) está escrito en la zona sombreada donde está ubicada la marca. Si la marca cae directamente sobre una línea que está entre las dos descripciones, registre ambos nombres.

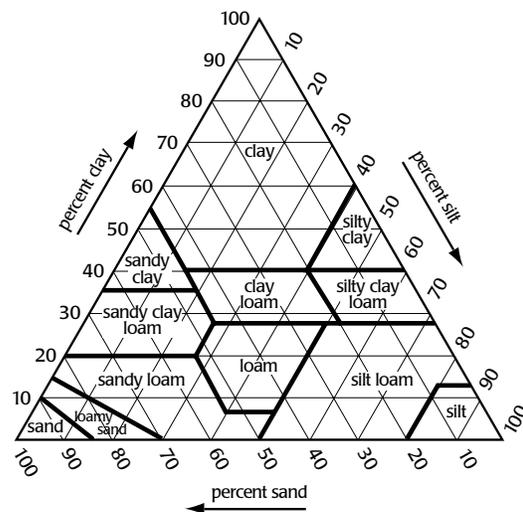


Figura SU-AC-4: Triángulo de Textura 3

Para el ejemplo dado anteriormente, la clase textural de la muestra de suelo deberán ser:



	% Arena	% Limo	% Arcilla
USDA:	56,4	12,4	32,2

### Ejercicios de Práctica

#### Hoja de Trabajo para Práctica de Textura de Suelos

Utilice los siguientes números para determinar cuál es el nombre de la textura que emplea el Triángulo de Textura. Cuando no haya número, llene los blancos (**Nota:** el monto de porcentajes de arena, limo y arcilla siempre deben sumar hasta el 100 por ciento):

	% Arena	%Limo	%Arcilla	Nombre de la Textura
a.	75	10	15	franco arenoso
b.	10	83	7	—
c.	42	—	37	—
d.	—	52	21	—
e.	—	35	50	—
f.	30	—	55	—
g.	37	—	21	—
h.	5	70	—	—
i.	55	—	40	—
j.	—	45	10	—

### La Ley de Stoke: Para Calcular el Tiempo de Sedimentación de las Partículas de Suelo

Dentro del Protocolo de Distribución del Tamaño de Partículas, las lecturas del hidrómetro debieron tomarse a intervalos de tiempo muy específicos para permitir que ya sea la arena o el limo se depositarán en el cilindro. A fin de determinar este tiempo para cada tamaño de partícula, utilizamos una ecuación derivada de la Ley de Stoke. Dicha Ley describe cuán rápidamente (la velocidad con que) cada partícula se demora en sedimentarse en función de su diámetro y las propiedades del líquido en el cual se está depositando. Una vez que se conoce la velocidad, se puede calcular el tiempo requerido para que una partícula de un diámetro dado pueda sedimentarse dentro de una profundidad dada en el agua.

La Ley de Stoke puede escribirse a manera de la siguiente ecuación:

$$V=kd^2$$

donde:

V = velocidad de sedimentación (en cm/segundo)

d = diámetro de la partícula en cm (como 0,2 cm-0,005 cm

para arena, 0,005 cm - 0,0002 cm para limo y <0,0002 cm. por día)

k = una constante que depende del líquido en el que se deposita una partícula,

la densidad de la partícula,

la fuerza de gravedad y la temperatura

( $8,9 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ sec}^{-1}$  para suelo en agua a 20°C)

### Ejemplo

Supongamos que quisiera calcular la cantidad de tiempo que le tomaría a una partícula de arena fina (0,1 mm) para sedimentarse. La distancia existente entre la marcación de 500 ml en su cilindro graduado y la base del cilindro es de alrededor de 27 cm.

1. Primero, convierta el diámetro de la partícula de mm a cm  
0,1 mm x 1 cm/10 mm = 0,01 cm.
2. Empleando la anterior ecuación, calcule los valores para el diámetro de la partícula, elévelo al cuadrado y multiplique por la constante.

$$V = 8900 \times (0,01)^2$$

$$0,89 \text{ cm/segundo}$$

3. Luego divida la distancia entre la marca de 500ml y la base de su cilindro para la velocidad que se calcula en el paso 2.  
 $27 \text{ cm}/0,89 \text{ cm por segundo}^{-1} = 30,33 \text{ segundos}$

Por ende, le tomaría alrededor de 30 segundos para que la arena fina, con un diámetro de 0,1 mm se deposite en la base del cilindro de 500 ml.



## Investigaciones Posteriores

1. Sienta la textura de una muestra húmeda de suelo. Empleando los Triángulos de Textura 1 y 2 dentro del Protocolo de Campo para Caracterización de los Suelos, determine la textura. Sentirá áspera la arena mientras que el limo se sentirá como polvo o harina. La arcilla se sentirá pegajosa y difícil de apretar, y probablemente se pegará a su mano. Fíjese en el Triángulo de Textura 3 y encuentre el nombre del tipo de textura al que corresponde este suelo. Trate de hacer un cálculo de cuanta arena, limo o arcilla forma parte de la muestra.
2. Practique la determinación del porcentaje de arena, limo y arcilla en muestras de estudiantes utilizando el método de «texturización» manual junto con el Triángulo de Textura 3. Los cálculos podrán entonces ser verificados con el procedimiento delineado en el Protocolo de Distribución del Tamaño de Partículas que nos dirá más cuantitativamente cuántos de esos tamaños de partículas se encuentran formando parte de la muestra.
3. Una vez que los estudiantes adquieran confianza para hacer un cálculo más exacto de la textura, diseñe un juego o competencia para ver cuál de los estudiantes puede acercarse más al cálculo de los valores reales determinados por el método de sedimentación.
4. Desarrolle una serie de muestras standard para la textura del suelo que pueden ser utilizadas por los estudiantes para determinar la textura de los suelos. Estas normas deberán incluir un ejemplo de cada una de las doce clases de textura, con un porcentaje de arena, limo y arcilla que constan enumeradas y que han sido definidas mediante el método de sedimentación.
5. Utilice el procedimiento de la Ley de Stoke para calcular la velocidad y tiempo de sedimentación para una partícula cuyo diámetro (en cm) que será de interés para los estudiantes. Cerciórese de utilizar el tamaño de las partículas en cm.



## Evaluación del Estudiante

Verifique que los estudiantes comprendan la relación que existe en la distribución del tamaño de partículas, comprobando cuán bien pueden determinar la clase textural de muestras desconocidas según su característica al tacto. Utilice ejercicios de práctica, tales como aquellos que se han planteado anteriormente, para determinar cuán bien pueden utilizar el Triángulo de Textura.

### Reconocimiento:

Adaptado de L.J. Johnson, 1979. *Introductory Soil Science: A Study Guide and Laboratory Manual* (Introducción a la Ciencia de los Suelos: Una Guía de Estudio y Manual de Laboratorio) MacMillan Pub. Co., Inc., N.Y.

# El Juego de los Datos



## **Propósito**

Aprender cómo interpretar los resultados de los datos, con el fin de minimizar los errores de las lecturas a la hora de registrar la información.

## **Visión General**

Los estudiantes participarán en un juego que les exigirá recoger datos, utilizando distintos instrumentos y realizando varios cálculos. Luego intentarán engañar a los otros equipos exagerando algunas cifras. Esta actividad se llevará a cabo, en primer lugar, con información acerca de los objetos del aula, luego con las mediciones de la humedad del suelo y, por último, con otros datos de GLOBE.

## **Tiempo**

Un período de clases

## **Nivel**

Todos

## **Conceptos Claves**

Medir y registrar los datos con precisión.  
Las interpretaciones ofrecen la

«sensación» de estar cuidando la calidad de la información.

Las interpretaciones constituyen una manera para recoger información poco usual, para posteriores investigaciones.

## **Destrezas**

*Medición y registro* de información

*Interpretación* de los valores de los datos

*Evaluación* de los valores de los datos basándose en su «razonabilidad».

## **Materiales y Herramientas**

Para los estudiantes menores:

Reglas

Cintas métricas

Tazas y cucharas con medidas

Para los estudiantes mayores:

Instrumentos de medición:

a. distancia

b. volumen

c. circunferencia

d. peso

## **Prerequisitos**

Ninguno

## **Antecedentes**

Los de Ciencias confían en la precisión de los datos enviados por las escuelas. No obstante, hasta el más cauteloso de los observadores puede cometer errores a la hora de recoger y registrar la información. Es pues, muy importante, asegurarse de que sus datos son lo más precisos que pueda. Una forma de evitar cometer errores es lograr que los estudiantes evalúen críticamente todas las cifras que escriban. ¿Suena razonable este número? ¿Aún es posible que aparezca esta cifra? A medida que sus alumnos se vayan familiarizando cada vez más con las mediciones que están realizando, irán aprendiendo mejor lo que deben esperar.

Existen dos elementos necesarios para que los estudiantes puedan juzgar si los valores de la

información son razonables. En primer lugar, pídale que comprendan estas unidades de medida: ¿Cuál es la distancia de un metro? ¿Cuánta agua entra en un litro? ¿Cuánto pesa un litro de agua? En segundo lugar, es preciso que sus alumnos tengan un sentido de la gama de valores de datos del protocolo que deben esperar obtener: ¿Cuáles son los valores mayores y menores que se debe esperar con respecto al contenido de agua del suelo? ¿Y para la temperatura del aire?

En esta actividad, sus estudiantes se enfrentarán a estos dos elementos recurriendo a un juego. Trabajarán en grupos para recoger y registrar la información. Luego, alterarán algunos valores para que los otros estudiantes adivinen los que son incorrectos, atendiendo al criterio de si estos



valores son o no «razonables».

La aplicación de este criterio constituye una habilidad de importancia fundamental, puesto que exige que los estudiantes conozcan los valores que esperan y que además asuman responsabilidades personales para asegurar la exactitud de la información. Se debe poner énfasis en la posibilidad de que los estudiantes recojan datos precisos que no esperaban obtener. El considerar lo que se debe esperar también les ayudará a reconocer si en alguna ocasión sus datos no fueron comunes y si requieren más investigación.

### **Qué Hacer y Cómo Hacerlo**

#### **Etapa 1 - Estimación de datos acerca de los objetos del aula.**

1. Divida a la clase en equipos de cuatro estudiantes. Dé a cada equipo instrumentos de medición y pídale que recojan datos acerca del aula. Cada equipo debe recopilar y registrar entre 5 y 10 valores de datos sobre el aula.

#### **Los estudiantes principiantes deben:**

contar el número de libros, baldosas, dedos, etc., que hay en el aula  
medir la longitud de diez libros, de la habitación, la circunferencia del escritorio, etc.

medir la cantidad de agua de un vaso, del lavabo, etc.

#### **Los estudiantes del nivel intermedio deberán:**

medir y añadir distancias (la altura del escritorio y de todos los pupitres del aula).  
calcular la altura de todos los libros apilados juntos.

#### **Los estudiantes del nivel avanzado pueden hacer lo siguiente:**

Calcular metros cuadrados, centímetros cúbicos, volumen y pesos.

2. A continuación, pida a cada equipo que «disfrace» parte de su información exagerando las cifras. Por ejemplo, un cubo con un volumen de 10 cm debe ser cambiado por 20 ó, incluso, 200 cm. Cuanto menor sea la exageración, mayor será el desafío al que deben enfrentarse los demás alumnos. (Quizás pueda imponer la

norma de que el valor exagerado debe ser al menos el doble del valor medido).

3. Cada equipo por turnos reporta sus datos. Los otros deben adivinar si el informe es exacto o no. El equipo que acierta gana un punto.
4. Después de que todos los equipos hayan reportado sus datos por turnos, el equipo con más puntos es el ganador.
5. Al final de esta actividad, analice el proceso de interpretación y el concepto de si la información es razonable o no. Cabe la posibilidad de repetir esta actividad para ver si mejora el desenvolvimiento de los estudiantes.

#### **Etapa 2. Estimación de los datos del contenido del agua**

Sus estudiantes aplicarán el mismo concepto utilizando para la humedad del suelo (puede usar el juego de los datos para cualquier información). Asimismo, puede utilizar los datos sobre la humedad del suelo que sus estudiantes han recogido como parte del protocolo, o la información sobre humedad del suelo obtenida en las muestras que los estudiantes trajeron de sus casas como parte de la actividad: *¿Qué cantidad de agua retiene?*

Según se describe en la etapa 1, pida a sus estudiantes que modifiquen los valores reales correspondientes al contenido de agua del suelo y luego pida al resto que adivinen cuáles son los valores exactos y cuáles han sido exagerados. Aplique el puntaje tal y como se ha explicado anteriormente.

#### **Etapa 3. Usar información procedente del Servidor de Datos del estudiante GLOBE.**

1. Pida a sus alumnos que ingresen al Servidor de Datos del Estudiante GLOBE y revisar la información relacionada con el contenido de agua del suelo que ha sido recolectada en otros sitios GLOBE. Deben buscar los siguientes datos:
  - la gama de información para cada profundidad
  - la gama de información de las escuelas cercanas
  - la gama de información de las escuelas



- ubicadas en zonas áridas, bosques o zonas de pastizales  
los valores más comunes
2. Analice estos datos y pida a sus estudiantes que reflexionen acerca de la forma en que esta información puede ayudarles a desenvolverse mejor en el Juego de los Datos.
  3. Jueguen nuevamente, esta vez utilizando la información global del Servidor de GLOBE.
  4. Analice con sus alumnos la razón por la que este proceso, de revisar primero la información de las muestras para tener una impresión de lo que se debe esperar, constituye un paso esencial a la hora de interpretar los valores y de juzgar si son «razonables» o no.
  5. Puede repetir esta actividad con cualquiera de los conjuntos de datos de GLOBE.
  6. Asimismo, es muy importante resaltar el hecho de que los datos anormales, a menudo denominados «ajenos», no tienen por qué ser necesariamente incorrectos, pero sí es preciso analizarlos con mayor atención. De hecho, estos datos ajenos son a menudo los más interesantes y los que ameritan posteriores investigaciones.
  7. Si cualquiera de los valores obtenidos en el servidor de datos de los estudiantes de GLOBE parece no estar correcto, pida a sus alumnos que se comuniquen a través del correo electrónico con la escuela de donde procede la información. Pídales una explicación del valor anormal o sugiera que quizás deban prestar más atención en sus mediciones subsiguientes.

### **Adaptaciones para Estudiantes del Nivel Intermedio y Avanzado**

Con los estudiantes mayores se puede realizar un gráfico sobre la base de la información (especialmente en la etapa #3), para luego añadir la gama, los datos ajenos, los valores promedio, los valores más comunes, etc.. También pueden analizar la razón por la que existen variaciones de un lugar a otro, en el conjunto global de datos, lo cual, a su vez, se basa en una mejor comprensión del dominio de la ciencia, como el suelo por ejemplo.

### **Investigaciones Posteriores**

Cuando sus estudiantes tengan problemas a la hora de conocer cuáles son los valores típicos de un protocolo, pueden recurrir al juego de datos. Asegúrese de revisar con ellos el protocolo y los conjuntos de datos obtenidos de las muestras, para que cuenten con una base con la que puedan evaluar si los resultados son razonables o no.

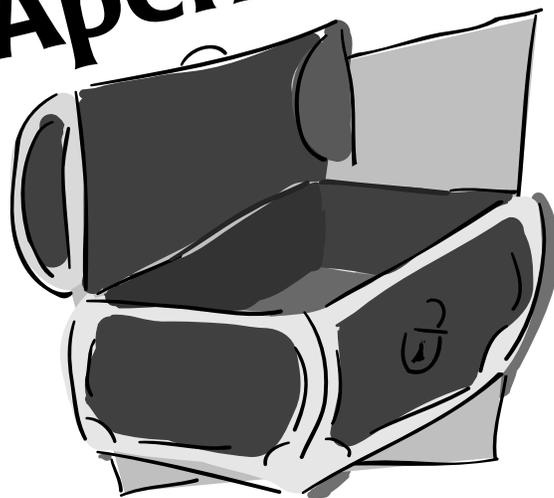
Con regularidad, revise el contenido del agua del suelo así como la información enviada por otras escuelas, con el fin de buscar errores o datos ajenos. Comuníquese con otras escuelas por medio del correo electrónico de GLOBE para analizar estos valores anormales.

### **Evaluación de los Estudiantes**

Periódicamente, cuando sus estudiantes realicen los protocolos de GLOBE, pídale a uno de ellos que anuncie los valores a toda la clase, incluyendo aquellos que sean erróneos y fíjese si hay alguien que logre detectar estos equívocos. Puede premiar, a aquel estudiante que descubra los errores, con una estrella de GLOBE o con cualquier otro premio de acuerdo a su edad. ¡Asegúrese de que el error sea corregido antes de que la información sea enviada a GLOBE!



# Apéndice



***Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos***

***Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa:***

***Técnicas de Fosa y Cerca a la Superficie***

***Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa - Técnica Barrena***

***Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño de Partículas***

***Hoja de Trabajo de Datos de pH de los Suelos***

***Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos***

***Hoja de Trabajo de Humedad de los Suelos del Sitio de Estudio***

***Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos. Patrón Estrella***

***Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos. Patrón Transversal***

***Hoja de Trabajo de Datos del Bloque de Yeso Diario***

***Hoja de Trabajo de Datos de Calibración del Bloque de Yeso Anual***

***Hoja de Trabajo de Datos de Infiltración de los Suelos***

***Hoja de Trabajo de Datos de Temperatura de los Suelos***

***Hoja de Información de la Caracterización de los Suelos***

***Triángulo de Textura 3***

***Glosario***

***Hojas de Ingreso de Datos en la Web de GLOBE***

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos

Nombre del Lugar: \_\_\_\_\_ Formulario No. \_\_\_\_\_ Pendiente: \_\_\_\_\_ ° MUC: \_\_\_\_\_

Método (elija uno) Fosa o Cerca de la superficie \_\_\_\_\_ Barrena \_\_\_\_\_ Perfil de Suelos Ya Expuesto \_\_\_\_\_

Otras Características del Lugar: \_\_\_\_\_

HORIZONTE (letra o número)	PROFUNDIDAD AL TOPE (cm)	PROFUNDIDAD DE BASE (cm)	HUMEDAD (mojado, húmedo seco)	ESTRUCTURA (tipo)	COLOR PRINCIPAL (código del libro de color)	COLOR SECUNDARIO (código del libro de color)	CONSISTENCIA (suelta, deleznable, firme, compacta)	TEXTURA (nombre)	ROCAS (ninguna, pocas, muchas)	RAÍCES (ninguna, pocas, muchas)	CARBONATOS (ninguno, ligeros, fuertes)

NOTAS:

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa: Técnicas de Fosa y Cerca a la Superficie

Fecha de Recopilación de datos: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

### Muestra Número 1

- A. Volumen del recipiente: \_\_\_\_\_ ml      E. Peso de suelo seco (D-B): \_\_\_\_\_ g  
B. Peso del recipiente: \_\_\_\_\_ g      F. Peso de las rocas: \_\_\_\_\_ g  
C. Peso de la muestra en mojado: \_\_\_\_\_ g      G. Volumen del agua sin rocas: \_\_\_\_\_ ml  
D. Peso de la muestra seca: \_\_\_\_\_ g      H. Volumen del agua y rocas: \_\_\_\_\_ ml  
I. Volumen de rocas (H-G): \_\_\_\_\_ ml  
J. Densidad de Masa [(E-F)/(A-I)]: \_\_\_\_\_ g/ml (cm<sup>3</sup>)

### Muestra Número 2

- A. Volumen del recipiente: \_\_\_\_\_ ml      E. Peso de suelo seco (D-B): \_\_\_\_\_ g  
B. Peso del recipiente: \_\_\_\_\_ g      F. Peso de las rocas: \_\_\_\_\_ g  
C. Peso de la muestra en mojado: \_\_\_\_\_ g      G. Volumen del agua sin rocas: \_\_\_\_\_ ml  
D. Peso de la muestra seca: \_\_\_\_\_ g      H. Volumen del agua y rocas: \_\_\_\_\_ ml  
I. Volumen de rocas (H-G): \_\_\_\_\_ ml  
J. Densidad de Masa [(E-F)/(A-I)]: \_\_\_\_\_ g/ml (cm<sup>3</sup>)

### Muestra Número 3

- A. Volumen del recipiente: \_\_\_\_\_ ml      E. Peso de suelo seco (D-B): \_\_\_\_\_ g  
B. Peso del recipiente: \_\_\_\_\_ g      F. Peso de las rocas: \_\_\_\_\_ g  
C. Peso de la muestra en mojado: \_\_\_\_\_ g      G. Volumen del agua sin rocas: \_\_\_\_\_ ml  
D. Peso de la muestra seca: \_\_\_\_\_ g      H. Volumen del agua y rocas: \_\_\_\_\_ ml  
I. Volumen de rocas (H-G): \_\_\_\_\_ ml  
J. Densidad de Masa [(E-F)/(A-I)]: \_\_\_\_\_ g/ml (cm<sup>3</sup>)

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Densidad de Masa. Técnica de la Barrena

Fecha de Recopilación de datos: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

### Muestra Número 1

- |  |  |    |  |
|--|--|----|--|
| A.   | Profundidad de muestra: Tope _____ cm                              | G. | Peso de muestra en seco: _____ g                         |
| B.   | Profundidad de muestra: Fondo _____ cm                             | H. | Peso de suelo en seco (G-E) _____ g                      |
| C.   | Diámetro del hueco: _____ cm                                       | I. | Peso de las rocas _____ g.                               |
| D.   | Volumen del orificio $\pi x(C/2)^2 x(B-A)$ : _____ cm <sup>3</sup> | J. | Volumen de agua sin rocas: _____ ml.                     |
| E.   | Peso del recipiente _____ g  | K. | Volumen del agua con rocas: _____ ml.                    |
| F.   | Peso de la muestra mojada _____ g                                  | L. | Volumen de las rocas (K-J): _____ ml. (cm <sup>3</sup> ) |
| M. Densidad de Masa [(H-I)/(D-L)]: _____ g/cm <sup>3</sup> |  |    |  |

### Muestra Número 2

- |  |  |    |  |
|--|--|----|--|
| A.   | Profundidad de muestra: Tope _____ cm                              | G. | Peso de muestra en seco: _____ g                         |
| B.   | Profundidad de muestra: Fondo _____ cm                             | H. | Peso de suelo en seco (G-E) _____ g                      |
| C.   | Diámetro del hueco: _____ cm                                       | I. | Peso de las rocas _____ g.                               |
| D.   | Volumen del orificio $\pi x(C/2)^2 x(B-A)$ : _____ cm <sup>3</sup> | J. | Volumen de agua sin rocas: _____ ml.                     |
| E.   | Peso del recipiente _____ g  | K. | Volumen del agua con rocas: _____ ml.                    |
| F.   | Peso de la muestra mojada _____ g                                  | L. | Volumen de las rocas (K-J): _____ ml. (cm <sup>3</sup> ) |
| M. Densidad de Masa [(H-I)/(D-L)]: _____ g/cm <sup>3</sup> |  |    |  |

### Muestra Número 3

- |  |  |    |  |
|--|--|----|--|
| A.   | Profundidad de muestra: Tope _____ cm                              | G. | Peso de muestra en seco: _____ g                         |
| B.   | Profundidad de muestra: Fondo _____ cm                             | H. | Peso de suelo en seco (G-E) _____ g                      |
| C.   | Diámetro del hueco: _____ cm                                       | I. | Peso de las rocas _____ g.                               |
| D.   | Volumen del orificio $\pi x(C/2)^2 x(B-A)$ : _____ cm <sup>3</sup> | J. | Volumen de agua sin rocas: _____ ml.                     |
| E.   | Peso del recipiente _____ g  | K. | Volumen del agua con rocas: _____ ml.                    |
| F.   | Peso de la muestra mojada _____ g                                  | L. | Volumen de las rocas (K-J): _____ ml. (cm <sup>3</sup> ) |
| M. Densidad de Masa [(H-I)/(D-L)]: _____ g/cm <sup>3</sup> |  |    |  |

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Distribución del Tamaño de Partículas

Fecha de Recopilación de Datos: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad del Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

Distancia desde la marca de 500 ml hasta la base del cilindro graduado: \_\_\_\_\_ cm.

Temperatura para Calibración de Hidrómetro \_\_\_\_\_ °C

### Muestra Número 1

A. Lectura del hidrómetro a 2 minutos: \_\_\_\_\_ C. Lectura del hidrómetro a 12 minutos \_\_\_\_\_

B. Temperatura a 2 minutos: \_\_\_\_\_ °C D. Temperatura a 12 minutos \_\_\_\_\_ °C

E. Lectura del hidrómetro a 24 horas \_\_\_\_\_

F. Temperatura a las 24 horas: \_\_\_\_\_ °C

### Muestra Número 2

A. Lectura del hidrómetro a 2 minutos: \_\_\_\_\_ C. Lectura del hidrómetro a 12 minutos: \_\_\_\_\_

B. Temperatura a 2 minutos: \_\_\_\_\_ °C D. Temperatura a 12 minutos: \_\_\_\_\_ °C

E. Lectura del hidrómetro a 24 horas: \_\_\_\_\_

F. Temperatura a las 24 horas: \_\_\_\_\_ °C

### Muestra Número 3

A. Lectura del hidrómetro a 2 minutos: \_\_\_\_\_ C. Lectura del hidrómetro a 12 minutos: \_\_\_\_\_

B. Temperatura a 2 minutos: \_\_\_\_\_ °C D. Temperatura a 12 minutos: \_\_\_\_\_ °C

E. Lectura del hidrómetro a 24 horas: \_\_\_\_\_

F. Temperatura a las 24 horas: \_\_\_\_\_ °C

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de pH de los Suelos

Fecha de Recopilación de Datos: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Método de Medición del pH (señale uno): \_\_\_\_\_ cinta \_\_\_\_\_ pluma \_\_\_\_\_ medidor

---

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 2**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 3**

- A. pH del agua antes  
añadir suelo \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

---

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 2**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 3**

- A. pH del agua antes  
añadir suelo \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

---

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 2**

- A. pH del agua antes  
de añadir suelo: \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

**Muestra Número 3**

- A. pH del agua antes  
añadir suelo \_\_\_\_\_
- B. pH de la mezcla de agua  
y suelo: \_\_\_\_\_

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Fertilidad de los Suelos

Fecha de Obtención de Muestra: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
 Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 2**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 3**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
 Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 2**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 3**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

Horizonte Número: \_\_\_\_\_ Profundidad de Horizonte: Superior \_\_\_\_\_ cm  
 Inferior \_\_\_\_\_ cm

**Muestra Número 1**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 2**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

**Muestra Número 3**  
 Nitrato (N): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Fósforo (P): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_  
 Potasio (K): Alto \_\_\_ Med \_\_\_ Bajo \_\_\_ Ninguno \_\_\_

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Humedad de los Suelos del Sitio de Estudio

Genere un nombre único para su sitio y proporcione direcciones concretas al respecto.

Nombre del Sitio: \_\_\_\_\_

Direcciones: \_\_\_\_\_

Coordenadas: LATITUD: \_\_\_\_\_ LONGITUD: \_\_\_\_\_ ELEV: \_\_\_\_\_ m

Fuente de Lat/Lon (indique una): GPS \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

### Metadatos del Lugar

Distancia hasta la principal medición de lluvias o refugio para instrumentos: \_\_\_\_\_ m; Dirección \_\_\_\_\_

Distancia hasta el Lugar de Muestreo para la Caracterización de Suelos más cercano: Sitio: \_\_\_\_\_ m; Dirección: \_\_\_\_\_

### Estado del Sitio de Estudio para Contenido de los suelos:

Natural \_\_\_\_\_ Arado \_\_\_\_\_ Nivelado \_\_\_\_\_ Rellenado \_\_\_\_\_ Compacto \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

### Cobertura del Suelo:

Suelo Desnudo \_\_\_\_\_ Hierba Corta (<10 cm) \_\_\_\_\_ Pasto Largo (10 cm) \_\_\_\_\_

### Cobertura de Dosel:

Abierta \_\_\_\_\_, Algunos Arboles de 30 m \_\_\_\_\_, Follaje Superior \_\_\_\_\_

Estructuras dentro de 30 m: Ninguna \_\_\_\_\_, Si (describa el tamaño) \_\_\_\_\_

### Caracterización de los Suelos:

(Tome estos valores de la Hoja de Trabajo de Datos de Caracterización de los Suelos correspondiente al Sitio de Muestreo de Caracterización de Suelos que se encuentre más cercano)

	0-5 cm	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm
Estructura	_____	_____	_____	_____	_____
Color	_____	_____	_____	_____	_____
Consistencia	_____	_____	_____	_____	_____
Textura	_____	_____	_____	_____	_____
Rocas:	_____	_____	_____	_____	_____
Raíces:	_____	_____	_____	_____	_____
Densidad de Masa	_____	_____	_____	_____	_____

### Distribución de Tamaño de Partículas de Suelo:

% Arena \_\_\_\_\_

% Limo \_\_\_\_\_

% Arcilla \_\_\_\_\_

Escogió las definiciones de USDA \_\_\_\_\_ ó ISSS \_\_\_\_\_ en cuanto a arena y limo?



# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos: Patrón Estrella

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del recolector de la Muestra/Analista/Registrador: \_\_\_\_\_

Fecha de Obtención de Muestra: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_ (horas y minutos) Señale Uno: TU \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Condiciones Actuales: ¿El suelo está saturado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Método de Secado: 95-105°C horno \_\_\_\_\_; 75-95°C horno \_\_\_\_\_; Microonda \_\_\_\_\_

Tiempo Promedio de Secado: \_\_\_\_\_ (horas y minutos)

Ubicación desde el Centro de la Estrella (opcional) \_\_\_\_\_ Distancia desde el Centro de la Estrella: \_\_\_\_\_

Observaciones:

### **Muestras Cercanas a la Superficie:**

Muestra Número	Profundidad de Muestra	Recipiente Número	A Peso en Mojado (g)	B Peso en Seco (g)	C Peso del Agua (A-B)	D Peso Recipiente (g)	E Peso Suelo (B-D)	F Contenido Suelo/Agua (C/E)x100
1	0-5 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	10 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2	0-5 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	10 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3	0-5 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	10 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

### **Muestras de Profundidad:**

Profundidad de Muestra	Recipiente Número	A Peso en Mojado (g)	B Peso en Seco (g)	C Peso del Agua (A-B)	D Peso Recipiente (g)	E Peso Suelo (B-D)	F Contenido Suelo/Agua (C/E)x100
0-5 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
30 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
60 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
90 cm	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Humedad de los Suelos: Patrón Transversal

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del recolector de la Muestra/Analista/Registrador: \_\_\_\_\_

Fecha de Obtención de Muestra: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_ (horas y minutos) Señale Uno: TU \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Condiciones Actuales: ¿El suelo está saturado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Método de Secado: 95-105°C horno \_\_\_\_\_; 75-95°C horno \_\_\_\_\_; Microonda \_\_\_\_\_

Tiempo Promedio de Secado: \_\_\_\_\_ (horas y minutos)

### Metadatos Diarios: (opcional)

Largo de Línea: \_\_\_\_\_ m Orientación Magnética: Espaciamiento de Estación: \_\_\_\_\_ m

### Direcciones:

Los transversales deben ser de 50m de largo, ubicados a campo abierto. Las mediciones se hacen 12 veces al año durante un intervalo regular de su elección. Ingrese los datos de las muestras recogidas entre 0-5 cm (10 muestras sencillas más 1 muestra triple):

### Observaciones:

Muestra Número	Compensación desde extremo de Transversal (m)	Recipiente Número	A Peso en Mojado (g)	B Peso en Seco (g)	C Peso del Agua (A-B)	D Peso del Recipiente (g)	E Peso del Suelo (B-D)	F Contenido de Suelo/Agua (C/E)x1001
1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
8	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
9	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
11	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
12	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
13	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos del Bloque de Yeso Diario

Nombre del Lugar: \_\_\_\_\_

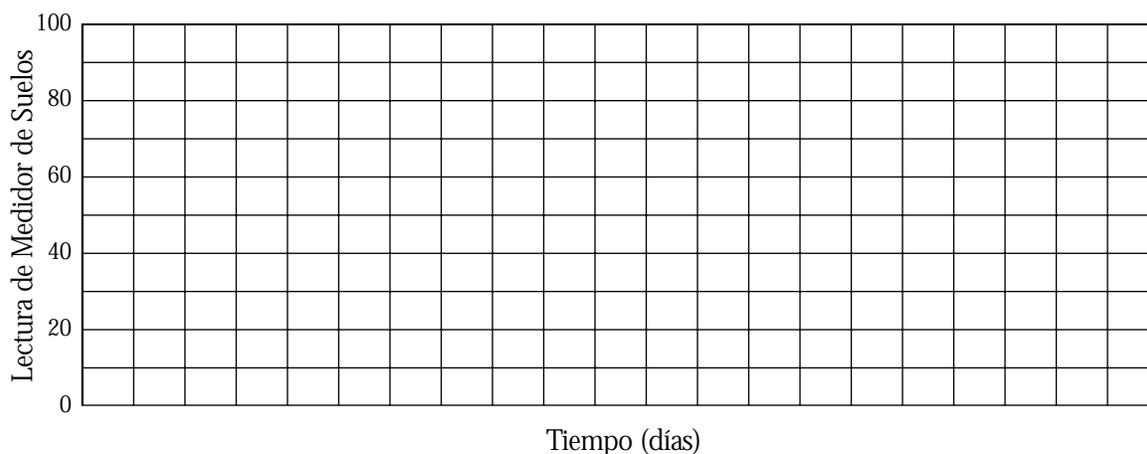
Nombre y Dirección del colegio: \_\_\_\_\_

Nombre del Profesor Coordinador de GLOBE: \_\_\_\_\_

Fecha en que comenzó a usar esta curva de calibración SWC: \_\_\_\_\_

### Observaciones:

Medición				Nombre de los Observadores	Medición de humedad de los suelos				Curva SWC de calibración			
#	Fecha	Hora (TU)	¿Está el suelo saturado? Si o No		10 cm	30 cm	60 cm	90 cm	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												



# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Calibración del Bloque de Yeso Anual

Nombre del Lugar: \_\_\_\_\_

Nombre y Dirección del Colegio: \_\_\_\_\_

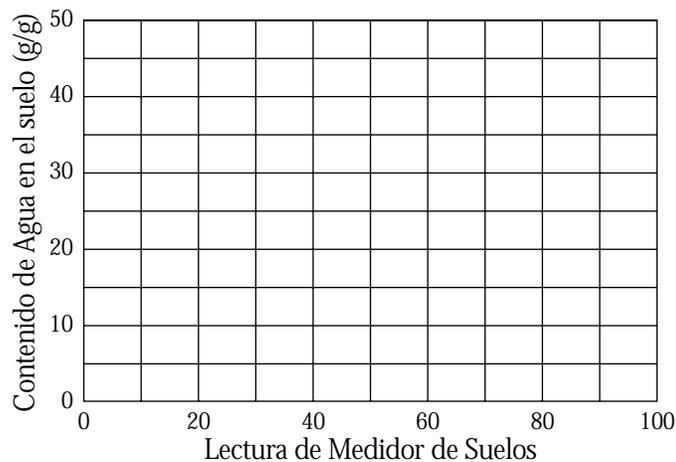
Nombre del Profesor Coordinador de GLOBE: \_\_\_\_\_

Método de Secado (señale uno): 95-105°C horno \_\_; 75-95° C horno \_\_; microondas \_\_\_\_\_

Tiempo de Secado Promedio: \_\_\_\_\_ (horas o minutos)

### Observaciones

Medidas				Datos correspondientes a 30 cm de profundidad únicamente						
#	Fecha	Hora (TU)	Nombre de los Observadores	A. Peso en Mojado (g)	B. Peso en Seco (g)	C. Peso del Agua (A-B)	D. Peso de Lata (g)	E. Peso de Suelo Seco (B-D)	F. Contenido de Agua en el suelo (C/E)x100	G. Lectura de Medidores
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										



# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Infiltración de los Suelos

Nombre del sitio:

Nombre del recolector de la Muestra/Analista/Registrador:

Fecha de Obtención de Muestra: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_ (horas y minutos) Señale Uno: TU \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Distancia desde la Marcación del Sitio de Estudio para Contenido de Humedad de los Suelos \_\_\_\_\_ m

Número de Serie de Muestreos: \_\_\_\_\_ Ancho de su Banda Referencial: \_\_\_\_\_ mm

Diámetro: Anillo Interno: \_\_\_\_\_ cm Anillo Externo: \_\_\_\_\_ cm

Alturas de Bandas de Referencia por Sobre el Nivel Superficial: Superior: \_\_\_\_\_ mm Inferior: \_\_\_\_\_ mm

Contenido de Saturación de Agua en los suelos por debajo del infiltrómetro, luego del experimento:

A. Peso en Mojado: \_\_\_\_\_ g B. Peso en Seco: \_\_\_\_\_ g C. Peso del Agua (A-B): \_\_\_\_\_ g

D. Peso del Recipiente \_\_\_\_\_ g E. Peso del Suelo Seco (B-D): \_\_\_\_\_ g F. Contenido de Agua en el Suelo (C/E)x 100 \_\_\_\_\_

### **Metadatos Diarios/Comentarios: (opcional)**

### **Direcciones:**

Tome 3 juegos de mediciones de tasas de infiltración dentro de un área de 5 m de diámetro, utilizando una hoja de trabajo de datos diferentes para cada juego. Cada uno de ellos consiste de varios registros de tiempo para la misma caída en el nivel de agua o cambia hasta que el flujo se torna constante o hayan transcurrido los 45 minutos. A continuación registre sus datos correspondientes a un juego de las mediciones de infiltración que haya tomado.

El formulario que consta a continuación está dispuesto de tal manera que lo ayude a calcular la tasa de flujo.

Para análisis de datos, haga funcionar la Tasa de Flujo(F) versus el Tiempo Medio (D)

### **Observaciones:**

	A. Inicio		B. Final		C. Intervalo (min.) (B-A)	D. Tiempo (min.) (A+C/2)	E. Cambio en el Nivel del Agua (mm.)	F Tasa de Flujo (mm./min.) (E/C)
	(min.)	(seg.)	(min.)	(seg.)				
1	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
2	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
3	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
4	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
5	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
6	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
7	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
8	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____
9	___	___	___	___	_____	_____	_____	_____

# Investigación de Suelos

## Hoja de Trabajo de Datos de Temperatura de los Suelos

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_

Nombre del recolector de la Muestra/Analista/Registrador: \_\_\_\_\_

Fecha de Obtención de Muestra: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_ (horas y minutos) Señale Uno: TU \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Termómetro de suelos Esfera \_\_\_\_\_ Digital \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

Condiciones Actuales: ¿Lluvia durante las últimas 24 horas? Si \_\_\_ No \_\_\_

### Metadatos Diarios/Comentarios: (opcional)

#### Direcciones:

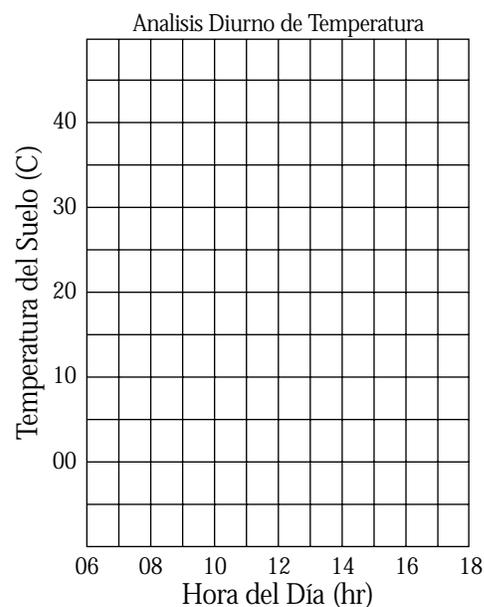
Tome 3 juegos de mediciones de temperatura adyacente al patrón de Estrella o de la Caseta de Protección de los Instrumentos de Atmósfera, a una profundidad de 5 y 10 cm cada semana. Utilice las líneas de muestra que constan a continuación (3 muestras x 2 profundidades = 6 mediciones). Termine las mediciones con un intervalo de 20 minutos entre una y otra y dentro de 1 hora del mediodía solar local.

O

Mida la variación diurna de la temperatura de suelos por cada estación, o por lo menos 3 veces al año, tomando la temperatura de los suelos a 5 y 10 cm, cada 2 a 3 horas durante el día. Utilice tantas líneas de muestra como constan a continuación según lo precise (trate de tener por lo menos 5). Esto debe hacerse durante dos días consecutivos. Reporte cada día por separado. Se dispone de espacio adicional para clases que quieran reportar datos diurnos con mayor frecuencia o durante más horas. Emplee el gráfico que consta a continuación para planificar las temperaturas de los suelos versus la realidad del día.

#### Observaciones:

Muestra Número	Hora		Temperatura	
	(hora)	(min.)	5cm (C)	10 cm (C)
1	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____	_____
8	_____	_____	_____	_____

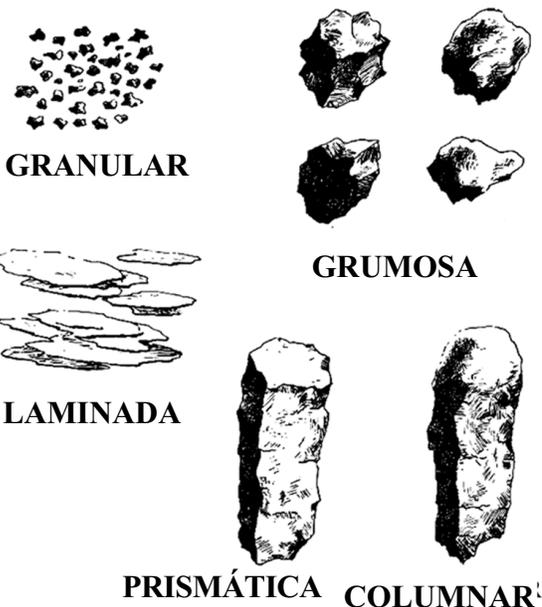


# Investigación de Suelos

## Hoja de Información de la Caracterización de los Suelos

### A: Estructura del Suelo

Tome una muestra del suelo no alterado que tiene en su mano (tomado ya sea de la fosa o de la pala, taladro o barrena). Fíjese cuidadosamente en el suelo que tiene en su mano y examine su estructura. La estructura del suelo consiste de la forma que toma el suelo en base a sus propiedades físicas y químicas. Cada estructura independiente de suelo se denomina un grumo o terrón. Existen algunas posibilidades de selección en cuanto a la estructura de los suelos y son:



Opciones de Estructura de los Suelos

A veces el suelo puede carecer de estructura, lo que significa que dentro de un horizonte, los grumos de suelo no tienen una forma. En ese caso, la estructura de el suelo puede definirse como suelta o compacta. El suelo suelto es similar al de la playa o el del patio de juegos donde las partículas independientes de arena no se adhieren entre sí. Compacta es cuando el suelo se junta en grandes masas que no se rompen en ningún patrón definido.

Resulta común ver más de un tipo de estructura en una misma muestra de suelos. Registre en sus hojas de datos únicamente el tipo de estructura que resulta más común en esa muestra. Discútanlo y pónganse de acuerdo con respecto a

la principal estructura que se aprecia; registrenla como suelta o compacta.

### B: Color del suelo

Tome un grumo de cada horizonte y anote en la hoja de datos si es que está húmedo, seco o mojado. Si es que está seco, humedézcalo ligeramente con agua de su botella. Rompa el grumo y compare el color de dentro de la superficie con el cuadro de color del suelo. Párese con el sol por sobre su hombro de manera que la luz del sol ilumine el cuadro de color y también la muestra que está examinando. Registre en la hoja de datos el código respectivo (letra y número) del color que consta en el cuadro y que más se aproxima al color del suelo. A veces, una misma muestra podría tener más de un color. Registre un máximo de dos colores de ser necesario, e indique (1) el Color Principal, y (2) el Segundo Color. Nuevamente, lleguen a un acuerdo con respecto a estos colores.

### C: Consistencia del Suelo

Tome un grumo del horizonte de suelo. Registre en la hoja de datos si es que el grumo está húmedo, mojado o seco. Si el suelo está muy seco, humedezca la cara del perfil empleando una botella de agua con tapa con surtidor, y luego extraiga un grumo para determinar cuál es su consistencia. Tomándolo entre pulgar e índice, apriete suavemente hasta que se deshace o rompe. Registre en la hoja de datos una de las siguientes categorías pertinentes a la consistencia de los grumos de suelo:

**Suelto:** Tiene dificultad en encontrar un grumo y la estructura se deshace antes de que pueda manipularla.

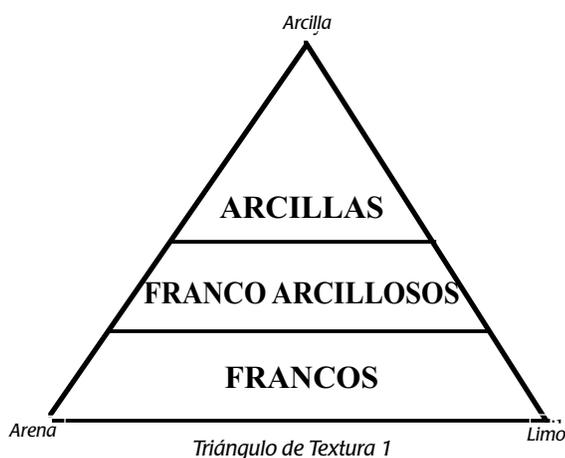
**Frágil:** El grumo se rompe con una pequeñísima presión.

**Firme:** Los grumos se rompen cuando usted aplica presión y le deja una marca los dedos antes de romperse.

**Extremadamente Duro:** El grumo no puede romperse entre los dedos (¡necesita un martillo!).

### D: Textura de los Suelos

La textura de los suelos describe la manera como se siente el suelo cuando la frota entre sus dedos. La textura difiere dependiendo del tamaño de las partículas que se encuentran en los suelos. Arena, limo y arcilla son nombres que describen el tamaño de las partículas independientes que forman parte de los suelos. La arena es la mayor de ellas y se siente áspera al tacto. El limo es de tamaño mediano y se siente *harinoso* o *sedoso*. La arcilla constituye la partícula más pequeña y se siente pegajosa y resulta difícil de exprimir. Es más común encontrar una combinación de estos diferentes tamaños de partículas dentro de una misma muestra de suelos. Utilice el siguiente procedimiento y los 2 triángulos de textura que constan a continuación para determinar el nombre de textura de cada horizonte de suelo dentro del perfil.



1. Tome una muestra de suelo de alrededor del tamaño de una bola de golf y añada suficiente agua para humedecerla. Trábjela con sus dedos hasta que la humedad se reparta con igualdad. Luego exprímala entre su pulgar e índice con un movimiento de chasquido para tratar de formar una «cinta» de suelo.
2. Refiérase a la Triangulación de Textura 1 y sienta la arcilla. Esta se siente extremadamente pegajosa (se pega a las manos y es difícil de manipular), se endurece y precisa de mucha presión entre pulgar e índice para formar una cinta. Si así se siente su muestra, deberá clasificarse como arcilla, según consta en el Triángulo de Textura 1.

3. Si el suelo se siente ligeramente pegajoso y es un tanto más suave de exprimir, se la clasifica como un suelo franco y consiste de arcilla, limo y partículas de arena.
  4. Si es que el suelo se siente suave, uniforme y fácil de exprimir, se la clasifica como franco.
- A continuación, clasifique más detalladamente el nombre de la textura mediante la utilización de la Triangulación de Textura 2:



1. Sienta la consistencia de la misma muestra de suelos, pero concéntrese en cómo se siente la arena. Si el suelo se siente muy uniforme, sin la aspereza de la arena, añada la palabra limo a su clasificación (según el Triángulo de Textura 1), luego como arcillo limoso, según muestra el Triángulo de Textura 2. Esto significa que su muestra de suelo tiene más partículas de limo que de arena.
  2. Si el suelo se siente áspero, añada el término arenoso a su clasificación original de suelo (del Triángulo de Textura 1), tal como arcilla arenosa, según consta en el Triángulo de Textura 2. Esto significa que la muestra de suelos que ha recogido tiene más partículas de arena que de limo.
  3. Si siente algo de arena, pero no muchísima, esto significa que tiene aproximadamente la misma cantidad de arena que de limo. Su clasificación original del Triángulo de Textura 1 (arcilla, franco arcilloso o franco) se mantiene.
- La textura del suelo también se puede sentir diferente dependiendo de cuán mojada o seca esté, cuánta materia orgánica porte y el tipo de minerales de arcilla que contenga. Cuando sienta



la textura de los suelos, cerciórese de añadir la misma cantidad de agua a cada muestra de suelos de manera que pueda comparar con mayor exactitud las texturas de una y otra.

Registre en la hoja de trabajo el nombre de la textura de suelo en el que los estudiantes se han puesto de acuerdo. Si es muy estrecho el empate entre dos tipos diferentes de textura, incluya ambos. Además, anote si es que la muestra estaba seca, mojada o húmeda al momento de ser examinada.



### **E: Presencia de Raíces**

Observe y registre si es que hay pocas, muchas o ninguna raíz en el horizonte.

### **F: Presencia de Rocas**

Observe y registre si es que hay pocas, muchas o ninguna roca en el horizonte. Una roca se define como mayor que 2 mm en tamaño.



### **G: Prueba para Detectar Carbonatos Liberados**

Desarrolle esta prueba rociando vinagre en el suelo. Si hay presencia de carbonatos, habrá una reacción química entre el vinagre y los carbonatos que producirá dióxido de carbono. Cuando se produce dióxido de carbono, burbujea o entra en *efervescencia*. Mientras más carbonatos están presentes, más efervescencia se observará.

1. Fíjese cuidadosamente en el perfil de su suelo para detectar una capa blanquecina del suelo y rocas, lo que podría ser indicio de carbonatos liberados que se encuentran presentes.
2. Ponga aparte una porción salido de la fosa o muestra del orificio de la sonda que no haya tocado sus manos y utilícela para llevar a cabo la prueba de carbonatos.
3. Luego de haber terminado de caracterizar otras propiedades del suelo, compruebe la presencia de carbonatos liberados. Abra la botella de ácido y comenzando desde el fondo del perfil y subiendo por el mismo, rocíe vinagre sobre las partículas de suelo. Observe cuidadosamente la presencia de

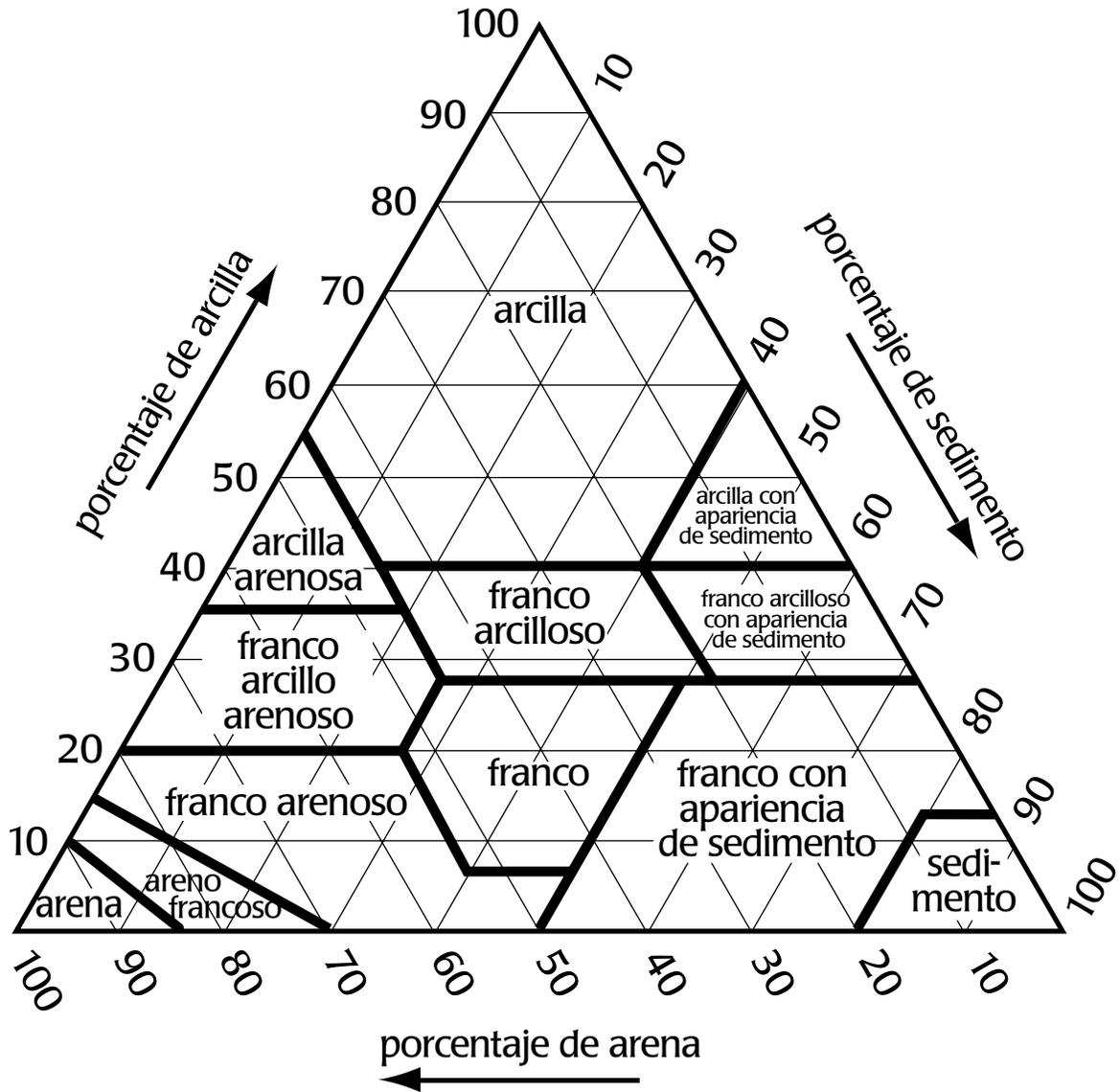


efervescencia.

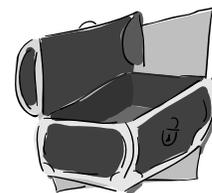
4. Para cada registro de horizonte, habrá que registrar uno de los siguientes resultados de la Prueba para detectar Carbonatos Liberados:
  - Ninguna: si no observa reacción alguna, el suelo no tiene carbonatos.
  - Ligera: si es que observa una acción ligeramente efervescente; esto es indicativo de la presencia de algunos carbonatos.
  - Fuerte: Si es que se produce una fuerte reacción (por ejemplo, grandes y abundantes burbujas) esto es indicativo de que hay muchos carbonatos.
5. Si es que utilizó la técnica de la Barrena coloque la muestra de vuelta en el hueco una vez que haya terminado. No la traiga de vuelta a la aula.

# Investigación de Suelos

## Triángulo de Textura 3



# Glosario



## Aluvial

Transportado por el agua de un lugar a otro.

## Cálculo

Un nódulo compuesto de químicos concentrados en los suelos (por ejemplo, óxidos de hierro, óxidos de manganeso, carbonatos de calcio).

## Capa de residuos (o desperdicios)

La capa residual que cubre el suelo de un bosque, y que está comprendida de hojas, pequeñas ramas, briznas, ramas, tallos y frutas que proceden de los árboles circundantes.

## Capa vegetal

El término común para denominar a la capa superior y expuesta de los suelos.

## Cara

La manera en que el perfil de los suelos o una sección de los mismos se ve expuesta.

## Carbonatos liberados

Materiales carbonatados que forman capas sobre los suelos y que reaccionan con un ácido para formar gas de dióxido de carbono.

## Ciclo diurno

Un ciclo diario, intervalo básico repetitivo de 24 horas. Todos los procesos que están dominados por el sol son diurnos. Como contraste, las mareas son ciclos que se repiten dos veces al día.

## Columnar

Tipo de estructura del suelo en la que los grumos, terrones (o partículas) tienen la forma de una columna con bordes redondeados. Se encuentran en regiones áridas.

## Consistencia de los suelos

La dificultad o facilidad que ofrece un grumo para ser roto al momento de apretarlo.

## Deleznable

Cierta consistencia de los suelos en la que los grumos de suelo «revientan» cuando se los aprieta entre pulgar e índice ejerciendo una pequeña presión.

## Disolución

Los suelos, entre otros compuestos, comienzan a disolverse en unidades

menores cuando se ponen en contacto con el agua.

## Distribución del tamaño de partículas

La cantidad (en porcentaje) de cada tipo de arena, limo y arcilla que conforman una muestra de suelo.

## Efervescencia

El burbujeo que ocurre cuando un gas comienza a salir de un líquido; por ejemplo, cuando el gas de dióxido de carbono generado por la reacción de capas de carbonato que yacen en los suelos comienza a salir como burbujas ácidas a través de líquido acético.

## Eluviación

La remoción de materiales en un horizonte donde se encuentran «iluviados» o depositados en un horizonte más bajo.

## Erosión

La remoción y movimiento de materiales terrosos a causa del agua, viento, hielo o gravedad, así como a causa de actividades humanas tales como la agricultura o la construcción.

## Estructura de los suelos

La forma de las unidades de suelo (grumos) que se producen naturalmente dentro de un horizonte de suelos. Algunas estructuras de los suelos son granulares, grumosas, prismáticas, columnares o platelares. Los suelos también pueden carecer de estructura si es que no se conforman en partículas como grumos. En este caso, podrían constituir una masa consolidada o permanecer como partículas individuales (de un solo grano).

## Evaporación

El agua sobre la superficie del Suelo o en los suelos absorbe el calor que proviene del sol hasta el punto en que se evapora y se convierte en parte de la atmósfera.

## Gravimétrico

Relacionado con la medición según el peso o variaciones dentro de un campo gravitacional.

## Grumo o terrón

Una unidad independiente de estructura natural de suelo o acumulación de la misma



(tal como gránulo, bloque, columnar, prisma o platillo).

**Harinosa**

Que tiene la contextura al tacto de la harina de trigo: uniforme y suave, como polvo.

**Hidrómetro**

Un instrumento que se basa en los principios de flotación utilizados para medir la gravedad específica de un líquido con respecto a la gravedad específica del agua pura, a una temperatura específica.

**Horizonte**

Una capa individual dentro de los suelos que tiene su propia y única característica (tales como color, estructura, textura u otras propiedades) que la tornan diferente de los demás estratos que forman parte del perfil de los suelos.

**Horizontes de suelo**

Una unidad identificable de suelos debido a su color, estructura o textura.

**Humus**

Aquella parte del perfil de los suelos que está compuesta de materia orgánica descompuesta perteneciente a plantas y animales muertos y en estado de putrefacción.

**Iluviación**

El depósito de materiales transportados por el agua de un horizonte a otro dentro del suelo (tales como arcilla o nutrientes en solución).

***in situ***

Vocablo en Latín que significa la posición o ubicación original.

**Litósfera**

La capa exterior de alma y roca en un planeta se denomina «litósfera» que se origina en la palabra Griega «lithos» que significa «piedra».

**Materia orgánica**

Cualquier material vegetal o animal que se añade al suelo.

**Metadatos**

Datos sobre datos. Los datos de humedad de los suelos precisa contar con metadatos que describan la cobertura terrestre y posibles fuentes de agua a fin de poder interpretarse apropiadamente.

**Nomenclatura**

Un conjunto específico de nombres acordados por muchas personas o científicos.

**Pedogénesis**

La formación de perfiles de suelos dependiendo de cinco factores de formación

(clima, material original, topografía, organismos, y tiempo) para crear la Pedosfera.

**Pedosfera**

La fina capa externa del Suelo que está comprendida por los suelos. La pedosfera actúa como un integrador entre atmósfera, biosfera, litosfera e hidrosfera del Suelo.

**Perfil de suelos**

La «cara» de un suelo que ha sido cortado verticalmente y muestra los diferentes horizontes y propiedades del suelo a profundidad.

**Prismática**

Un tipo de estructura de suelo en la que los grumos de suelo tienen la forma de un prisma.

**Sobrenadante**

Líquido que se deposita sobre suelo sedimentado y que es más limpio que el suelo.

**Subsuelo**

El término común para denominar a las capas que yacen debajo de la capa vegetal de los suelos.

**Transpiración**

El agua que existe en las plantas escapa o transpira hacia la atmósfera a medida que las estomas se abren para intercambiar carbono por oxígeno.

**Transversal**

En cualquier estudio de campo (o en las afueras), un corte transversal consiste de una línea de estudio, a menudo dividida en intervalos, de donde se recogen las varias observaciones y muestras.

**Textura de los suelos**

Es la manera como se «siente» el suelo cuando se la aprieta entre los dedos o en la mano. La textura depende de la cantidad de arena, limo y arcilla incluida en la muestra (distribución del tamaño de partículas), así como otros factores (cuán húmeda sea, cuánta materia orgánica porte, el tipo de arcilla que tiene, etc.)

**Uniforme**

Este término se emplea en su sentido tradicional como propiedades características similares; dos palabras relacionadas son homogéneo (distribuida con igualdad) y normal (distribuido en torno un valor central promedio y descrito a manera de una ecuación estadística).

# Investigación del Suelo



Hoja de Ingreso de Datos sobre el Sitio de Muestreo de Caracterización de los Suelos

---

## Nombre del Establecimiento

### Día y hora de la medición

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento actual: 1997 junio 18, 20 TU

Nombre del Sitio:

Por favor, provea en este momento tanta información como pueda, de la que se le pide a continuación. Cuando obtenga información adicional haga un click en el botón "Ingreso de datos"  (Entry Button) y vaya a "Editar un Sitio de Estudio" (Edit a Study Site).

Fuente de datos:  GPS  Otros

Latitud:  grados  minutos  Norte  Sur del Ecuador

(Ingrese los datos con el formato 56 grados, 12,84 minutos y marque si se encuentra al norte o al sur).

Longitud:  grados  minutos  Este  Oeste del meridiano principal.

(Ingrese los datos con el formato 102 grados, 43,90 minutos y marque si se encuentra al este o al oeste).

Elevación:  metros

Pendiente del sitio:  grados

Las muestras de suelo fueron tomadas de:  Hoyo en el suelo  Hueco del Excavador  Primeros 10 cm de la superficie del suelo  
 Excavación  Corte de una carretera  Otra fuente

La ubicación del sitio está:  Cerca del Sitio de Estudio de humedad del suelo  Cerca del Sitio de Estudio de aguas superficiales  
 En o cerca del Sitio de Estudio de Biología  En otro sitio

Material parental del suelo (si se conoce):  Lecho de roca  Depósito Glacial  Depósito volcánico  Depósito de un riachuelo  
 Arena movida por el viento  Depósito de un lago ancestral  Depósito marino  Depósito coluvial  Otro  No se conoce

Ingrese el nivel y código MUC más detallados:

Ingrese el nombre MUC:

---



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Nombre de la Escuela

Tiempo de Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento actual: junio 18, 1997, 20 TU

Ubicación del sitio muestra:

---

Después de que usted envíe los datos de abajo, se le dará un Menú para que ingrese sus datos restantes sobre Caracterización de los Suelos.

Número del horizonte (comenzando desde arriba):

Horizonte del suelo:  O  A  E  B  C  R

Profundidad de la parte superior de la muestra (cm)

Profundidad de la parte inferior de la muestra (cm)

---



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos de Descripción de los Horizontes del Suelo

#### Nombre de la Escuela:

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del sitio muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

Estatus de humedad:

Estructura:

Color predominante:  Otro color:

Ejemplo de una entrada sobre el color(Hue: valor/cromo): 7.5R:2.5/2

Consistencia:

Textura:

Rocas:

Raíces:

Carbonatos:

Comentarios:



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos de la Densidad del Suelo

#### Nombre de la Escuela

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del sitio muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

#### Muestra 1

Para el método del hoyo:

Volumen de la muestra:  ml

Para el método del excavador:

Profundidad de la parte superior de la muestra  cm

Profundidad de la parte inferior de la muestra  cm

Diámetro del hueco  cm

Peso del suelo húmedo y del recipiente:  g

Peso del suelo seco y del recipiente:  g

Peso del recipiente vacío:  g

Peso de las piedras que contenía la muestra de suelo seco:  g

Volumen de agua antes de añadir las piedras:  ml

Volumen de agua después de añadir las piedras:  ml

Densidad del suelo:  g/ml

#### Muestra 2.

Para el método de hoyo:

Volumen de la muestra:  ml

Para el método del excavador:

Profundidad de la parte superior de la muestra  cm

Profundidad de la parte inferior de la muestra  cm

Diámetro del hueco  cm

Peso del suelo húmedo y del recipiente:  g

Peso del suelo seco y del recipiente:  g

Peso del recipiente vacío:  g

Peso de las piedras que contenía la muestra de suelo seco:  g

Volumen de agua antes de añadir las piedras:  ml

Volumen de agua después de añadir las piedras:  ml

Densidad del suelo:  g/ml

**Muestra 3.**

Para el método del hoyo:

Volumen de la muestra:  ml

Para el método de excavador:

Profundidad de la parte superior de la muestra  cm

Profundidad de la parte inferior de la muestra  cm

Diámetro del hueco  cm

Peso del suelo húmedo y del recipiente:  g

Peso del suelo seco y del recipiente:  g

Peso del recipiente vacío:  g

Peso de las piedras que contenía la muestra de suelo seco:  g

Volumen de agua antes de añadir las piedras:  ml

Volumen de agua después de añadir las piedras:  ml

Densidad del suelo:  g/ml

Comentarios:



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos del Método 1996 de Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo

#### Nombre de la Escuela

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del sitio muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

---

#### Muestra 1

Suelo Total (ml):  40 segundos (ml):  30 minutos (ml):

#### Muestra 2

Suelo Total (ml):  40 segundos (ml):  30 minutos (ml):

#### Muestra 3

Suelo Total (ml):  40 segundos (ml):  30 minutos (ml):

#### Comentarios:

Enviar

Borrar



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos del Método de Hidrómetro de Distribución del Tamaño de Partículas del Suelo

#### Nombre de la Escuela

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del sitio muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

Temperatura a la que el Hidrómetro fue calibrado:  grados Celcius.

Distancia entre la línea de los 500 ml y la base del cilindro:  cm

#### Muestra 1

Lecturas del Hidrómetro:

2 minutos:  (Estándar de la USDA para arcilla y limo que quedan en suspensión)

12 minutos:  (Estándar de la ISSS para arcilla y limo que quedan en suspensión)

24 horas:  (Arcilla que queda en suspensión)

Temperatura de la mezcla de agua y suelo:

2 minutos:  grados C

12 minutos:  grados C

24 horas:  grados C

#### Muestra 2

Lecturas del Hidrómetro:

2 minutos:  (Estándar de la USDA para arcilla y limo que quedan en suspensión)

12 minutos:  (Estándar de la ISSS para arcilla y limo que quedan en suspensión)

24 horas:  (Arcilla que queda en suspensión)

Temperatura de la mezcla de agua y suelo:

2 minutos:  grados C

12 minutos:  grados C

24 horas:  grados C

#### Muestra 3

Lecturas del Hidrómetro:

2 minutos:  (Estándar de la USDA para arcilla y limo que quedan en suspensión)

12 minutos:  (Estándar de la ISSS para arcilla y limo que quedan en suspensión)

24 horas:  (Arcilla que queda en suspensión)

Temperatura de la mezcla de agua y suelo:

2 minutos:  grados C  
12 minutos:  grados C  
24 horas:  grados C

Comentarios:



*NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.*

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos de pH del Suelo

#### Nombre de la Escuela

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del Sitio de Muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

---

#### pH del Agua Destilada Antes de Añadirle el Suelo:

Prueba 1:  Prueba 2:  Prueba 3:

#### pH del Agua Con El Suelo:

Prueba 1:  Prueba 2:  Prueba 3:

Medido Con:

#### Comentarios



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Caracterización de los Suelos

### Hoja de Ingreso de Datos de Fertilidad del Suelo

#### Nombre de la Escuela

Fecha de la Medición: 14 de mayo de 1997.

Hora de la Medición: 14 TU

Ubicación del Sitio de Muestra: Tester2000

Horizonte número: 1

---

#### Muestra 1

Nitrógeno:

Fósforo:

Potasio:

#### Muestra 2

Nitrógeno:

Fósforo:

Potasio:

#### Muestra 3

Nitrógeno:

Fósforo:

Potasio:

#### Comentarios



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado

# Investigación del Suelo



## Hoja de Ingreso de Datos de Humedad de los Suelos del Sitio de Estudio

---

### Nombre de la Escuela

#### Momento de la Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora:

Momento actual: 18 de junio de 1997, 20 TU

Nombre del Sitio:

Elija un nombre único que describa la ubicación de su sitio

Por favor, provea en este momento tanta información como pueda, de la que se le pide a continuación. Cuando obtenga información adicional haga un click en el botón "Ingreso de datos"  (Entry Button) y vaya a "Editar un Sitio de Estudio" (Edit a Study Site).

Fuente de datos:  GPS  Otros

Latitud:  grados  minuto  Norte  Sur del Ecuador

(Ingrese los datos con el formato 56 grados, 12,84 minutos y marque si se encuentra al norte o al sur).

Latitud:  grados  minuto  Este  Oeste del meridiano principal.

(Ingrese los datos con el formato 102 grados, 43,90 minutos y marque si se encuentra al este o al oeste).

Elevación:  metros

Distancia Desde el Sitio Hasta la Caseta de Protección de Instrumentos:  metros

Dirección:  N  NE  E  SE  S  SO  O  NO

Distancia Hasta El Agujero Para Caracterización de los Suelos Más Cercanos a la Superficie:  metros

Dirección:  N  NE  E  SE  S  SO  O  NO

Superficie del sitio del suelo:  Natural  Arada  Escalonada  Relleno Sanitaril  Compacta  Otra

Cobertura de suelo:  suelo descubierto  pasto corto (<10 cm)  pasto largo (>10 cm)

Cobertura del dosel:  Abiertc  Algunos árboles en un radio de 30 m  Dosel cerrado

Características promedio del suelo: arena  % limo  % arcilla  %

Rocas:  ninguna  pocas  muchas

Raíces:  ninguna  pocas  muchas

Ingrese el nivel y código MUC más detallados:

Ingrese el Nombre MUC :

---

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Humedad de los Suelos

### Protocolo de Estrella Cerca de la Superficie

#### Nombre de la Escuela

##### Momento de la Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento actual: 18 de junio de 1997, 20 TU

Ubicación del Sitio de Estudio:

¿Está saturado el suelo?  Sí  No

Método de Secado:

Tiempo Promedio de Secado: Horas  Minutos

Ingrese los datos de sus tres muestras tomadas a una profundidad entre 0 y 5 cm:

Recipiente Número: 1:  2:  3:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g): 1:  2:  3:

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g): 1:  2:  3:

Peso del Recipiente Vacío (g): 1:  2:  3:

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100): 1:  2:  3:

Ingrese los datos de sus tres muestras tomadas a una profundidad de 10 cm:

Recipiente Número: 1:  2:  3:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g): 1:  2:  3:

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g): 1:  2:  3:

Peso del Recipiente Vacío (g): 1:  2:  3:

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100): 1:  2:  3:

##### Comentarios



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Humedad de los Suelos

### Protocolo del Transecto Cerca de la Superficie

### Nombre de la Escuela

#### Momento de la Medición

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento Actual: 18 de junio de 1997, 20 UT

Ubicación del Sitio de Estudio:

¿Está saturado el suelo?  Sí  No

Método de Secado:

Tiempo Promedio de Secado Horas:  Minutos:

---

Ingrese los datos de sus tres muestras tomadas a una profundidad entre 0 y 5 cm (10 muestras únicas más una muestra triple):

#### Muestra 1

Recipiente Número:

Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

#### Muestra 2

Recipiente Número:

Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

#### Muestra 3

Recipiente Número:

Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

#### Muestra 4

Recipiente Número:

Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 5**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 6**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 7**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 8**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 9**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 10**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g)

Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 11**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 12**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra 13**

Recipiente Número:   
Distancia Compensada desde el Final hasta el Transecto (m):   
Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):   
Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):   
Peso del Recipiente Vacío (g):   
Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

Comentarios:



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Humedad de los Suelos

### Protocolo de Profundidad y Bloques de Yeso

#### Nombre de la Escuela

##### Momento de la Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento Actual: 18 de junio de 1997, 20 TU

Ubicación del Sitio de Estudio:

¿Está saturado el suelo?  Si  No

Tiempo Promedio de Secado Horas:  minutos:

Método de Secado:

##### Fecha en la que fueron instalados los Bloques de Yeso:

Año:  Mes:

---

#### Ingrese los Datos del Protocolo de Profundidad y Bloques de Yeso o ambos.

##### Muestra tomada entre 0-5 cm de profundidad:

###### PERFIL DE PROFUNDIDAD:

Recipiente Número:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

###### PROTOCOLO DE LOS BLOQUES DE YESO:

Lectura del Medidor de Humedad del Suelo:

Curva de Calibración del Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

##### Muestra tomada a 10 cm de profundidad:

###### PERFIL DE PROFUNDIDAD:

Recipiente Número:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

###### PROTOCOLO DE LOS BLOQUES DE YESO:

Lectura del Medidor de Humedad del Suelo:

Curva de Calibración del Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra tomada a 30 cm de profundidad:**

**PERFIL DE PROFUNDIDAD:**

Recipiente Número:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**PROTOCOLO DE LOS BLOQUES DE YESO:**

Lectura del Medidor de Humedad del Suelo:

Curva de Calibración del Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra tomada a 60 cm de profundidad:**

**PERFIL DE PROFUNDIDAD:**

Recipiente Número:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**PROTOCOLO DE LOS BLOQUES DE YESO:**

Lectura del Medidor de Humedad del Suelo:

Curva de Calibración del Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Muestra tomada a 90 cm de profundidad:**

**PERFIL DE PROFUNDIDAD:**

Recipiente Número:

Peso del Suelo Húmedo y el Recipiente (g):

Peso del Suelo Seco y el Recipiente (g):

Peso del Recipiente Vacío (g):

Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**PROTOCOLO DE LOS BLOQUES DE YESO:**

Lectura del Medidor de Humedad del Suelo:

Curva de Calibración del Contenido de Agua del Suelo (g/g x 100):

**Comentarios**



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Temperatura de los Suelos

### Nombre de la Escuela

#### Momento de la Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora: ingrese la hora abajo

Momento Actual: 18 de junio de 1997, 20 TU

Ubicación del Sitio de Estudio:  

---

### Ingrese todos los datos de temperatura del suelo registrados en un día:

Termómetro del Suelo:

¿Ha llovido durante las últimas 24 horas?  Si  No

#### Muestra 1:

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

#### Muestra 2:

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

#### Muestra 3:

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

#### Muestra 4:

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

#### Muestra 5:

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

**Muestra 7:**

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

**Muestra 8:**

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

**Muestra 9:**

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

**Muestra 10:**

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

**Muestra 11:**

Hora de la Medición (TU):  Minutos:

Temperatura a 5 cm:  grados C

Temperatura a 10 cm:  grados C

Comentarios:



NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.

# Investigación de Suelos

## Hoja de Ingreso de Datos de Infiltración de los Suelos

### Nombre de la Escuela

#### Momento de la Medición:

Año:  Mes:  Día:  Hora:  TU

Momento Actual: 18 de junio de 1997, 20 TU

Ubicación del Sitio de Estudio:

---

Registre sus datos para cada uno de los tres grupos de mediciones de infiltración que realice.

Número de Muestra:

#### Cambio en el Nivel del Agua (Intervalo de Profundidad):

Altura sobre el Nivel del Suelo (Marca Superior):  mm

Altura sobre el Nivel del Suelo (Marca inferior):  mm

Diámetro del Anillo Interno:  cm

Diámetro del Anillo Externo:  cm

Contenido de Agua del Suelo Saturado por Debajo de los Anillos (0 - 5 cm) al Final del Experimento:

---

Ingrese abajo la secuencia de las horas relacionadas con cada experimento continuo de infiltración:

#### Hora de Inicio #1:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Finalización #1:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Inicio #2:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Finalización #2:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Inicio #3:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Finalización #3:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Inicio #4:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Finalización #4:

Hora:  Minutos:  Segundos:

#### Hora de Inicio #5:

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Finalización #5:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Inicio #6:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Finalización #6:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Inicio #7:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Finalización #7:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Inicio #8:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Finalización #8:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Inicio #9:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Hora de Finalización #9:**

Hora:  Minutos:  Segundos:

**Comentarios:**



*NOAA/Laboratorio de Sistemas de Predicción, Boulder, Colorado.*