

Suelos Como Esponjas: ¿Cuánta Agua Puede Contener un Suelo?

Objetivo General

Dar a conocer al alumnado las mediciones gravimétricas del contenido de agua calculando la cantidad del agua en una esponja y en muestras de suelo; pesando las muestras antes y después de secarlas.

Visión General

El alumnado determina la humedad en una esponja después de escurrirla y deja que el agua se evapore. También mide la cantidad de agua que se ha evaporado de las muestras de suelo.

Objetivos Didácticos

El alumnado comprenderá que los objetos pueden almacenar una cantidad específica de agua que se puede determinar.

El alumnado será capaz de extrapolar este concepto al suelo pesando muestras de suelo húmedo y seco, y calculando la cantidad del agua contenida en el suelo.

Conceptos de Ciencias

Ciencias de la Tierra y del Espacio

Los componentes de la Tierra son rocas sólidas, suelo, agua, biota, y los gases de la atmósfera. Los suelos tienen propiedades como el color, textura, estructura, consistencia, densidad, pH, fertilidad; y son el soporte de muchos tipos de plantas.

La superficie de la Tierra va cambiando.

Frecuentemente los suelos están dispuestos en capas, cada una con una composición química y una textura diferente.

Los suelos están formados por minerales (menores de 2 mm), materia orgánica, aire y agua.

El agua circula por el suelo modificando las propiedades tanto del suelo como del agua.

Habilidades de Investigación Científica

Identificar preguntas y respuestas relacionadas con este protocolo.

Diseñar y dirigir una investigación.

Utilizar herramientas y técnicas apropiadas incluyendo las matemáticas para recoger, analizar e interpretar datos.

Describir y explicar, predecir y desarrollar modelos usando la evidencia.

Comunicar procedimientos y explicaciones.

Tiempo

Aproximadamente dos períodos de clase para las actividades iniciales de la esponja y del suelo; después 10-15 minutos por día durante 3 días aproximadamente, una vez que el material está seco.

Nivel

Medio y secundario

Materiales y Herramientas

Balanza

Varias esponjas con propiedades diferentes (por ejemplo el tamaño, la forma, el grosor, el tamaño de poro y el número de poros)

Muestras de suelo

Bandeja para colocar las esponjas y las muestras húmedas de suelo.

Papel milimetrado (para un nivel medio o avanzado)

Requisitos Previos

Cnocimiento de fracciones, decimales y álgebra simple

Antecedentes

Muchos objetos pueden almacenar agua. Para los seres vivos, esta agua es esencial para la supervivencia. En la Tierra, el suelo tiene la capacidad de almacenar cantidades importantes de agua que puede estar disponible para las plantas y animales que viven en y sobre el suelo. La humedad en el suelo también afecta al tiempo, al clima y al uso de la tierra. La comunidad científica utiliza los datos de humedad del suelo para predecir qué crecerá en un área, cómo cambiará el clima, cuándo puede haber inundaciones o sequías y cuál es el mejor uso del suelo en un determinado lugar.

Un modo de calcular la humedad del suelo es realizar una medición gravimétrica de una muestra de suelo. Gravimétrico significa encontrar el peso, o la fuerza de gravedad de un objeto. La masa es la cantidad de materia en un objeto (o la resistencia de un objeto a la aceleración). Para protocolos de suelo de GLOBE, se mide la masa más que el peso. La fórmula que describe la relación entre la masa y el peso es la siguiente:

agua se han evaporado del suelo, pero este resultado hay que normalizarlo, margen de error para el tamaño de la muestra recogida para la masa de suelo seco ($90-30 = 60\text{g}$, asumiendo la masa de la lata como 30g). Se puede calcular entonces la fracción $10/60=0,167$, que es una medición de cuánta agua contiene el suelo (contenido de agua). Como se utiliza una balanza, que depende de la gravedad, a este método para determinar la humedad del suelo, se le llama contenido de agua gravimétrico

Los cálculos del contenido de agua en el Suelo son fáciles de realizar, siempre y cuando las muestras se midan con precisión. Si el aire es muy seco, la evaporación sucede muy rápido. En un día muy caluroso y seco por ejemplo, una persona recién salida del agua se secará muy rápido. Las muestras de suelo se secarán al aire también muy rápido, si no se guardan en un recipiente hermético lo antes posible después de cogerlas.

GSM (Gravimetric Soil Moisture / Humedad Gravimétrica del Suelo) =

$$\frac{\text{Peso de humedad}}{\text{Peso de suelo seco}} = \frac{g \times \text{masa de humedad}}{g \times \text{masa de suelo seco}} = \frac{\text{masa de humedad}}{\text{masa de suelo seco}}$$

$g =$ constante de gravedad con un valor de $9,81\text{m/segundo}^2$ en la superficie de la Tierra

Se observa que “g” se anula cuando la gravedad es la única fuerza implicada. Las unidades asociadas con la masa son kilogramos y gramos.

Al calcular el contenido de agua en el suelo, se determina la masa de agua contenida en el suelo. Para conseguir el valor absoluto de la masa del suelo, se mide la masa de una muestra de suelo, se seca, y luego se mide la masa del suelo seco. La diferencia de la masa del suelo húmedo y seco es el valor absoluto de la cantidad del agua inicial en la muestra. Como las muestras de suelo tienen propiedades diferentes y un contenido inicial de agua también diferente, se normaliza este resultado para calcular la cantidad relativa de humedad de suelo dividiendo el valor absoluto por la masa de la muestra seca. Por ejemplo, se podría desenterrar un puñado del suelo que tuviera una masa de 100 gramos. Después de secar la muestra, se pesaría de nuevo y se obtendría 90 gramos. Diez gramos de

La humedad del suelo está influida por muchos factores ambientales, tales como la temperatura, precipitación y el tipo de suelo, así como por características topográficas, como la altitud y la pendiente. La humedad del suelo es especialmente importante en la agricultura. La mayor parte del trabajo agrícola, como el arado y abonado, se realiza para mejorar las propiedades relacionadas con la humedad del suelo. Las terrazas se hacen en algunos lugares para prevenir mucha escorrentía, mientras que en otras zonas son rodeadas para evitar que el suelo permanezca muy húmedo. Diferentes cosechas requieren también diferentes cantidades de agua a lo largo del periodo de crecimiento. Comprender cómo cambia la humedad del suelo a lo largo del año ayuda al agricultor a decidir qué plantar y cuándo plantarlo. En esta actividad el alumnado mide la humedad del suelo en esponjas y suelos. Va realizando los experimentos en fases incrementando la dificultad:

Fase 1 — Escurriendo el Agua de la Esponja

El alumnado pesa una esponja mojada, la escurre, después pesa la esponja seca y el agua que salió al escurrirla. Realizando esto, observan que una esponja mojada es igual a una esponja seca + agua. Escurrir es una manera muy inmediata y visible de liberar el agua.

Fase 2 — Evaporando Agua de las Esponjas

El alumnado realiza la misma actividad de antes, pero dejando que se evapore el agua de la esponja durante horas o un día. Así puede comparar la masa de la esponja seca después de escurrirla y después de dejar que el agua se evapore, y así observar la efectividad de ambos métodos en eliminar toda el agua de la esponja. Se puede experimentar también si el agua evaporada difiere si se coloca la esponja en un lugar soleado o en un lugar frío o bajo otras condiciones.

Fase 3 — Midiendo la Humedad del Suelo

El alumnado extrapola el concepto de secado por evaporación al suelo; dejando secar las muestras de suelo uno o dos días. Se mide la masa de suelo antes y después de secarlo para determinar el contenido de humedad. Se comparan varias muestras de suelo de tal forma que se obtenga una gama de valores habituales.

Fase 4 — Utilizando Visualizaciones GLOBE para la humedad del suelo a nivel mundial

El alumnado utiliza visualizaciones de la página web de GLOBE para estudiar mapas que muestren la humedad del suelo en otras partes del mundo. Se discutirán las diferencias y esto dirigirá al alumnado a investigaciones posteriores.

Qué Hacer y Cómo Hacerlo

Ejercicio Previo

Hay que asegurarse de que el alumnado está familiarizado con el uso de la balanza y hay que dejarle que practique pesando objetos.

Fase 1 – Escurriendo el Agua de la Esponja

1. Se sumerge una esponja en agua. Se pesa y se registra la masa húmeda. Se pregunta al alumnado cuánto cree que pesará cuando se seque. Se registran los valores estimados.

2. Se escurre la esponja y se pesa. Se registra la masa seca. Se discute con el alumnado sobre el valor estimado y el real.

3. Se pregunta al alumnado cuánta cantidad de agua había en la esponja y cómo la calcularían. Esta cantidad de agua = masa de la esponja mojada menos la masa de la esponja seca. Por ejemplo, 120 gramos de agua = 200 gramo de masa húmeda menos 80 gramos de masa seca.

4. Se repiten las mediciones con una esponja que tenga características diferentes (por ejemplo, diferente grosor, tamaño de poros, tamaño mayor, etc). Se estima qué esponja almacenará más agua y se discute el porqué.

En la discusión hay que asegurarse que el alumnado comprende el concepto de la capacidad de almacenar agua, y que esta capacidad puede diferir de un tipo de esponja a otro.

5. La medición del contenido de agua utilizando esta ecuación (masa de la esponja húmeda – masa de la esponja seca) es una medida absoluta del contenido de agua. Para encontrar la medida relativa del contenido de agua para poder comparar los resultados en los diferentes tipos de esponjas, se divide el valor absoluto entre la masa de la esponja seca utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido relativo de agua} = \frac{(\text{masa esponja húmeda} - \text{masa esponja seca})}{\text{masa de esponja seca}}$$

6. Para ampliar esta actividad, se pesa un recipiente vacío, se recoge el agua que sale al escurrir la esponja, y se pesa el recipiente y el agua. Se determina la masa del agua restando la masa del recipiente de la masa de recipiente y agua juntos. Se compara esta masa de agua obtenida con la calculada en la ecuación anterior.

Fase 2 – Evaporando Agua de las Esponjas

1. Se pregunta al alumnado qué ocurrirá si se deja la esponja húmeda sobre una bandeja durante toda la noche sin escurrirla. Se discute el concepto de evaporación y las condiciones bajo las que la evaporación es más eficaz.

2. Se deja que el alumnado pese la esponja húmeda, registre la masa y deje la esponja en una bandeja en un lugar específico. Para ampliar esta actividad, se usan diferentes tipos de esponjas secándose en un mismo lugar, o se usa el mismo tipo de esponja pero diferentes lugares (por ejemplo, una ventana que da al sol, una esquina oscura, cerca de un horno, etc). Se dejan las esponjas expuestas hasta el siguiente día.

3. Una vez que las esponjas se hayan quedado expuestas un día, se pesan y se determina si se ha evaporado algo de agua.

4. Se calcula la cantidad relativa de agua que se ha evaporado de las esponjas utilizando esta ecuación:

Se comparan los resultados para cada una de las esponjas y en cada uno de los lugares. ¿Estos valores son diferentes a los obtenidos al escurrir las mismas esponjas? ¿Qué manera fue más efectiva para liberar el agua de la esponja? El experimento de evaporación se puede continuar esperando un día más y observando si se ha evaporado aún más agua.

5. La diferencia en la cantidad de agua en la esponja completamente mojada y en la esponja completamente seca es la capacidad de almacenamiento de agua. Se pregunta al alumnado cómo varía la capacidad de almacenamiento de agua en los diferentes tipos de esponjas y por qué es importante una capacidad mayor para una esponja o un objeto similar.

Deberes

Se explica al alumnado que pronto estará midiendo cuánta agua puede almacenar un suelo. Se le pide que traiga una muestra de suelo en una bolsa de plástico pequeña, que cierre la bolsa herméticamente para conservar la humedad del suelo, (si no se dispone de suelo, se llevará tierra de una tienda de jardinería).

Fase 3 — Midiendo la humedad del suelo

1. Después de realizar los experimentos de las esponjas, se pregunta al alumnado cómo calcularía la humedad de las muestras de suelo. Es importante que en sus respuestas aparezca un concepto central, que es que la humedad del suelo

$$\text{Agua evaporada relativa} = \frac{(\text{masa esponja húmeda} - \text{masa esponja actual})}{\text{masa esponja actual}}$$

se puede medir de una manera similar calculando la masa de suelo húmedo, secando el suelo, y calculando la masa seca de la misma forma que se hizo con las esponjas.

2. Se abren las bolsas de plástico y se pesa la muestra de suelo húmedo. Hay que tener en cuenta que después hay que restar la masa de la bolsa o del recipiente que se use. Después de registrar la masa del suelo húmedo, se colocan las muestras sobre un plato de cartón, periódico, o sobre otra superficie y se elige un lugar seguro para que se seque. Se elige un sitio donde se sequen rápido o también puede experimentarse con diferentes sitios.

3. Cuando las muestras están secas (basándose en el tacto), el alumnado pesa cada muestra de nuevo y calcula cuánta agua se ha evaporado utilizando la fórmula.

4. Ésta es la formula que se utiliza en el protocolo de humedad del suelo. Por ejemplo, si la masa de suelo húmedo es 100 gramos y la masa de suelo seco es 90 gramos, el contenido de agua absoluto será 10 gramos.

Para obtener el contenido de agua relativo para poder comparar las diferentes muestras, se divide la diferencia de la masa de suelo húmedo y la masa de suelo seco entre la masa de suelo seco (como en el paso anterior y en el apartado Antecedentes). El alumnado mide de esta forma el contenido de agua relativo en las muestras de suelo y compara los valores. El profesorado corrige los posibles errores que se hagan en los cálculos. Se discuten los diferentes valores y se explica el por qué de esa variedad de resultados. Para ello el alumnado observará las propiedades de los diferentes suelos (por ejemplo: color, textura) y eso le ayudará a comprender por qué hay un registro de valores tan variado. Es interesante comparar la cantidad de agua almacenada en el suelo con la cantidad de agua almacenada en la esponja. ¿Qué se puede deducir de esta comparación?

Alumnado intermedio y avanzado

En las actividades anteriores, los alumnos mayores pueden pesar el suelo cada hora, y después dibujar una gráfica que describa la velocidad de evaporación del agua e identificar si la línea resultante es constante (una línea recta) o no. El alumnado puede considerar también cómo otros factores, como el tiempo (humedad, viento, lluvia, nubes, sombra, intensidad solar), vegetación o uso del suelo pueden influir en la evaporación.

$$\text{Contenido relativo de agua} = \frac{(\text{masa suelo húmedo} - \text{masa suelo seco})}{\text{masa suelo seco}}$$

Este es el contenido de humedad del suelo.

Es interesante que el alumnado piense diferentes maneras de secar el suelo y cómo podría acelerar o ralentizar el proceso. Alguna idea podría ser: colocar el suelo al sol, con un abanico, en un horno de secado, en microondas; añadir sal a las muestras, cubrirlas con plástico, alumbrarlas con luz. El experimento se puede repetir basándose en esta discusión y comparación de resultados.

Fase 4 — Utilizando Visualizaciones GLOBE para la Humedad del Suelo a Nivel Mundial

Alumnado Intermedio y Avanzado

Esta actividad es apropiada para alumnos de nivel intermedio y avanzado que pueden manejarse con mapas y comprender los conceptos básicos de humedad del suelo.

1. Se utilizan los mapas de la página web del GLOBE que muestran el contenido de agua en todo el mundo, basándose en las mediciones de humedad, más recientes del alumnado.
2. Los datos del contenido de agua se pueden mostrar como valores o como cotas (con bandas de diferentes colores que correspondan cada valor determinado de contenido de agua).
3. El alumnado comparará sus propias mediciones de contenido de agua con los valores de contenido de agua de otros centros escolares de todo el mundo.
4. Hay muchos campos de investigación. A continuación se exponen algunos:
 - ¿Cuál es el registro de valores de contenido de agua por todo el mundo?
 - ¿Cuál es el valor más bajo? ¿y el más alto?
 - ¿Varía el valor a lo largo del tiempo? (para ello se examinarán gráficas del contenido de agua de otros meses)
 - ¿Qué influye en el contenido de agua en cada sitio?
 - ¿Cómo influyen las propiedades de un lugar en la humedad del suelo (por ejemplo. Suelos arenosos, limosos o arcillosos, suelos en zonas abruptas y diferentes posiciones en el paisaje, etc.)?
 - ¿Cómo se ven afectados los valores del contenido de agua con las condiciones climáticas actuales?

- ¿En qué se diferencia el contenido de humedad del suelo en el desierto, en la selva y en una zona agrícola?

- ¿Qué otras áreas tienen niveles de contenido de agua en el suelo similares al de su sitio?

5. Es interesante animar al alumnado a realizar otras investigaciones utilizando las visualizaciones de humedad del suelo del Programa GLOBE.

Evaluación del Alumnado

Se llevan varias muestras de suelo al centro escolar. El alumnado estimará, y después calculará el contenido de agua en el suelo del sitio seleccionado. El profesorado comprobará la coherencia de las estimaciones, y controlará que el alumnado realiza las investigaciones correctamente.