

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL AGUA ENTRE TIPOS DE SUELOS CON DIFERENTES TEXTURAS Y COMPOSICIÓN VEGETAL

SEBASTIAN RUIZ

BELÉN VERA

Resumen

La infiltración es parte del ciclo hidrológico y ocurre cuando las aguas procedentes de las precipitaciones o de almacenes superficiales (deshielos, ríos, lagos) inician un movimiento descendente, adentrándose en el subsuelo y pudiendo alcanzar diferentes profundidades en función de las condiciones. El agua de la precipitación que escurre en el suelo puede llegar a formar parte de la escorrentía, pues no toda la precipitación que es producida por la atmósfera cae a la superficie del suelo, ya que gran parte de ella se evapora antes de llegar a este, mientras que la otra cantidad es retenida en la cobertura vegetal. El agua que logra llegar al suelo, dependiendo de la condición de la superficie del suelo,

puede ser absorbida por éste (Tobón, 2016).

Dentro del proceso de infiltración, un factor clave es el tipo de suelo. El suelo influye en las condiciones de infiltración del agua, según su composición, ya sea arenoso, franco, franco con vegetación o arcilloso.

Cada tipo de suelo tiene características distintas, lo que provoca que el proceso de infiltración se desarrolle de manera diferente en cuanto a velocidad, capacidad de retención y permeabilidad del agua. Los suelos arenosos, por ejemplo, presentan una mayor capacidad de infiltración. En cambio, los suelos arcillosos son menos permeables y, por lo tanto, menos aptos para el cultivo. El suelo franco, por su parte, ofrece un equilibrio entre infiltración y retención, lo que lo convierte en el más adecuado para la agricultura.

Palabras clave: Infiltración, Ciclo hidrológico, Permeabilidad, Retención, Tipos de suelo.

1. Introducción

El agua es fuente de vida y el planeta depende de esta sustancia. En el caso del ser humano, el agua constituye el 70% de su masa total (masa corporal), pues la necesita para respirar, lubricar los ojos, desintoxicar el cuerpo, regular la temperatura corporal, entre otras. El agua, no solo es imprescindible para toda la vida del planeta tierra. Las plantas, por ejemplo, serían incapaces de realizar su propio alimento sin las moléculas de agua importantes para el proceso de fotosíntesis y como agente

regulador de la temperatura en toda la biosfera (Valenzuela, 2016).

El agua es una sustancia que químicamente se formula como H_2O , es decir, una molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno enlazados covalentemente a un átomo de oxígeno. Por lo general, se utiliza este término para referirse a esta sustancia en su estado líquido, pero está también se encuentra en un estado sólido (hielo) y gaseoso (vapor de agua). Es una sustancia bastante común dentro del sistema solar, siendo la tierra el planeta con mayor presencia de esta sustancia en sus tres estados. El 71% de la superficie terrestre se encuentra cubierta de agua y se sitúa principalmente en los océanos que concentran el 96,5% del agua total. El porcentaje restante se encuentra en los glaciares, los depósitos subterráneos, los lagos, la humedad del suelo, la atmósfera, los ríos, etc. (Sanz, 2007).

El agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar. Esta circulación constante del agua es conocida como el ciclo del agua o el ciclo hidrológico y es el proceso que permite el abastecimiento de este compuesto para los seres vivos. Se dice o se le conoce como un ciclo bajo el fundamento de que toda gota de agua no permanece estática, sino que, al contrario, presenta un constante dinamismo, sometiéndose a distintas fases o etapas que se enlazan y generan un ciclo. Este proceso inicia y concluye, por ejemplo, desde el momento que el agua es lluvia, hasta que esta misma vuelva a ser lluvia. Es importante tener en cuenta que el ciclo hidrológico no

tiene un único camino, sino que, al contrario, este puede cerrarse por distintas vías. Por ejemplo, este ciclo puede comenzar en las nubes que tienen distintas formas de precipitación (lluvia, granizos, nieve, etc.) (Sánchez, 2007).

En términos científicos, el ciclo hidrológico comienza cuando la energía del sol calienta el agua, generando de esta forma la ruptura de los enlaces de la molécula de agua, lo que a su vez provoca que el agua pase de su estado líquido a gaseoso. El agua evaporada asciende hacia las capas superiores de la atmósfera en donde se enfría hasta condensarse y formar nubes compuestas de gotas minúsculas. En ciertas condiciones, estas pequeñas partículas de agua se unen para formar gotas de mayor tamaño que no pueden mantenerse suspendidas por las corrientes de aire ascendentes y caen en forma de lluvia, granizo o nieve según la temperatura (Maderey, 2005).

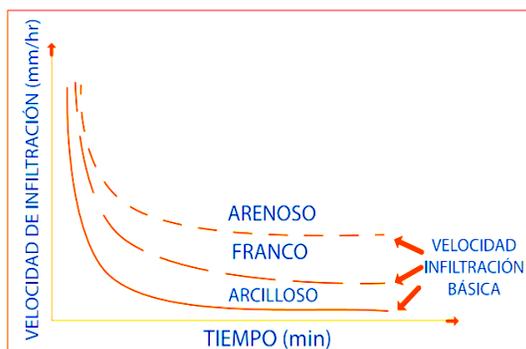
Dentro del ciclo hidrológico existen otros procesos que son importantes como la evaporación, la transpiración y la infiltración. La evaporación y transpiración, conocida como evapotranspiración, tiene lugar en todos los sitios en donde se acumula el agua, pero también existen otros procesos que deben ser estudiados, como por ejemplo las plantas, las cuales toman el agua del suelo por medio de sus raíces y a través de su ciclo biológico la regresan a la atmósfera por medio de la transpiración y evaporación (Maderey, 2005).

Otro de los procesos importantes del ciclo hidrológico es la infiltración y se define como el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La

infiltración del suelo reconoce tres fases: el intercambio en la superficie, en donde el agua puede retornar a la atmósfera por medio del proceso de evapotranspiración; la transmisión, en esta fase la gravedad cumple un rol importante y obliga al agua a deslizarse de manera vertical hasta encontrar una capa impermeable; y por último, la circulación originada por la acumulación de agua en el subsuelo debido a la presencia de una capa impermeable que provoca esta acumulación, por lo que comienza a circular el agua por acción de la gravedad, lo cual obedece a lo que se conoce como escurrimiento subterráneo (napas subterráneas, ríos, etc.) en donde el agua termina desembocando en ríos superficiales, lagos o el mar (Bautista, 2015).

Ahora que se han explicado los términos anteriores, se procederá a analizar cómo los tipos de suelo afectan la infiltración del agua, ya sea por su composición o humedad. Primero, se describirán los suelos donde el agua se infiltra más rápido, hasta los que lo hacen más lentamente. En los suelos arenosos, el agua pasa de forma más rápida, mientras que en los suelos arcillosos el proceso es más lento.

Imagen 1. Comportamiento de la velocidad de infiltración según textura.



Fuente: Portal Frutícola.

En cuanto a valores estadísticos de la infiltración del agua, se puede establecer lo siguiente en milímetros por hora (mm/hora):

- Arcilloso: < 5 mm/h
- Franco Arcilloso: 5 - 10 mm/h
- Franco: 10 - 20 mm/h
- Franco Arenoso: 20 - 30 mm/h
- Arenoso: > 30 mm/h

Si bien el tipo de suelo es fundamental, también es crucial considerar otros factores que influyen en la infiltración del agua. Estos suelos están expuestos a cambios relacionados con la humedad, textura, uso, entre otros. A continuación, se mencionan algunos de los aspectos que inciden en este proceso:

- Sellamiento superficial: Cuando el suelo posee una capa que es demasiado fina, la mayoría de las veces es negativa para la infiltración, ya que la pared penetra de una forma más rápida en la superficie.
- Compactación del suelo: La constante ocupación de un suelo puede debilitar el terreno, el uso de implementos adecuados puede alargar el tiempo de uso, pero después de cierto tiempo se vuelve compacto y forma una capa impermeable que se denomina "pie de arado", este concepto hace alusión a que la superficie se vuelve dura y dificulta la penetración radicular, normalmente ocurre a unos 20 o 30 cm de profundidad (Manqui et al., 2012).
- Sales del suelo y agua: Las sales que se riegan en el suelo pueden agruparse en torno al tiempo que

esta misma lleva siendo ocupada, algunos tipos de sales pueden tener beneficencias en el suelo y otras que en cambio son dañinas para la estructura, como por ejemplo el uso de mucho sodio en el suelo puede generar aspectos negativos y dificultades para generar la infiltración del agua.

- Sedimentos en el agua de riego: Las partículas de arcilla y limo que se mantienen en suspensión por mucho tiempo en el agua de riego, tienen como consecuencia el cierre de la capa, lo cual dificulta enormemente el paso del agua por este sector.
- Materia orgánica y rotación de cultivos: La porosidad del suelo puede mantenerse gracias a la materia orgánica, en este aspecto la importancia del suelo y su grado de descomposición hace que sea un factor al determinar la velocidad con la que se pueda infiltrar el agua.
- Textura del suelo: Las diferentes texturas del suelo influyen en la velocidad de infiltración del agua. En suelos con texturas más gruesas, como los arenosos, la infiltración será más rápida, mientras que en suelos de textura más fina, como los arcillosos, este proceso será más lento.

Ahora que se han identificado algunos factores que afectan la infiltración del agua, se procederá a revisar los métodos utilizados para medir la velocidad de infiltración en los suelos. A continuación, se presentan tres métodos esenciales para esta tarea: el método del cilindro infiltrómetro, el método del surco infiltrómetro y el postulado de Horton.

- Método del cilindro infiltrómetro: esto consiste en una prueba que es aplicada en terreno, su utilización consta de 2 anillos concéntricos. Se agrega una cierta cantidad de agua en ambos, con el fin de ver como la altura del agua en el cilindro más pequeño va variando.

Imagen 2. Cilindro infiltrómetro.



Fuente: Uma editorial.

Los resultados de este experimento son dos y se ajustan a un modelo matemático. Quedan caracterizadas la velocidad de infiltración del agua y también la infiltración que se queda acumulada del suelo en estudio.

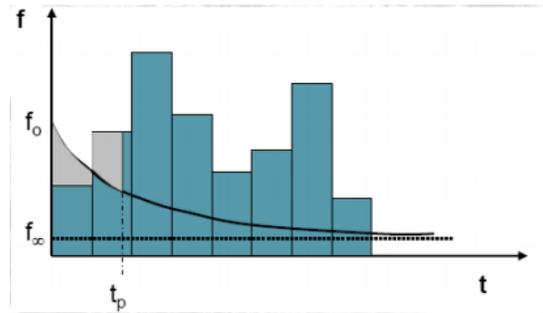
- Método del surco infiltrómetro: Este método se realiza en terreno y se aplica en tres surcos destinados al riego. Durante el experimento, se mide el caudal de agua que entra en cada surco para determinar cuánta agua puede infiltrarse en el suelo durante el tiempo de prueba. Además, se registra la cantidad de agua que sale de los surcos. Este procedimiento permite evaluar la capacidad de infiltración del suelo y la eficiencia del riego en condiciones reales.

Imagen 3. Surcos.



Fuente: Portal Frutícola.

Imagen 4. Modelo Horton.



Fuente: Portal Frutícola.

- Modelo de Horton: Este modelo establece que la curva que representa la capacidad de infiltración del suelo se manifiesta de manera específica únicamente cuando la intensidad de precipitación es mayor que la capacidad de infiltración del suelo analizado. El principio o postulado del Modelo de Horton se respeta en el ensayo de infiltración de doble anillo, ya que siempre hay agua en la superficie que satisface la capacidad máxima de absorción del suelo, independientemente del tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo (Ruiz y Martínez, 2009).

La ecuación que desarrolló Horton para definir la curva de capacidad de infiltración es:

$$f(t) = f_0 + (f_b - f_0) e^{-Kt}$$

En la cual:

- f_0 es la capacidad de infiltración inicial o máxima.
- f_b es la capacidad de infiltración básica o mínima.
- K es la constante de decaimiento.
- t es el tiempo desde el inicio del ensayo.

2. Metodología de investigación

La metodología incluye demostrar el proceso de infiltración, el cual se ha revisado anteriormente. El experimento se enfoca en mostrar cómo ocurre este proceso en diferentes capas del suelo, utilizando diversas muestras para obtener resultados más claros sobre cómo se infiltra el agua a través de distintos tipos de suelos. Se examinará cómo las características del suelo, ya sea seco o húmedo, influyen en la capacidad de infiltración. Por ejemplo, en suelos arcillosos, la compactación y las grietas limitan significativamente el paso del agua, reduciendo su capacidad de infiltración. Para evaluar los resultados del experimento, se aplicará y medirá el tiempo que tarda el agua en infiltrarse en los suelos investigados: arenoso, franco arenoso, franco, franco arcilloso y arcilloso.

Para realizar el experimento se utilizaron una serie de materiales y herramientas específicas.

- 3 botellas de plástico cortadas a la mitad (aproximadamente 2.0 LT).
- Muestras de los suelos antes mencionados.

- Vasos para ver cómo se infiltra el agua dentro de estos.
- Cronómetro o algún instrumento para medir el tiempo.
- Cinta adhesiva (en caso de que sea necesario).

2.1. Procedimiento del experimento

1. Se depositaron las muestras de suelo en las botellas cortadas a la mitad, utilizando tres botellas distintas para cada tipo de muestra de suelo.
2. A continuación, se fijaron los vasos por debajo de las tapas de las botellas, para recolectar el agua que drena.
3. Se introdujo el agua en el recipiente, simulando una lluvia para obtener un resultado más realista y preciso.
4. Con el cronómetro en mano, se registró el tiempo que tardó en caer la primera gota para cada muestra de suelo.
5. El proceso se repitió al menos tres veces para verificar la validez del experimento y detectar posibles errores o inconsistencias en la ejecución.

2.2. ¿Qué se quiere demostrar con este experimento?

El experimento tiene como objetivo demostrar cómo se lleva a cabo el proceso de infiltración del agua en distintos tipos de suelo. Para ello, se calcula la velocidad con que se infiltra el agua en cada tipo de suelo.

La velocidad de infiltración se define como la capacidad de admisión de agua

de un terreno desde la superficie al interior del mismo. En otros términos, es la relación entre la lámina de agua infiltrada y el tiempo que tarda en infiltrarse esa lámina. Comúnmente suele expresarse en cm/h o mm/min (Delgadillo, 2016). El tipo de suelo influye en esta velocidad, de manera que el suelo que permite una infiltración más rápida será aquel en el que el agua llegue a la botella con mayor rapidez, indicando que el agua ha encontrado menos resistencia al atravesar el suelo.

Además, se intenta demostrar la validez de la investigación a través de este experimento, respaldado por diversas fuentes de información consultadas. El objetivo es reflejar y corroborar los postulados investigados sobre la infiltración y sus fenómenos. Finalmente, se elaborarán gráficos y tablas para ilustrar las similitudes y diferencias en la velocidad de infiltración de los distintos tipos de suelo.

3. Resultados

Una serie de experimentos intentó demostrar la capacidad de infiltración de distintas muestras de suelos (arcilloso, franco y arenoso). Además, se incluyó la variable de vegetación en el suelo franco para observar cómo afectaba la velocidad de infiltración y la capacidad de retención de cada tipo de suelo. Cada tipo de suelo fue expuesto a 250 ml de agua para evaluar su respuesta y comparar los resultados.

3.1. Velocidad de infiltración según tipo de suelo

La siguiente tabla expresa la velocidad con que el agua se filtra en los distintos

tipos de suelo. Para medir la velocidad y la capacidad de permeabilidad del suelo se expuso el suelo a una simulación de lluvia (250 ml) en donde se midió el tiempo en que demoró en caer la primera gota de agua.

Tabla 1. Velocidad de infiltración.

| Tipos de suelo | Velocidad /segundos | | | X |
|-----------------------|---------------------|-------|-------|-------|
| | | | | |
| Arenoso | 4,39 | 5,56 | 7,29 | 5,75 |
| Arcilloso | 53,23 | 61,11 | 57,28 | 57,21 |
| Franco | 7,9 | 10,11 | 9,63 | 9,21 |
| Franco con vegetación | 33,04 | 37,8 | 28,7 | 33,18 |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 1, se observan los resultados obtenidos en cada experimento según los tipos de suelo en donde el tiempo está medido en segundos, además de tener el promedio de velocidad de permeabilidad.

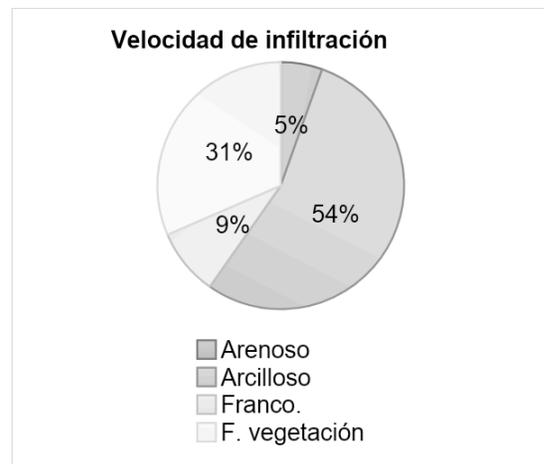
El suelo o el tipo de suelo está directamente relacionado con la distribución de partículas y minerales (según su tamaño), es por esto que los suelos tienen distintas propiedades hídricas. Los tres tipos de suelos utilizados tienen distintas propiedades:

1. Suelo arenoso: Predominan las arenas o partículas minerales de 0,02 mm de diámetro (Silva, 1998). Es por esto que es un suelo de alta permeabilidad, como se ve reflejada en la tabla su promedio de infiltración es de 5,75 seg siendo este el suelo en que más rápidamente se filtró el agua.
2. Suelos arcillosos: En ellos predominan las arcillas o partículas menores de 0.002 mm.

Son muy impermeables, es decir, su capacidad de infiltrar el agua es baja. Este es un tipo de suelo que permite el escurrimiento superficial del agua, como se observa en la velocidad promedio de infiltración que corresponde a 57,21 seg siendo el suelo con menor capacidad de permeabilidad.

3. Suelo franco: En ellos no predomina claramente ninguno de los tipos de partículas. Presentan una mezcla de arenas y arcillas en proporciones equilibradas. Este es un tipo de suelo con una permeabilidad media alta, es por esto que su promedio de velocidad es de 9,21 seg siendo uno de los suelos más aptos para el cultivo, es por esto mismo que se le agrega la variante de vegetación en donde se observa claramente cómo la vegetación aumenta el tiempo de infiltración a 33,18 seg.

Gráfico 1. Capacidad de infiltración.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las probabilidades de los resultados, se establece claramente que

en el suelo arenoso su capacidad de infiltración es mucho mayor a los demás, gracias a los componentes que se encuentran dentro de él. Para explicar el gráfico presentado, se dividieron los porcentajes en un 100% y, teniendo en cuenta la cantidad de tiempo y milímetros que cayeron, gana el arenoso, dejando en último lugar al suelo arcilloso. Esta conclusión se llevó al cabo de 3 procesos de prueba en el cual se promediaba el resultado de los experimentos para repartirse un 100% en cuanto al promedio en que tardó la primera gota en caer.

3.2. Permeabilidad según tipos de suelo

En la Tabla 2, se muestra la capacidad de permeabilidad del suelo, es decir, su habilidad para permitir el paso de agua a través de sus poros. Para medir esto, se expusieron las muestras a 250 ml de agua, utilizando un recipiente que recolectó el agua filtrada. Las muestras reposaron durante 1 hora, y la cantidad de agua filtrada se midió en mililitros, lo que permitió comparar la permeabilidad de cada tipo de suelo.

Tabla 2. Permeabilidad del suelo.

| Tipos de suelo | MI filtrados | | | | X | % Permeabilidad | % Retención |
|-----------------------|--------------|-------|-------|--------|-------|-----------------|-------------|
| | 17,4,3 | 17,8 | 18,3 | 175,8 | | | |
| Arenoso | 17,4,3 | 17,8 | 18,3 | 175,8 | 70 | 30 | |
| Arcilloso | 71,4 | 67,32 | 74,42 | 71,05 | 28,42 | 71,58 | |
| Franco | 16,9,7 | 18,67 | 13,2 | 165,19 | 66,07 | 33,93 | |
| Franco con vegetación | 11,9,7 | 10,9 | 95,7 | 107,1 | 42,82 | 57,18 | |

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en la Tabla 1, la Tabla 2 muestra el promedio de agua que logró filtrarse en los distintos tipos de suelo, además de contener el porcentaje de permeabilidad y de retención (o agua perdida que no logró filtrarse), lo cual refleja que los suelos tienen distintas propiedades hídricas.

1. Suelos arenosos: Este tipo de suelo tiene una baja capacidad de retención o capacidad de campo, es por esto mismo que es un suelo que, en el caso de ser trabajado en la agricultura, debe ser constantemente regado. En la Tabla 2, el promedio de agua que logró filtrarse es 175,8 ml de los 250 ml que fueron utilizados para realizar el experimento. Este tipo de suelo tiene una permeabilidad promedio de un 70% y una capacidad de retención de un 30%.
2. Suelos arcillosos: Son los suelos que retienen mayor cantidad de agua, pero a pesar de esto, el agua no se encuentra disponible para las plantas, ya que este suele ser maleable, muy compacto y altamente impermeable, pues tuvo como promedio de infiltración 71,05 ml de un total de 250 ml, es decir solo un 28,42% del agua total fue filtrada mientras que el otro 71,58% es retenido en la superficie o absorbido por este tipo de suelo.
3. Suelos francos: Son ligeros, aireados y permeables, pero no tanto como los arenosos y cuentan con una capacidad media-alta de retención de agua. Aunque no retienen la misma

cantidad del suelo arcilloso, en la tabla, el suelo franco tiene una capacidad de permeabilidad de un 66% y un 34% de retención, siendo este uno de los suelos más aptos para la agricultura. En la variante de suelo con vegetación se ven cómo estos datos cambian a un 42,82% de permeabilidad y a un 57,18% de retención, producto de que las plantas absorben agua para su propio proceso de fotosíntesis, generando que tanto la permeabilidad como la retención tengan porcentajes más equilibrados.

En los resultados obtenidos, se observó una clara diferencia en la velocidad de infiltración del agua según el tipo de suelo. En algunos suelos, el agua pasa más rápidamente debido a su composición, mientras que en otros el proceso es más lento, aunque la infiltración sigue ocurriendo. Sin embargo, su avance se ve interrumpido, ya que retiene más agua de la que se filtra. Los suelos más secos logran filtrar el agua con mayor rapidez y presentan un menor grado de retención, debido a su textura más gruesa que facilita el paso del agua. Por otro lado, en suelos con material más fino y compacto, como el suelo franco con vegetación, la infiltración es más lenta, ya que retienen el agua para utilizarla en los procesos de plantación que requiere la misma tierra.

Claramente existen muchísimos factores y suelos distintos por los cuales se puede efectuar la infiltración. En esta indagación se utilizaron casos de carácter más general y cotidiano y es por eso también que la medida de medición escogida (velocidad/segundos) se hizo

más factible para calcular la caída de la primera gota.

4. Discusión

El objetivo final del experimento es calcular la velocidad de infiltración del agua y la permeabilidad del suelo.

Existen tres tipos de suelos: franco, arcilloso y arenoso. Los resultados arrojados tras el experimento demostraron primero que, no todos los suelos tienen la misma capacidad de infiltración de agua y esto se debe también a la porosidad del suelo. En efecto, el tipo de suelo arenoso con partículas de 0,02 ml de diámetro genera que el suelo contenga una gran cantidad de aire y que, el agua que los atraviesa rápidamente sea impulsada por la fuerza de la gravedad. Por esta razón, los suelos con mayor porosidad tienen una mayor capacidad de infiltración de agua. Al contrario, los suelos arcillosos que poseen menos aire y, por lo tanto, poros más pequeños enfrentan una disminución en la capacidad de infiltración del suelo (Barrios, 2012).

Tras el experimento se lograron dos cosas, primero comprobar si efectivamente los tipos de suelo cumplen con los estándares de infiltración según su tipo y segundo que los suelos arenosos son los suelos con mayor velocidad de infiltración debido a la porosidad de este. En la simulación de lluvia, el suelo arenoso comenzó a filtrar agua inmediatamente, teniendo como resultado un promedio 5,75 seg de velocidad a causa de sus macro poros y la disminución de su capacidad de absorción, lo cual también queda

demostrado teniendo un porcentaje de retención de tan solo un 30%.

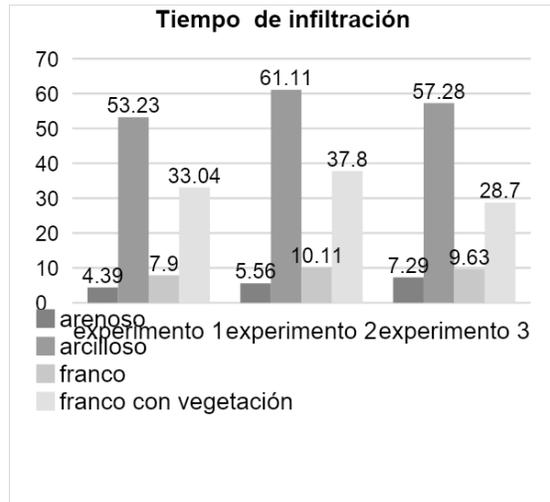
En consecuencia, el suelo arenoso no es adecuado para el cultivo debido a su baja capacidad de retención. Este tipo de suelo filtra toda el agua hasta que esta se encuentra con una capa de suelo impermeable, lo que permite que se escurra y forme napas subterráneas. Se comprobó que los suelos arenosos tienen mayor velocidad de infiltración y permeabilidad. Por el contrario, el suelo arcilloso mostró una menor capacidad de infiltración, ya que es más compacto y contiene menos aire debido a la presencia de microporos. Esto provoca que el agua tarde más en filtrarse, haciendo que el suelo arcilloso prácticamente impermeable.

Los suelos fueron expuestos a la condición de lluvia y en el tipo arcilloso tardó más en filtrarse con un promedio de 57,21 seg. Es importante destacar que, a pesar de ser un tipo de suelo impermeable, contiene grandes cantidades de agua ya que retiene agua y efectivamente esta situación se refleja en el resultado de retención que es 71,58% (retenido en la superficie o absorbido por este tipo de suelo).

Por último, se logró comprobar cómo el suelo franco es un tipo de suelo que permite una buena infiltración de agua y, a la vez, su capacidad de retención lo convierte en uno de los suelos más óptimos para el cultivo. Esto se debe a su velocidad media-alta de infiltración, que permite el paso adecuado del agua sin saturar el terreno, y a su capacidad media de retención, lo que asegura una cantidad de agua suficiente para nutrir

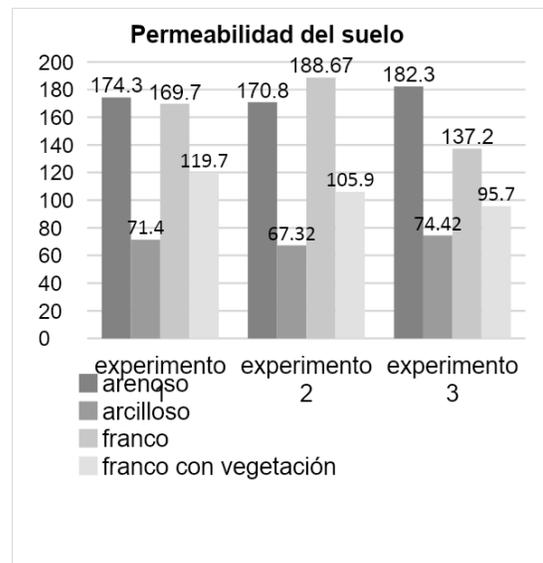
las plantas sin provocar encharcamientos.

Gráfico 2. Comparación de velocidad de infiltración según tipo de suelo, medido en segundo.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Permeabilidad del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

El experimento logró crear datos tangibles en torno a la infiltración, como por ejemplo la velocidad con que ocurre el proceso de infiltración, en donde

claramente se aprecian los distintos datos que arrojan cada tipo de suelo.

Los principales datos y comparaciones se realizaron con los dos extremos de los suelos ya sea arenoso y arcilloso en donde la diferencia es notable tanto en tiempo como en retención y/o permeabilidad. Es importante también realizar un énfasis en el tipo de suelo franco, al cual se le agregó la variante de vegetación que retrasa el tiempo de infiltración porque cuando el suelo está cubierto de vegetación, las plantas protegen el suelo del impacto de la lluvia, frenando el recorrido superficial del agua y dando paso a la infiltración captada por la vegetación misma. Este tipo de suelo tiene el índice más alto de retención de agua.

Es importante tener en cuenta que la compactación, ya sea natural o causada por el tránsito, dificulta la penetración del agua, lo que reduce la capacidad de infiltración. Una superficie desnuda queda expuesta al impacto directo de las gotas de lluvia, lo que provoca su compactación y disminuye la infiltración. Como resultado, pueden producirse desprendimientos o corrimientos de tierra.

Durante el experimento, se cometió un error al someter al suelo franco sin vegetación a una cantidad excesiva de agua, lo que provocó que el suelo se desprendiera y se desplazara. Este fenómeno es común durante la temporada de invierno, cuando las intensas lluvias alteran las condiciones del suelo. Por ejemplo, al inicio de la lluvia, cuando el suelo está seco, las capas superiores se humedecen y generan una fuerte capilaridad que,

sumada a la acción de la gravedad, incrementa la velocidad de infiltración.

A medida que se humedece, se hinchan por hidratación, las arcillas y coloides cierran las fracturas y grietas disminuyendo la capacidad de infiltración. Por lo tanto, si un suelo es expuesto a fuertes lluvias y no tiene vegetación, es muy probable que existan deslizamientos de tierra e incluso deslizamientos, ya que no existe nada que frene el paso de la tierra desprendida (Moreno et al., 2006).

En conclusión, el proceso de infiltración de agua está directamente relacionado con el tipo de suelo en el que se produce, ya que el agua requiere diferentes tiempos para filtrarse según las características de cada suelo, lo que también influye en su capacidad de retención. Es importante destacar que los tipos de suelo no se limitan solo a estas tres categorías, sino que también existen otros como el "franco arenoso" y el "franco arcilloso", cada uno con propiedades distintas que afectan su comportamiento frente al agua.

4. Conclusión

A lo largo de esta indagación científica se reconocen los distintos factores que pueden alterar el proceso de infiltración del agua (estado líquido). De esta forma, en los arenosos, el agua suele filtrarse de mejor forma gracias a su composición gruesa y agrietada que permite el paso del agua en una forma más rápida y sin trabas.

También se destaca la importancia del agua en nuestro planeta y su rol esencial para las plantaciones, ya que sin su

presencia ni infiltración, las plantas no podrían existir. Es fundamental utilizar suelos adecuados para que el agua cumpla su función correctamente. Por ejemplo, es muy difícil cultivar en suelos arcillosos debido a su escasa permeabilidad y naturaleza maleable, lo que impide un buen paso del agua. En cambio, un suelo franco con vegetación es más adecuado, ya que aprovecha mejor el agua y permite que las plantas se nutran correctamente, favoreciendo su crecimiento posterior.

La infiltración puede ser definida como aquel proceso que cumple la capacidad de pasar verticalmente entre el suelo, siguiendo la gravedad y es condicionada por los factores externos.

El clima puede alterar el estado de cualquier suelo, por ejemplo, en un territorio que pasó de templado a muy soleado, un suelo franco puede convertirse en uno de carácter más arenoso y seco, lo que hará que el agua pase demasiado rápido y termine por ahogar a la vegetación que ahí se encuentra, por eso, es importante tener en cuenta las 3 fases por las cuales se compone la infiltración: el intercambio, la transmisión y la circulación del agua.

En cuanto a los métodos investigativos, se puede señalar que se investigaron tres. Sin embargo, el método del infiltrómetro de doble anillo resultó ser el más interesante, ya que, además de ser el más sencillo de poner en práctica, es también el más fácil de explicar y comprender.

Para su explicación, fue necesario describir en qué consistía el método:

medir la infiltración colocando el cilindro sobre cualquier tipo de suelo que se quisiera experimentar (como los que se utilizaron en esta investigación). Tras posicionar el cilindro, se vertió agua en su interior y se observó cuánto tiempo tardaba en infiltrarse. De esta manera, se obtuvieron las características de los suelos que se investigaron.

Una de las dificultades del experimento fue determinar bajo qué condiciones climáticas se llevaría a cabo. Finalmente, se optó por realizarlo en un ambiente casero, ya que este ofrecía un entorno más controlado y neutral, sin variaciones de temperatura que pudieran influir en los resultados de los distintos tipos de suelos. Tras realizar el experimento, se confirmó la hipótesis: en los suelos secos, el agua se filtra más rápido, mientras que en el suelo arcilloso el proceso es más lento.

Además, se observó la capacidad de permeabilidad y retención de cada tipo de suelo. Por ejemplo, el suelo arcilloso mostró una retención del 71%, lo que explica su dificultad para filtrar agua. En contraste, el suelo arenoso presentó solo un 30% de retención, destacando su mayor eficiencia en la filtración gracias a su estructura menos compacta.

En una escala de investigación más amplia y como aporte a otros experimentos, se ha podido demostrar que las teorías y la información obtenida son correctas. Así, este pequeño experimento refuerza los estudios existentes sobre las teorías de infiltración del agua según el tipo de suelo, validando los resultados previos y contribuyendo al conocimiento en esta área.

5. Bibliografía

- Barrios, J. L. (2012). Porosidad del suelo en tres superficies. *Tecnología y Ciencias del Agua*, III, 21-32.
- Bautista, L. (2015). Infiltración de agua en el suelo (infiltrómetro de doble cilindro). www.academia.edu.
https://www.academia.edu/19019225/Infiltraci%C3%B3n_de_agua_en_el_suelo_infiltr%C3%B3metro_de_doble_cilindro_
- Delgadillo, O., & Pérez, L. (2016). Medición de la infiltración del agua en el suelo. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. Centro AGUA. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Manqui, F., Allende C, Marjorie y Villablanca, F. Alexis (2012). "Preparación de Suelos". Inira-Ururi, 4.
- Maderey, L. (2005). Principios de Hidrogeografía. Estudio del Ciclo Hidrológico. *Geografía siglo XXI*, 1.
- Moreno, H. A., Vélez, M. V., Montoya, J. D., y Rhenals, R. L. (2006). "La lluvia y los deslizamientos de tierra en Antioquia: Análisis de su ocurrencia en las escalas interanual, intraanual y diaria". *Revista EIA*, 59-69.
- Ruiz, E. y Martínez, M. (2009). "Hidrología Aplicada: Infiltración y humedad del suelo". *Oper Course Ware*, 1-24.
- Sánchez, J. (2007). "Ciclo hidrológico". Dpt. geología Universidad Salamanca, 4-9.
- Sanz, J. S. (2007). "Agua es vida". *Rev. Real Academia de Ciencias*. Zaragoza., 65-74.ba
- Silva, A. (1998). "La materia orgánica del suelo". Montevideo: Facultad de Agronomía., 34.
- Tobón Sánchez, W., García Aristizábal, E. F., & Vega Posada, C. A. (2016). Análisis numérico del proceso de infiltración de agua y localización de deformación en suelos parcialmente saturados. *Revista EIA*, (25), 53-68.
- Valenzuela, L. C. (2014). *La química del agua*. México: Plaza y Valdés.