Plan de lección: Cuantificación y caracterización **75 minutos**

**Descripción de la lección**



En esta lección, se explica la importancia y los desafíos de cuantificar y caracterizar los lodos fecales. Los participantes aprenderán qué son los excrementos y cuál es la composición de los lodos fecales. Se abordarán las diferencias principales entre las características de los lodos fecales y las aguas residuales, centrándose en la variabilidad de los lodos fecales. También se presentan las dificultades inherentes a la cuantificación y caracterización de los lodos fecales.

Prerrequisito: los participantes ya deberían estar familiarizados con los agentes patógenos fecales y las vías de transmisión de las enfermedades.

**Objetivos de aprendizaje**



Al finalizar esta sesión, los participantes serán capaces de:

1. Identificar las características de los excrementos y los lodos fecales.
2. Explicar las diferencias entre las características de los lodos fecales y las aguas residuales.
3. Explicar la variabilidad de las características de los lodos fecales.
4. Debatir sobre las dificultades de la cuantificación y caracterización confiable de los lodos fecales.

**Materiales**



* Papel de rotafolio
* Marcadores
* Cinta adhesiva
* Actividad: ¿Qué son los lodos fecales? (1 cada 4 o 5 participantes)
* Actividad: Íconos de excrementos (2 de cada ícono)
* Estudio de caso (1 por participante)
* Libro de ejercicios sobre gestión de lodos fecales (1 por participante)

Opcional:

* PowerPoint: Cuantificación y caracterización
* Computadora y proyector

**Preparación**



* Repase el capítulo 2, "Cuantificación, caracterización y objetivos de tratamiento de los lodos fecales", del libro *Manejo de lodos fecales: un enfoque sistémico para su implementación y operación* y la presentación "Enfoque de diseño" del plan de lección que lleva ese mismo nombre.
* En una hoja de rotafolio, escriba el título "*Cuantificación*".
* En una hoja de rotafolio, escriba el título "*¿Qué contienen los lodos fecales?*". Dibuje el contorno de una pila de excrementos debajo del título.
* En una hoja de rotafolio, escriba el título "*Excrementos*".
* En una hoja de rotafolio, escriba el título "*Factores de variabilidad*".
* Imprima la actividad "¿Qué son los lodos fecales?" (1 copia cada 4 o 5 participantes).
* Imprima la actividad "Íconos de excrementos" (2 de cada ícono).
* Si utilizará la presentación de PowerPoint "Cuantificación y caracterización":
	+ Repase la presentación de PowerPoint.
	+ Imprima las notas de las diapositivas.
	+ Verifique que el proyector funcione correctamente.
	+ Prepare la presentación de PowerPoint en la computadora.

**Introducción 5 minutos**



1. Explique que usted es el líder de un organismo pesquero local. Le han pedido que cuantifique o cuente todos los peces del lago local. Pregúnteles a los participantes: "¿Cómo cuantificarían todos los peces un lago?". Comparta algunas respuestas con todo el grupo.
2. Explique que ahora es necesario categorizar los peces por especie (tipo), tamaño, peso y color. Pregúnteles a los participantes: "¿Cómo lo harían?". Comparta algunas respuestas con todo el grupo.
3. Explique que cuantificar y caracterizar los lodos fecales es un proceso similar a cuantificar y caracterizar los peces de un lago: es una tarea difícil y el resultado nunca será 100% exacto. Sin embargo, es posible obtener cálculos aproximados razonables.

**Cuantificación de lodos fecales 5 minutos**

1. Explique que, en primer lugar, tratarán la cuantificación de los lodos fecales y, luego, abordarán la caracterización más en profundidad. Recuérdeles a los participantes que es necesario cuantificar y caracterizar los lodos fecales para diseñar un centro de tratamiento.
2. Pregúnteles a los participantes: "¿Qué datos precisarían para calcular la cantidad de lodos fecales generados por un pueblo?". Escriba las respuestas en la hoja de rotafolio "*Cuantificación*".
* *Número de usuarios*
* *Ubicación*
* *Tipos y cantidad de tecnologías de saneamiento* in situ
* *Tasas de acumulación de lodos fecales*
* *Niveles socioeconómicos (podrían ser un indicador de las características de los lodos fecales ya que, por ejemplo, es posible que en las zonas de mayores ingresos estén mejor construidas las tecnologías* in situ *donde se almacenan los lodos y es posible que se usen más inodoros de descarga manual y más aguas grises).*
1. Explique que no hay un método probado para cuantificar los lodos fecales. Es necesario desarrollar un método que permita calcular aproximadamente las cantidades de lodos fecales. Eawag-Sandec está trabajando al respecto. Según la hipótesis planteada por ellos, se podrían usar datos demográficos para diseñar planes urbanos de caracterización y cuantificación, a fin de recolectar datos que sirvan para diseñar centros de tratamiento de lodos fecales.

Hay más información disponible en el sitio web de Eawag-Sandec ([www.sandec.ch](http://www.sandec.ch)).

1. Explique que un estudio de conteo de camiones de succión es un método usado para calcular la cantidad de lodos fecales que se envían a una zona de vertido. En este tipo de estudio, se registra la cantidad de camiones de succión y el volumen descargado. Esa tarea debería realizarse durante al menos una semana y repetirse algunas veces en distintas épocas del año. Así, se tiene en cuenta la variabilidad semanal y anual en la recolección de los lodos fecales. Por ejemplo: comúnmente, se descargan menos lodos fecales los domingos o, durante el año, cuando se produce el vencimiento de obligaciones por las que hay que realizar grandes desembolsos de dinero (como el pago de aranceles escolares).

Un estudio de conteo de camiones de succión no cuantifica todos los lodos fecales generados por una comunidad ni predice la situación futura. Asimismo, ese tipo de estudio solo puede llevarse a cabo en ciudades donde hay zonas destinadas a la descarga de lodos fecales.

**¿Qué son los lodos fecales? 30 minutos**



1. Explique que ahora hablarán sobre la caracterización de los lodos fecales. Para entender este tema, primero es necesario entender qué son los lodos fecales. Los lodos fecales son lo que se recolecta en una tecnología de saneamiento *in situ* (p. ej.: una letrina de fosa o una fosa séptica). Incluyen heces y orina (es decir, excrementos), así como otros componentes. En primer lugar, nos centraremos en las heces y la orina. Luego, se abordarán los demás componentes de los lodos fecales.
2. Explique que, para entender la caracterización de los lodos fecales, es necesario saber qué son los excrementos. Pregúnteles a los participantes: "¿Cuál es la composición de los excrementos (heces y orina)?". En la hoja de rotafolio "*Excrementos*", pegue con cinta adhesiva los íconos a medida que los mencionan.
* *Agua: tanto la orina como las heces están compuestas principalmente por agua. En promedio, un 91-96% de la orina y un 75% de las heces es agua.*
* *Materia orgánica: la materia orgánica presente en los excrementos proviene de los restos de seres vivos, como los animales y las plantas que nuestro organismo no es capaz de digerir. Cuando nos alimentamos de vegetales y carne, comemos materia orgánica. Un 25% de las heces son sólidos, de los cuales un 84-93% es materia orgánica. Un 4-9% de la orina está compuesta por sólidos disueltos y en suspensión, de los cuales un 65-85% es materia orgánica.*
* *Nutrientes: en los alimentos que ingerimos, hay nutrientes. Cuando estos últimos atraviesan el sistema digestivo, nuestro organismo utiliza algunos y excreta otros. Los seres humanos necesitan nutrientes para crecer y mantenerse saludables. El nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K) son ejemplos de nutrientes. Se excretan a través de la orina y las heces, aunque su presencia es mayor en la orina. Por ejemplo: un 88% del nitrógeno se excreta en la orina y un 12% en las heces; sin embargo, 67% del fósforo está presente en la orina y 33% en las heces.*
* *Agentes patógenos: las bacterias, los virus, los protozoos y los helmintos pueden estar presentes en los excrementos.*
* *Oligoelementos orgánicos: las hormonas naturales, las hormonas sintéticas y los fármacos pueden excretarse en la orina y las heces* y *seguir activos biológicamente.*
* *Sal: no hay una cantidad significativa de sal en las heces. La orina tiene concentraciones altas de sal. La concentración de sal en la orina depende de la alimentación de las personas y el consumo de líquidos. Por ejemplo: en un estudio científico, se registró que, en promedio, hay 8,8 g de sal por litro de orina (Ganrot, Dave, y Nilsson, 2007). La presencia de sal en la orina no representa un problema sanitario.*
1. Los participantes pensarán en grupos qué creen que son los lodos fecales. Para ayudarlos a pensar, pregúnteles: "¿Qué otras cosas, además de excrementos, ingresan en una tecnología de saneamiento *in situ*?". Tienen 2 minutos para escribir o dibujar los componentes de los lodos fecales.
2. Divida a los participantes en grupos de 4 o 5 personas. Entregue la actividad "¿Qué son los lodos fecales?" a cada grupo.
3. Después de 2 minutos, pídales a los grupos que compartan algunas de sus respuestas. Escriba las respuestas en la hoja de rotafolio "*¿Qué son los lodos fecales*?". Agregue los términos "*excrementos*" y "*lodos fecales*" al muro de palabras.
* *Heces y orina*
* *Material de cobertura*
* *Materiales de limpieza anal*
* *Residuos sólidos*
* *Agua de arrastre*
* *Aguas grises*
1. Haga un resumen de las dos actividades.
2. Explique que, con frecuencia, las personas confunden los lodos fecales con las aguas residuales. Los lodos fecales provienen de una tecnología de saneamiento *in situ* (p. ej.: una letrina de fosa o una fosa séptica). Las aguas residuales son el agua usada que proviene de cualquier combinación de actividades domésticas, industriales, comerciales o agrícolas, escorrentía superficial (aguas pluviales) y afluencia al alcantarillado (infiltración). Es posible gestionar las aguas residuales *in situ* o *ex situ*. En este último caso, con frecuencia se las denomina "aguas servidas". Agregue el término "aguas residuales" al muro de palabras.
3. Pregúnteles a los participantes: "¿Qué diferencias hay entre las características de los lodos fecales y las aguas residuales?". Explique que hay dos diferencias fundamentales.
* *Los lodos fecales* ***varían ampliamente*** *en términos de consistencia, concentración y cantidad. Las aguas residuales no varían tanto porque se mezclan a medida que se transportan por el alcantarillado.*
* *Las aguas residuales son transportadas hasta un centro de tratamiento por medio de un sistema de alcantarillado. En cambio, los lodos fecales se almacenan durante un determinado período en una tecnología apropiada a ese fin (p. ej.: una letrina de fosa o una fosa séptica). Según el tiempo de almacenamiento, los lodos fecales* ***pueden estar más degradados*** *y estabilizados que las aguas residuales.*
1. Pregúnteles a los participantes: "¿Por qué las características de los lodos fecales varían ampliamente?". Escriba las respuestas en la hoja de rotafolio “*Factores de variabilidad*”.
* *Tipo de tecnología de saneamiento* in situ*: fosa séptica, letrina de fosa, letrina seca.*
* *Tiempo de almacenamiento: los lodos fecales estarán más o menos estabilizados en función del tiempo que hayan estado almacenados.*
* *Infiltración: los lodos fecales serán más o menos viscosos (espesos) en función de la tasa de infiltración del recipiente.*
* *Cantidad de aguas grises: los lodos fecales estarán más o menos diluidos en función de los distintos tipos de agua que ingresan en la tecnología de saneamiento* in situ *(p. ej.: agua proveniente de bañeras, del lavado de platos, del lavado de ropa y de la limpieza).*
* *Método de vaciado: es posible agregar agua para licuar los lodos fecales a fin de bombearlos. Algunos métodos de vaciado solo pueden vaciar parte del contenido; p. ej.: los lodos fecales del fondo de una tecnología de almacenamiento que son muy espesos. Otros métodos permiten el vaciado completo del contenido; p. ej.: el vaciado manual. En ocasiones, una familia solo puede costear el vaciado de una parte del contenido.*
* *Condiciones meteorológicas: en épocas lluviosas, las tecnologías de saneamiento* in situ *pueden llenarse de escorrentía y desbordar. Las temperaturas más cálidas incrementan la tasa de degradación.*
* *Desechos sólidos: cantidad de desechos sólidos que se tiran en las tecnologías de saneamiento* in situ*, según el acceso a la gestión de desechos sólidos y la consciencia que haya al respecto.*
1. Opcional: use la presentación de PowerPoint "Cuantificación y caracterización" para mostrar imágenes de lodos fecales provenientes de distintas tecnologías (p. ej.: letrinas públicas, letrinas de fosa, fosas sépticas).

**Caracterización de los lodos fecales 15 minutos**

1. Pregúnteles a los participantes: "¿Alguna vez intentaron caracterizar los lodos fecales? En caso afirmativo, ¿cómo lo hicieron?". Analice las repuestas con todo el grupo.
2. Pregúnteles a los participantes: "¿Por qué la caracterización de los lodos fecales no es algo común?".
* *Falta de conocimientos sobre cómo caracterizarlos.*
* *Falta de métodos simples para caracterizar los lodos fecales.*
* *No existen guías ni estándares.*
* *Lleva tiempo y es costoso.*
1. Explique que cada tecnología de saneamiento *in situ* es como una persona: tiene sus propias características. Nunca podremos caracterizar cada tipo de lodo fecal. Sin embargo, hay métodos cualitativos simples que permiten comprender bien las características de los lodos fecales:
* *La letrina en sí puede aportar mucha información sobre las características de los lodos fecales. La información clave incluye la tecnología de almacenamiento de los excrementos, el tipo de interfaz de usuario y la cantidad de tiempo que han estado almacenados los lodos fecales. Por ejemplo: los lodos fecales de los baños públicos o de los baños privados de uso pago tenderán a ser relativamente frescos porque es preciso vaciarlos con frecuencia y se almacenan por poco tiempo.*
* *Las fosas sépticas funcionan con más cantidad de agua que las letrinas de fosa y, por lo tanto, suelen tener más contenido de agua. Por lo tanto, la tecnología donde se almacenen los excrementos puede usarse como un indicador para conocer el porcentaje de humedad.*
* *La información puede obtenerse mediante la observación y mediante conversaciones con los usuarios, los vaciadores de letrinas y el personal de mantenimiento.*
1. Recalque que, aunque resulta difícil caracterizar los lodos fecales, eso no debería impedir que hagamos nuestro mejor esfuerzo con lo que sabemos hasta el momento. Como se explicó anteriormente, la información sobre la tecnología de saneamiento *in situ* utilizada y su modo de funcionamiento pueden darnos indicios sobre las características de los lodos fecales, como el porcentaje de humedad y la demanda química de oxígeno. La caracterización y la cuantificación de los lodos fecales reviste particular importancia para diseñar tecnologías de tratamiento.

**Libro de ejercicios 15 minutos**

1. Pídales a los grupos del estudio de caso que usen el libro de ejercicios y completen la sección 4, "Caracterización de los lodos fecales". Los grupos harán una lista de las distintas tecnologías de saneamiento *in situ* del estudio de caso que les fue asignado y describirán las características de los lodos fecales. Tienen 15 minutos para completar el ejercicio.

**Repaso 5 minutos**



1. Pídales a los participantes que busquen a un compañero de otro grupo del estudio de caso. Pídales a los participantes que compartan las tecnologías de saneamiento *in situ* y las características de los lodos fecales del estudio de caso que les fue asignado.

**Reflexiones sobre la lección**

**Actividad: ¿Qué son los lodos fecales?**



**Heces**



**Orina**

**Actividad:** **Íconos de excrementos**



****





