



Armado de sistema de recuperación de agua gris domiciliario “Flujo subsuperficial”

Lagunas del Rosario, Lavalle

Angulo, Carlos A.; Junges Melina S.;
Ferrari, Florencia N.

**Agencia de Extensión Rural Luján de Cuyo. Estación Experimental Agropecuaria
Mendoza – INTA.**

Agosto 2024.

Introducción

En los últimos años ha sido de preocupación creciente la escasez de agua en diferentes partes del mundo. Si bien el 70% de la superficie de la tierra es agua, la mayor parte es agua salada y sólo el 3% es agua dulce. De esta última cifra, la mayoría se encuentra en glaciares, por lo que el agua dulce accesible representa solo el 1%.

Centrándonos en el consumo poblacional y la falta de infraestructuras, hacen que el acceso al agua potable sea más difícil para personas de bajos recursos o alejadas de redes de distribución. Esto conlleva a problemas en la salud y disminución de calidad de vida.

La OMS considera que la cantidad de agua para consumo humano (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar) es de 100 litros/habitante/día. Sin embargo, en Argentina el consumo de agua potable por persona casi duplica este número. Y según la empresa Agua y Saneamiento Mendoza (AySAM S.A.) publica en su página oficial, que el consumo promedio en el Gran Mendoza alcanza los 487 litros/habitante/día.

Por su parte, en la Provincia de Mendoza existen fuertes diferencias en el acceso y consumo del agua potable. La provincia cuenta con zonas irrigadas que albergan el 98% de la población y la mayor parte de las actividades económicas, políticas y sociales. Mientras tanto, zonas de secano, y áreas alejadas de redes de distribución y saneamiento de agua, sufren las consecuencias de la escasez de agua.

Es por esto por lo que es imprescindible la implementación de medidas que permitan el reaprovechamiento del agua en sectores donde el acceso a esta es difícil. Una práctica es el sistema de recuperación de aguas grises. Este tipo de agua representa el 75% de las aguas residuales generadas en el hogar, e incluye las aguas que se generan en los procesos de limpieza, cocina, ducha, lavamanos y lavarropas. Se exceptúan las aguas de inodoro y bidet (**aguas negras**).

Las **aguas negras** poseen altos valores de carga orgánica y microbiana y bajo contenido de productos químicos, su tratamiento es complejo y requiere ciertos recaudos. En cambio, las **aguas grises** poseen una carga contaminante diferente: bajo contenido de materia orgánica, baja concentración de sales, aceites y contaminantes microbianos y alta concentración de compuestos presentes en jabones y detergentes. La composición de las aguas grises permite su depuración de manera sencilla y económica. Su tratamiento en el hogar posibilita que el agua destinada a ser residuo se convierta nuevamente en recurso.

El tratamiento de aguas grises se realiza a través de procesos físicos, es decir, sin agregado de sustancias químicas. Primero es necesario separar grasas, aceites y materiales sólidos, para ello se utilizan decantadores o desgrasadores. A continuación, el agua es desplazada

por diferencia de nivel a un humedal o biofiltro. El mismo consiste en un cantero que posee únicamente grava y ripio anegado (con el agua que llega del sistema), en dónde crecen macrófitos o plantas capaces de llevar a cabo procesos de fitodepuración, degradando y consumiendo materia orgánica, Nitrógeno y Fósforo y otros nutrientes que estas aguas pueden contener.

El agua que sale del sistema puede utilizarse, por ejemplo, para riego de jardines y árboles. En este trabajo se busca agregar un beneficio adicional, al destinar dicha agua a la generación de alimentos, como hortalizas cuyo consumo es cocida, para evitar posibles patógenos.

En conclusión, el sistema de recuperación de aguas grises contribuye al cuidado del agua y el ambiente, beneficia a familias con reducido acceso a agua potable, otorgándoles no sólo conocimientos sobre la reutilización de agua, sino también alimentos para consumo como hortalizas que se consumen cocida y espacios verdes que aumenten su bienestar.

Listado cultivos permitidos

Dirección de Policía y Calidad del Agua
Departamento Reusos Hídricos

IRRIGACIÓN

TABLA CULTIVOS DESTINADOS A MERCADO/CONSUMO DIRECTO. REQUERIMIENTOS SEGÚN RESOLUCIÓN N° 400/HTA CATEGORÍA B - TRATAMIENTO SECUNDARIO VÁLIDO PARA RIEGO POR SÚRICO O POR MELGA.

N°	Tipo de cultivo	Requerimiento a cumplir
1	Acelga, Achicoria, Espinaca	Prohibidas por ser cultivos que pueden consumirse en fresco, que se cosechan y distribuyen en forma inmediata y que tienen contacto directo con el agua de riego.
2	Ajo	Permitido
3	Alcaucil	Permitido. La parte vegetal se consume cocida y además no está en contacto con el agua de riego. Si estuviera el agua de reuso en contacto con la inflorescencia, pueden ser regados con agua de reuso siempre que la misma deje de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.
4	Alfalfa	Permitido. Cuando se realiza pastaje directo no permitir que las vacas lecheras pasten en estas tierras mientras se encuentren humedecidas con el agua de reuso.
5	Almendra Nogal	Permitido
6	Avena	Permitido
7	Berenjena	Permitido. La parte vegetal se consume cocida y además no está en contacto con el agua de riego. Si estuviera el agua de reuso en contacto con la fruta, pueden ser regados con agua de reuso siempre que la misma deje de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.
8	Beterava	No permitido, por ser cultivo que puede consumirse en fresco y que tiene contacto directo con el agua de riego.
9	Brócoli	No permitido. Porque, aunque se consume cocido, la parte vegetal comestible está en contacto con el agua de riego y llega al consumidor en el corto plazo. Podría cultivarse sólo si el agua de reuso deja de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.
10	Cebada	Permitido
11	Cebolla	Permitido con precauciones, porque como la parte vegetal comestible está en contacto con el agua de reuso, se debe evitar que ésta sea aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto, o que posee un tiempo de estacionamiento no menor a un (1) mes.
12	Ciruela	Permitido porque la fruta no está en contacto con el agua de riego. No recoger frutas caídas en el suelo. Eliminar frutas dañadas.
13	Maíz	Permitido

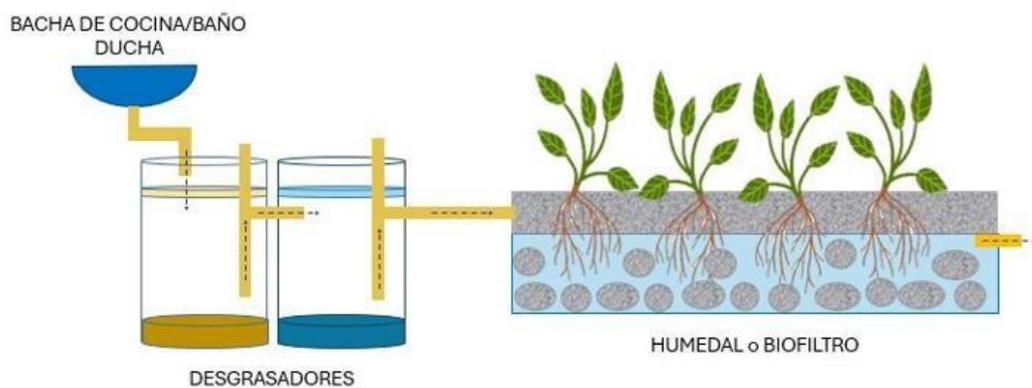
N°	Tipo de cultivo	Requerimiento a cumplir
14	Habas	Permitido
15	Lechuga, berros, rúcula	Prohibidos por ser cultivos de hojas verdes que se consumen en fresco, que se cosechan y distribuyen en forma inmediata y que tienen contacto directo con el agua de riego.
16	Melón Sandía	Permitido con precauciones, porque si bien tiene cáscara que no se come, se debe evitar que el agua de reuso se ponga en contacto con el fruto. O bien que el agua de reuso deje de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto. Eliminar frutas dañadas.
17	Olivo	Permitido
18	Papa	Permitido. Aunque se consume cocido, la parte vegetal comestible está en contacto con el agua de riego por lo que el agua de reuso debe dejar de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.
19	Pasto	Permitido. Cuando se realiza pastaje directo no permitir que las vacas lecheras pasten en estas tierras mientras se encuentren humedecidas con el agua de reuso.
20	Pera	Permitido porque la fruta no está en contacto con el agua de riego. No recoger frutas caídas en el suelo. Eliminar frutas dañadas.
21	Pimiento	No permitido, por ser cultivo que puede consumirse en fresco, que se cosecha y distribuyen en forma inmediata y que puede tener contacto directo con el agua de riego.
22	Tomate	No permitido, por ser cultivo que se consume en fresco que se cosecha y distribuye en forma inmediata y que puede tener contacto directo con el agua de riego.
23	Vid	Permitido para consumo en fresco porque la parte vegetal comestible no está en contacto con el agua de riego. No recoger frutas caídas en el suelo. Eliminar frutas dañadas.
24	Zapallo	Permitido
25	Zanahoria	No permitido para consumo en fresco excepto que vaya previamente a lavadero.
26	Coiflor	No permitido. Porque, aunque se consume cocido, la parte vegetal comestible está en contacto con el agua de riego y llega al consumidor en el corto plazo. Podría cultivarse sólo si el agua de reuso deja de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.

Objetivos

- Construir e instalar recuperadores de agua domiciliarios en familias del secano Lavallino y pedemonte de Las Heras.
- Evaluar la eficiencia de los dispositivos instalados en cuanto a la calidad y cantidad de agua recuperada.
- Promover el uso de aguas grises para disminuir el consumo de agua potable para el riego de jardines.

Desarrollo

Croquis del sistema



Materiales para desgrasadores y humedal

Para un sistema de recuperación de aguas grises domiciliario a pequeña escala, que aproximadamente recupera 50-80 L de agua diarios. El tamaño de las unidades puede variar, según la cantidad total de agua a recuperar. Principalmente, se debe modificar el largo como el ancho del humedal, para que garantice el tiempo de residencia del agua gris en biofiltro para su correcto saneamiento.

Envases de 50 l	2 unidades
conexión para tanque PPL 1 1/2"	6 unidades
Codo a 90° pvc soldable de 40 mm	2 unidades
Tée pvc soldable 40 mm	5 unidades
Manguito roscado 50x40x1 1/2"	6 unidades
Unión doble polipropileno de 1 1/2"	3 unidades
Caño pvc 40 mm gris	2 metros
Tapón de pvc gris soldable 40 mm	2 unidades
Manguera de polietileno negra de 3/4"	15 metros
Goteros botón regulables	10 unidades
Tacho metálico 200 l usado	1 unidad (cortado longitudinalmente)
Enchufe rosca macho 1" a 3/4"	1 unidades
Teflón grande alta densidad	1 unidad
Codo espiga espiga de 3/4"	3 unidades
Naylon negro o blanco de 200 micrones	4 metros
Buje de reducción de 1 1/2" a 1"	1 unidades
Piedra bola	2 baldes de 15 litros
Ripio pelado	2 baldes de 15 litros

Aspectos a tener en cuenta previamente a la instalación del sistema

El sistema de recolección de aguas residuales de la vivienda debe estar adecuado de modo que se separen las aguas grises y aguas negras.

Se debe contar con terreno suficiente para la instalación del módulo desengrasador y el módulo de biofiltro. La longitud de este último dependerá de la cantidad de agua gris que se produzca en el hogar. A modo de referencia, para una familia de cuatro personas, utilizando las aguas de la ducha y el lavamanos para el sistema, se recuperarían alrededor de 350 litros de aguas grises diarios, y se necesitan al menos 6 metros de longitud y 1-1,5 m de ancho para el biofiltro.

El terreno debe poseer un mínimo de desnivel (1%), que permita que el agua se desplace desde el inicio hasta el final del sistema.

Procedimiento para el armado del sistema

Este sistema está armado para recuperar aproximadamente 50 a 80 L diarios de agua gris domiciliar. El mismo consta de dos partes esenciales: los desgrasadores / decantadores y el humedal o biofiltro (Figura 1).



Figura 1. Recuperador de agua gris domiciliar.

Los desgrasadores cumplen la función de la separación de grasas por flotación y de sólidos por sedimentación (Figura 2). El humedal es el filtro propiamente dicho, ya que son las plantas y el sustrato los que terminan haciendo el filtrado y degradado de los compuestos que trae el agua gris (Figura 3).



Figura 2. Desgrasadores



Figura 3. Humedal o biofiltro, sobre el suelo (izquierda) y debajo del nivel del suelo (derecha).

1. Armado de desgrasadores / decantadores

Se utilizaron dos envases de 50 L para la construcción de ambos desgrasadores.

I. En un envase, realizar un orificio a un costado en la parte superior y colocar una “unión de tanque” (1½”; polipropileno) (Figura 4).



Figura 4. Conexiones “unión de tanque” en envase.

II. Realizar dos orificios, uno de entrada y uno de salida, en el segundo envase. Colocar en ambos orificios una “unión de tanque” (1½”; polipropileno) (Figura 5).



Figura 5. Segundo tanque con dos orificios y dos “unión de tanque”

III. Armar la toma de agua con “caño” de 30 cm de largo (PVC de 40 mm), “tee” (PVC 40 mm) y “manguito roscado” (PVC de 40 mm x 1 ½”). Esta toma va en ambos envases (Figura 6).



Figura 6. Toma de agua.

IV. Enroscar la toma de agua a la unión de tanque y ensamblar las partes (Figura 7). **Atención:** Este caño debe tomar agua a la mitad del tanque (por eso mide 30 cm), de manera de evitar la succión de material decantado y material flotante (ver imagen de croquis). Las tomas de agua deben colocarse igual y al mismo nivel en la salida de ambos tanques.



Figura 7. Toma de agua instalada en envase.

V. Unir los dos envases mediante “unión doble” (polipropileno de 1 ½”) (Figura 8).



Figura 8. Envases unidos mediante “unión doble”.

Atención: Una vez en funcionamiento, es importante limpiar los desgrasadores, ya que un problema de los humedales de flujo subsuperficial es el Entarquinado clogging- colmatación del humedal, esto ocurre cuando el espacio de los poros se obstruye por la acumulación de sólidos (orgánicos inorgánicos) esto es causal del exceso de carga orgánica en el humedal a medida que los sólidos del fondo o las grasas en superficie se empiezan a acumular. Se puede realizar el mantenimiento cada 3 meses o cuando se considere necesario.

2. Armado de humedal o biofiltro de flujo subsuperficial

El humedal puede ser construido directamente sobre la superficie del suelo o bajo relieve (Figura 3) de cualquier material, siempre debe estar impermeabilizado y relleno con un sustrato inerte (por ejemplo, granza o ripio lavado) es decir sin suelo.

En este caso se utilizó un tacho metálico de 200 litros ubicados sobre la superficie del suelo.

PASOS:

VI. Cortar el tacho de 200 L a la mitad, estas dos mitades serán utilizadas para el armado de un único humedal.

VII. Hacer un orificio en el primer tacho (biofiltro) y Colocar una “unión de tanque” (polipropileno de 1 ½”) en el segundo se hacen dos orificios uno de entrada y de salida, colocar unión de tanque y unir las dos mitades mediante el uso de una “unión doble” (1 ½”; polipropileno) (Figura 9).



Figura 9. Unión de ambos tachos mediante “unión doble”.

VIII. El primer tacho recibirá el agua de la salida de los desgrasadores no en caída libre, sino mediante un caño perforado sobre superficie (ver Figura 10). El mismo se construye con 2 caños de 15 cm, tee, codo, y tapones en ambos costados, y se acopla a la unión de tanque mediante un manguillo roscado (PVC de 40 mm). La salida para el agua del primer humedal será construida de la misma manera que la salida de agua de los desgrasadores (Figura 6). Es decir, tomará el agua a una altura media del tacho.



Figura 10. Caída de agua del desgrasador al primer tacho.

IX. El segundo tacho recibirá el agua del primero a través de la unión de tanque, no en caída libre, sino mediante un caño perforado sumergido (ver Figura 11). El mismo se construye con 2 caños de 15 cm, tee, codo, y tapones en ambos costados, y se acopla a la unión de tanque mediante un manguillo roscado (PVC de 40 mm). La salida de este segundo tacho se construye de la misma manera que la anterior (Figura 6).

Atención: el caño que deriva el agua de un humedal a otro debe estar a una altura que permita que el pelo de agua quede por debajo la superficie de las piedras (5 a 10 cm por debajo). Esto es imprescindible para evitar la proliferación de mosquitos.



Figura 11. Caída de agua sumergida al segundo tacho.

X. Impermeabilización de los tachos con nylon de más de 200 m, para evitar fugas del sistema y alargar la vida útil de este recipiente (Figura 13).

XI. Colocar piedra bola para el fondo del humedal, aproximadamente 2 baldes de 15 L para cada tacho (Figura 13).



Figura 13. Colocación de nylon y piedra bola en los tachos del humedal.

Colocar las plantas y la granza, ripio lavado o pedregullo fino para el sostén de estas (Figura 14), aproximadamente dos baldes de 15 L para cada tacho. Para la plantación se recomienda realizarla a raíz desnuda sin la presencia de tierra, el establecimiento de las plantas en el

humedal será después del primer ciclo Primavera – Verano, ya que se necesita generar poblaciones de bacterias responsables del tratamiento dentro del sistema y esto lleva de 3 a 6 meses.



Figura 14. Colocación de plantas y grava en el humedal.

XII. Finalmente, rellenar con agua limpia (2 baldes de agua de 15 L para cada tacho) y conectar a la salida de agua gris domiciliaria (Figura 15).



Figura 15. Rellenar con agua.

XIII. A la salida del segundo tacho se conecta una manguera para riego directo (Figura 12) o se dirige el agua tratada a una cisterna para su acumulación y posterior uso.



Figura 12. Salida directa de agua del humedal para el riego de árboles.

XIV. Mantenimiento del humedal.

Eliminar las malezas ya que compiten por los nutrientes con las especies implantadas

Proteger la vegetación de animales que puedan utilizarla como alimento

En invierno, realizar las tareas de poda de las plantas de ciclo anual y los restos se pueden compostar y reutilizar como materia orgánica para el suelo.

3. Plantas recomendadas para el humedal

Las plantas utilizadas en el humedal deben ser del tipo palustres o plantas de laguna. Estas plantas tienen la capacidad de sobrevivir a la condición de anegamiento permanente. Para ello, disponen de ciertas adaptaciones, como es la presencia de aerénquimas en su estructura, que les permiten llevar el oxígeno hasta las raíces.

Entre las especies más abundantes y conocidas en nuestra zona se encuentran:



Figura 13. Totorá (*Typha sp.*)



Figura 14. Juncos (*Scirpus sp.*)



Figura 15. Carrizo (*Phragmites australis*)



Figura 16. Lirios (*Iris sp*)



Figura 17. Papiros (*Papyrus sp*)