



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



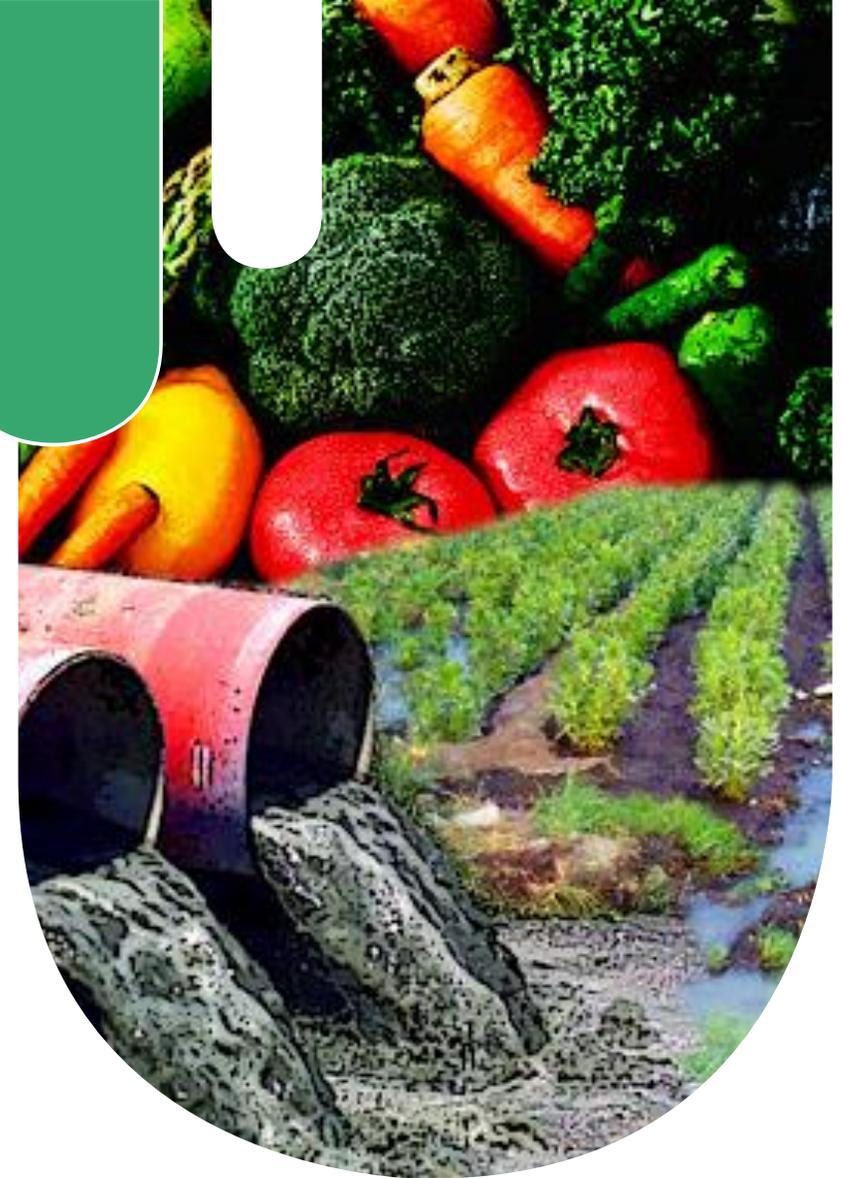
# USO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO AGRÍCOLA

Al. Alejandro García Flores



Enseñar la explotación de la tierra,  
no la del hombre

Fecha de presentación: jueves 10 de junio de 2021



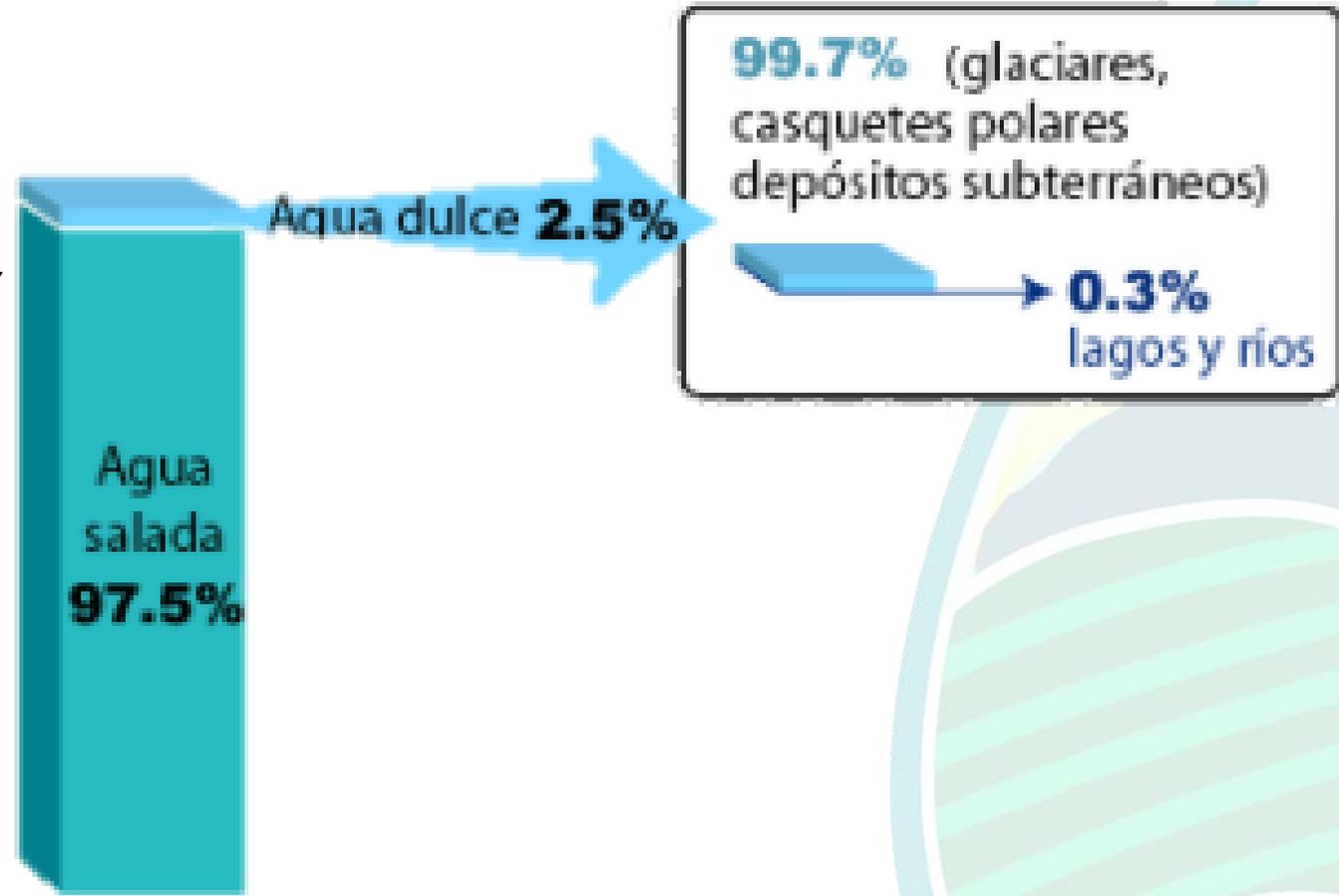


# INTRODUCCIÓN

La historia del reúso de las aguas residuales se remonta a casi 3 000 años. Algunos hallazgos arqueológicos han revelado que en la isla de Creta, en Grecia, las aguas residuales de los palacios eran desalojadas por un sistema de alcantarillado primitivo y eran descargadas en zanjas a las afueras de la ciudad, de donde se distribuían para el riego de huertas de olivares y en campos agrícolas donde se cultivaba trigo y cebada

# Disponibilidad del agua

Aunque tres cuartas partes de la Tierra están cubiertas por agua, 97.5 % es salada (forma *mares y océanos*) y sólo 2.5 % es agua dulce, del cual sólo 0.3 % se localiza en *lagos y ríos* de donde el hombre toma la mayor parte del agua que utiliza, el resto se encuentra en glaciares, casquetes polares en forma de hielo y en depósitos subterráneos.



# Disponibilidad del agua

## Consultivos

Es la diferencia entre el volumen extraído y el descargado al llevar a cabo la actividad

## No consultivos

La actividad no modifica el volumen



76.0%  
Agrícola



4.7%  
Energía eléctrica  
excluyendo hidroelectricidad



14.4%  
Abastecimiento  
público



4.9%  
Industria  
autoabastecida

**Agrícola.** El agua se utiliza para el riego de cultivos.

**Abastecimiento público.** Se distribuye a través de las redes de agua potable (domicilios, industrias y a quienes estén conectados a dichas redes).

**Industria autoabastecida.** Son aquellas empresas que toman el agua directamente de los ríos, arroyos, lagos y acuíferos del país.

**Termoeléctricas.** El agua se utiliza para producir electricidad.

Usos agrupados consuntivos	Definición	Vol. Concesionado (hm <sup>3</sup> )	%
Agrícola	A+D+G+I+L	66 799	76.0
Abastecimiento público	C+H	12 628	14.4
Industrial integrado	B+E+F1+K	4 267	4.9
Electricidad excluyendo hidroelectricidad	F2	4 147	4.7
<b>Subtotal consuntivo</b>		<b>87 842</b>	<b>100.0</b>

- Casi el 76% del agua disponible para consumo humano se destina a la producción de alimentos. No obstante, la eficiencia en el uso del agua en este sector es apenas del 46%. Estos datos, por sí solos alarmantes, deben llamar la atención para impulsar la adopción de prácticas y tecnologías destinadas a reducir la cantidad de agua utilizada y aumentar la eficiencia en su consumo.



- En México, la superficie agrícola total es mayor a 27 millones de hectáreas, de las cuales se siembran aproximadamente 22 millones en un año agrícola; de éstas, sólo 6.5 millones cuentan con algún sistema de riego, y en ellas se obtiene más de la mitad de la producción agrícola nacional, ya que una hectárea con riego puede ser tres veces más productiva, que una de temporal.



## REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS (RHA)

13 RHA para la administración de las aguas



 Norte  
Menor agua disponible  
Mayor población  
Mayor aportación al PIB



Norte, centro y noroeste   
Sureste 

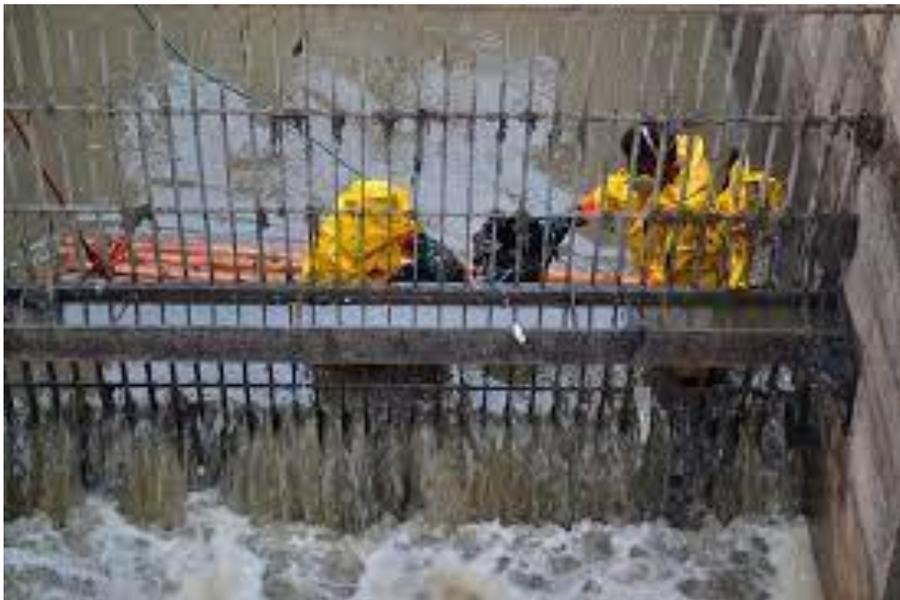
 Sur  
Mayor agua disponible  
Menor población  
Menor aportación al PIB

# Tratamientos al agua residual

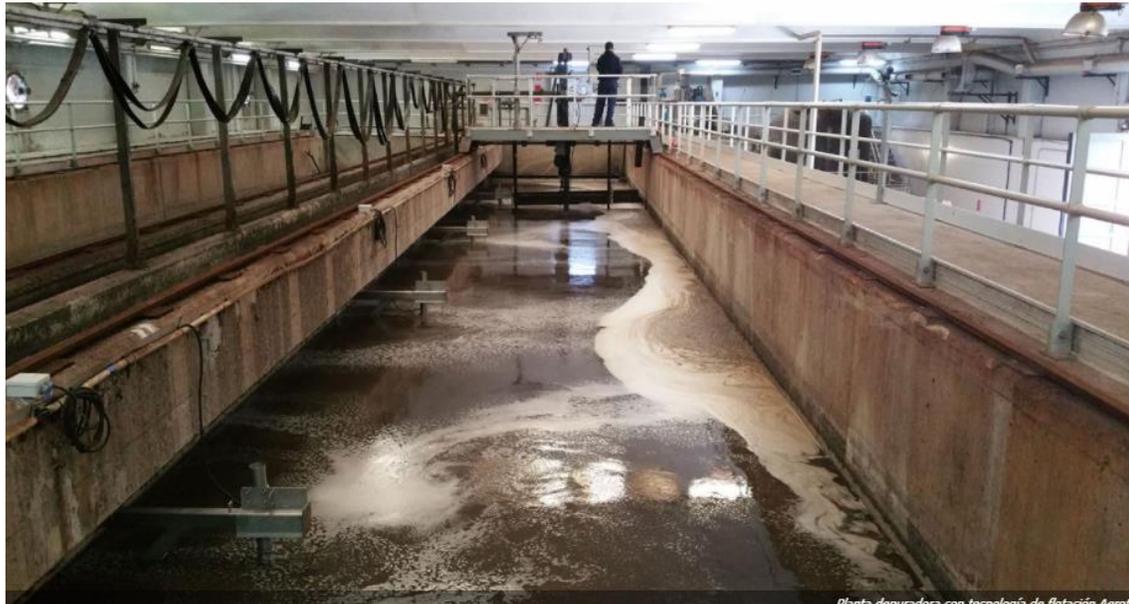
## Procesos de tratamientos Básicos

Las aguas municipales que reciben tratamiento normalmente siguen los procesos descritos abajo:

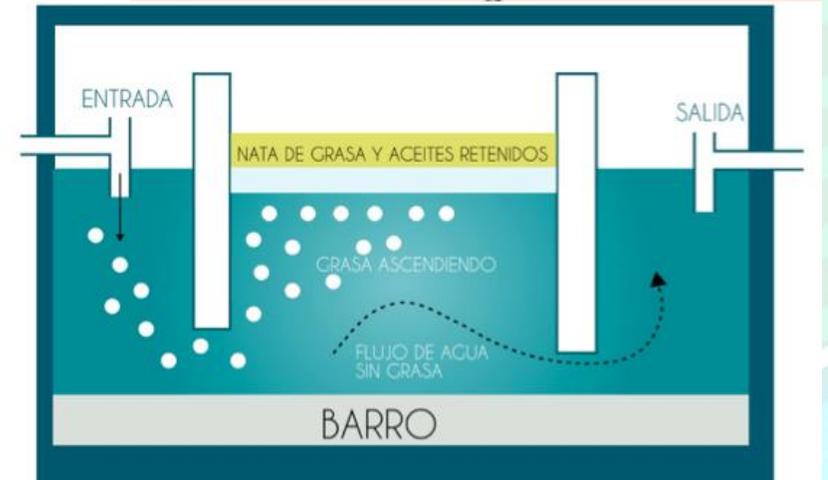
- Preliminar: Este proceso es un filtrado grueso (normalmente una malla metálica), eliminando sólidos grandes.



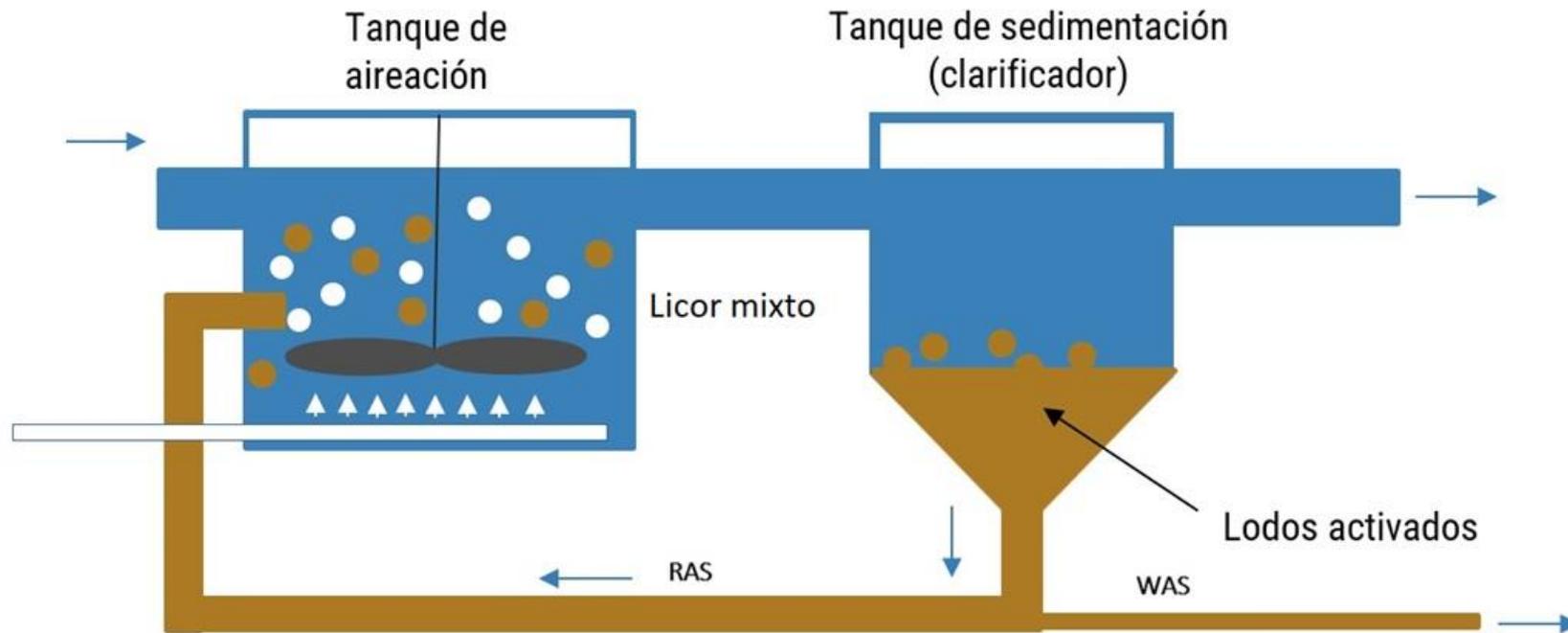
- **Primario:** Este proceso se basa en la sedimentación de los materiales sólidos, recibe el nombre de tanque de sedimentación primario. Las partículas sólidas se asientan en el fondo y los aceites y grasas suben a la superficie. El material es eliminado como fango, éste suele recibir otro tratamiento.



Planta depuradora con tecnología de Estación Aterrizaje



- Secundario: Este es un proceso biológico que trata la materia orgánica disuelta presente en el agua. Se realiza en un tanque de aireación, donde los microorganismos consumen la materia orgánica, la después la mezcla se clarifica y pasa a un sedimentador secundario y el residuo es eliminado como fango para un proceso posterior.



- Terciario: es un proceso para la eliminación de contaminantes específicos con el fin de alcanzar una calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (reducción de DBO, metales pesados y eliminación de patógenos y parásitos).



- Procesamiento de fangos y material sólido: la mezcla proveniente de los procesos primario y secundario se procesa en un digestor anaerobio, produciendo biogás, agua y lodos estabilizados. Estos lodos finales bien se envían a vertedero o se utiliza en paisajismo como enmienda.

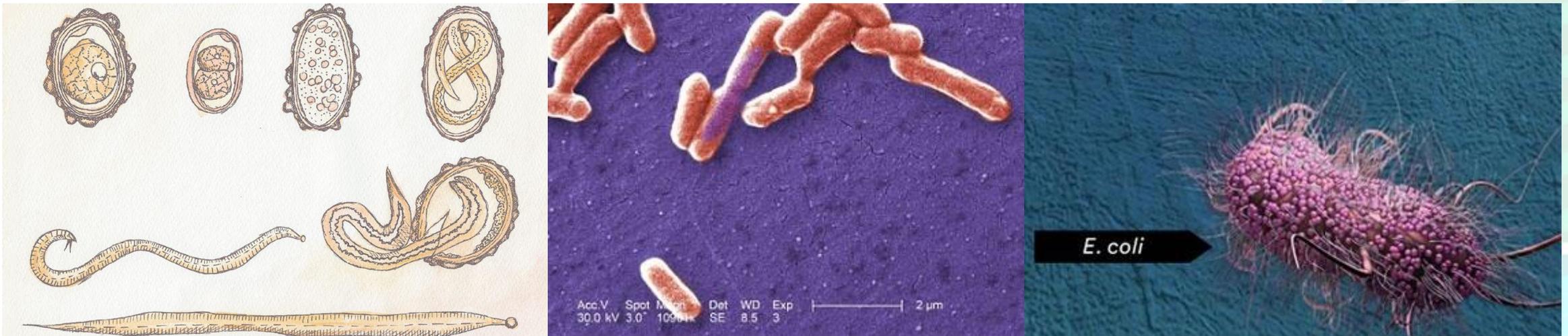




No obstante, el tratamiento de aguas residuales para sistemas de riego conlleva varios riesgos que, de no ser cuidadosamente atendidos, pueden interferir de forma directa en el rendimiento de los campos agrícolas y generar efectos nocivos para las plantas, suelos y seres humanos.



Por ello, la calidad de las aguas tratadas para riego se determina por el porcentaje de patógenos coliformes fecales y huevos de helmintos que se encuentran en los efluentes conforme la [NOM-001-SEMARNAT-96](#), dependiendo de si se trata de riego restringido (para cultivos que no se consumen crudos) o no restringido (para cultivos de consumo en crudo).



Para el buen implemento del uso del agua residual se presentan algunas barreras a realizar en el campo:

- Restricción de cultivos. Uso de aguas potencialmente contaminadas en cultivos no alimenticios (algodón), o alimenticios pero después de procesados o cocinados (trigo, papa), o en cultivos de tallo largo (frutales)



La obstrucción por los sólidos en suspensión. Las principales estrategias en finca para minimizar estos riesgos son:

- Selección de cultivos y la diversificación también debe obedecer principalmente a la calidad del agua de riego, los riesgos de salud pública y las restricciones que imponga la legislación o normatividad vigente o los referentes internacionales.





**Cultivos industriales**  
(como el algodón)



**Cultivos forestales y forrajes**  
(alfalfa, trebol, maíz, cebada, pastos y pinos navideños)



**Cultivos frutales**  
(cítricos, manzanos, pistachos, duraznos, ciruelos, vides y aguacate)



**Cultivos de grano** (sorgo, trigo, maíz y frijol)



**Cultivos hortícolas**  
(calabaza, pimiento, chayotes, pepinos, entre otros)

Menor calidad de agua

Mayor calidad de agua

# Riesgos agronómicos

El uso de aguas residuales tratadas o no puede conllevar riesgos agronómicos que pueden afectar la productividad. Estos riesgos son:

- la salinidad y sodicidad
- la toxicidad ión específica



FAO, Reusó seguro de aguas residuales en argentina

- Tratamiento del agua a la entrada en finca, protección del tanque de agua para evitar acceso a este, riego por goteo, dosificación (para que la concentración de sales, metales o patógenos no sea peligrosa) ya que así se reduce el contacto de las hojas o frutas con el agua contaminada. Para evitar que el sistema de goteo se bloquee con sólidos que lleven las aguas servidas, es recomendable realizar un tratamiento previo.



- Uso del agua según de la salud del suelo, características, prácticas de preparación del suelo, aplicación de enmiendas y fertilizantes.



- Concienciación de los agricultores sobre las mejores prácticas de manejo de protección de la salud humana.





## Beneficios

Las aguas residuales son un recurso hídrico que permite el desarrollo de la agricultura de riego aun en zonas áridas o semiáridas, ya que por su ubicación poseen déficit de agua

Las aguas residuales contienen nutrientes en forma disponible para las plantas, por lo que se reducen los costos de producción al no requerir o disminuir considerablemente la aplicación de fertilizantes químicos

Existen evidencias que muestran que los nutrientes que contienen las aguas residuales mejora la fertilidad de los suelos. Esto se traduce en mejores rendimientos de los cultivos producidos

Las aguas residuales se pueden utilizar para aumentar los volúmenes disponibles para riego en zonas agrícolas que poseen déficit para suplir la demanda de los usuarios

Las aguas residuales permiten el desarrollo de pequeñas zonas agrícolas de riego, generando empleo y producción de alimentos

## Riesgos

Las aguas residuales, al ser un producto de desecho contienen agentes patógenos y otros contaminantes. Por lo que esta agua al no ser tratada adecuadamente puede producir problemas al medio ambiente y a la salud

Cuando las aguas residuales son vertidas en cuerpos de agua superficiales pueden provocar contaminación y eutrofización de los cuerpos de agua cercanos.

Cuando las aguas residuales son utilizadas en el riego agrícola existe el riesgo de cosechar productos con mala calidad sanitaria que incrementan los riesgos de salud de los consumidores

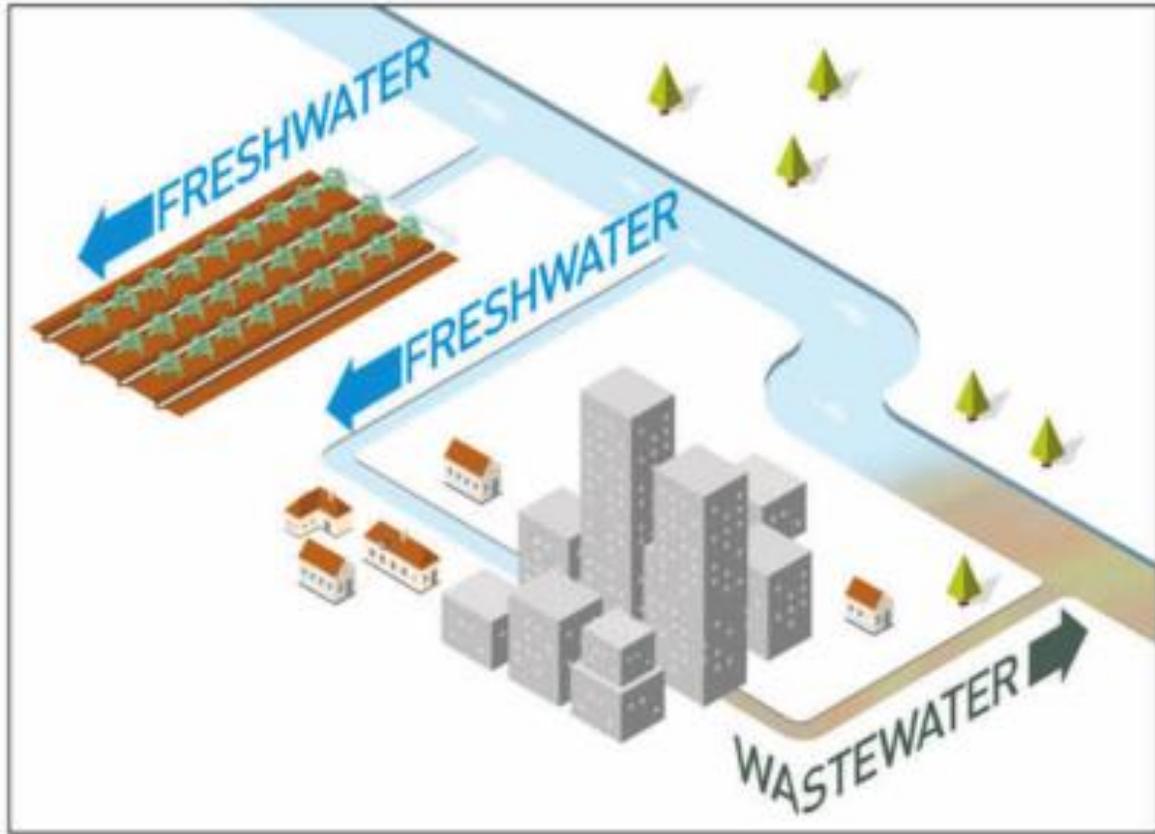
La mezcla de aguas superficiales con agua residual podría llevar contaminantes a zonas donde antes no existían, limitando la siembra a ciertos cultivos que no impliquen riesgos a la salud.

Si las aguas residuales se aplican sin considerar prácticas de manejo de suelos y agua, se puede producir un incremento de los niveles freáticos y salinización en los suelos, afectando su productividad.



Muchas experiencias han demostrado como las aguas residuales logran una productividad agrícola mas alta que cultivos regados con agua convencionales. A continuación se muestran las experiencias agrícolas realizadas en Tacna (Perú), donde los agricultores que regaban con aguas residuales tratadas en lagunas de estabilización lograban cosechas de 50 a 250% mas altas que aquellos que usaban agua de pozo y ocasionalmente fertilizantes químicos (Moscoso, 2016)

CULTIVO	Aguas residuales tratadas	Aguas de pozo + fertilizantes
Alfalfa	12	10
Maíz	5	2
Trigo	3	2
Cebada	4	2
Avena forraje	22	12
Tomate	35	18
Aji	12	7
Papa	30	12





El uso de aguas residuales en general debe de contemplar las siguientes bases para evitar algunos de los inconvenientes que tiene este tipo de aguas, aprovechando así solo las oportunidades que estas tienen

1. Fomentar uso en zonas periféricas a localidades y en zonas áridas o semiáridas
2. Verificar que el agua residual No provenga de la industria
3. Con calidad bacteriológica dentro de los límites de la NOM-001-SEMARNAT-96
4. Suelos de adecuada permeabilidad y drenaje de  $\pm 5$  cm/día. Acuíferos con más de 20 m de profundidad
5. Cultivos tolerantes a salinidad, y adoptar técnicas de manejo del riego y del cultivo
6. Patrón de cultivos rentable para los productores



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# ¡GRACIAS!

**Al. García Flores Alejandro**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

✉ Correo electrónico: [alejandro.garcf@Gmail.com](mailto:alejandro.garcf@Gmail.com)

