

Resultados de la Cooperación México-Bolivia-Alemania, para reducir riesgos por reúso de aguas residuales para agricultura



Olga Xóchitl Cisneros Estrada

29/11/2017



11 Millones de habitantes:
67.5 Urbano y 32.5 rural



16 cuencas están altamente contaminadas

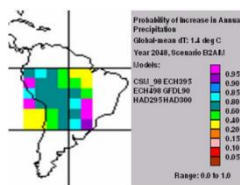


Figura 7. Probabilidad de incremento en las precipitaciones anuales bajo el Escenario B2-AIM generado tres modelos CSM-98 ECH-395; ECH498 GFDL90 y HAD295 HAD300. Modelo MAGICC/SCENGEN

Alta vulnerabilidad al cambio climático

Introducción



La cobertura global de agua potable es del 78.5%



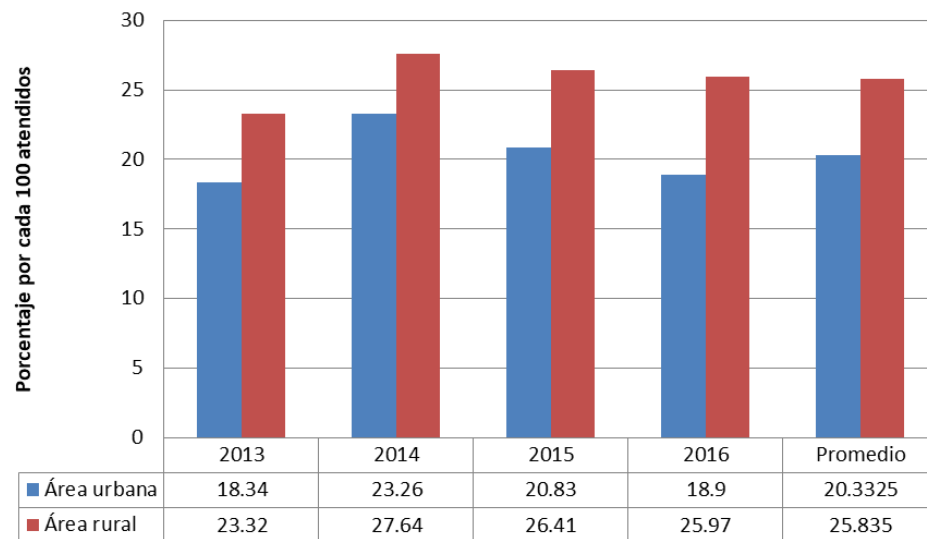
Cobertura global de saneamiento 57.1 %



Al 2015 el 70% de las Aguas residuales no eran tratadas

Introducción

Porcentaje de casos atendidos con diarrea aguda en menores de 5 años



Fuente: Instituto de Estadística de Bolivia. Datos de Salud en: www.ine.gob.bo/Index.php/salud



- 1970 inicios de la Cooperación México-Alemania.
- 1997- la Giz, asesora al gobierno mexicano.
- 2011 Se crea la AMEXCID.
- México ya no solo recibe cooperación internacional sino también la dona.
- 2013 La CONAGUA recibe solicitud del MMAyA de Bolivia, e invita al IMTA.
- Surge proyecto Triangular ***“Apoyo en la mejora del reúso y tratamiento de aguas residuales y protección de cuerpos de agua con enfoque de adaptación al cambio climático”***



Objetivos

Apoyar a Bolivia en la Gestión Integrada de los Recurso Hídricos en los siguientes temas:

- Mejora en el Reúso de las aguas residuales para riego
- Asesoramiento en el tratamiento de aguas residuales
- Protección de cuerpos de agua (disminución de la contaminación).

Resultados

- Se definieron 3 líneas de Acción:



1. Marco normativo y regulador para el tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.



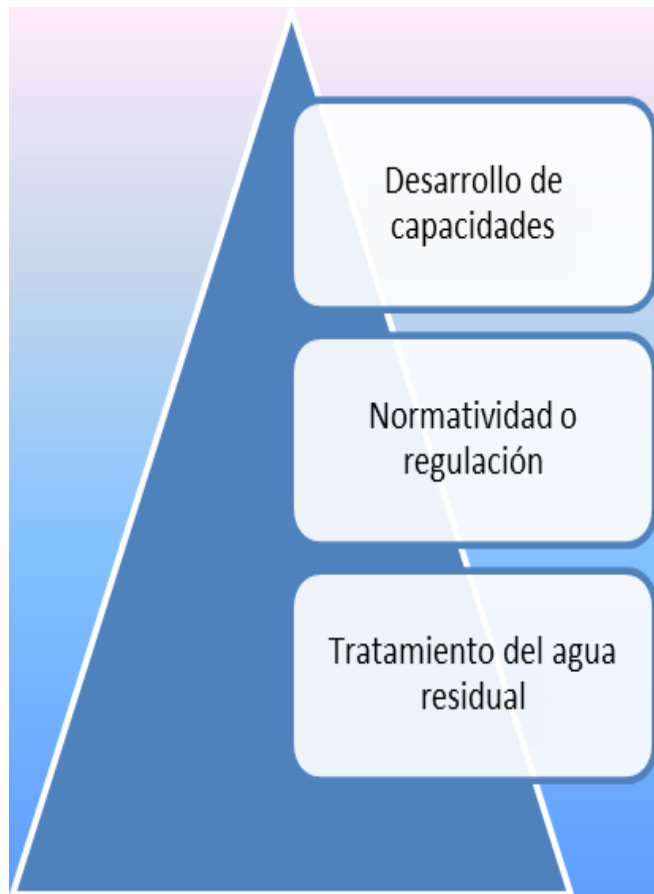
2. Formación y capacitación en tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.



3. Proyectos piloto de tratamiento de aguas residuales con reúso para riego.

Resultados

VINCULANDO LA INFORMACIÓN CON ACCIONES POR EL AGUA Y LA ALIMENTACIÓN



Diplomado en Tecnologías de Tratamiento naturales de aguas residuales domésticas, destinadas al reúso



Guía para proyectos de tratamiento y Guía técnica para reúso en agricultura.



Asesoría para los proyectos de Plantas de tratamiento con enfoque de Reúso.



Diplomado en Tecnologías de Tratamiento, naturales de aguas residuales domésticas, destinadas al reúso

Se firmó en 2015 un acuerdo de cooperación académica entre:



- ✓ Certificación del Diplomado con reconocimiento en México y Bolivia.
- ✓ Uso en conjunto de las instalaciones de las Partes.
- ✓ Ejecución del Diplomado en las modalidades presencial y semipresencial a través de sistemas de videoconferencia.

Diplomado en Tecnologías de Tratamiento, naturales de aguas residuales domésticas, destinadas al reúso Sep-2015-Feb 2016.

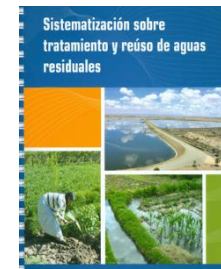
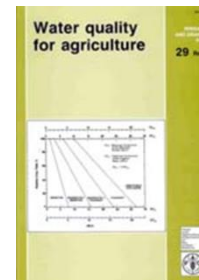
- MODULO 1 Aspectos fundamentales de las aguas residuales
- MODULO 2 Recuperación y reutilización de efluentes
- MODULO 3 Tratamiento de aguas residuales
- Módulo 4. Seguimiento a los perfiles de proyecto.

Participaron 33 técnicos de diversas instituciones entre ellas del Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia y sus Viceministerios; de los Gobiernos Autónomos Departamentales y de las Empresas Municipales y Locales de los Servicios de Agua Potable, y Alcantarillado.



Guía técnica para reúso en agricultura

- Se consultaron y revisaron alrededor de 55 documentos técnicos



- Se realizó trabajo de campo en sitios representativos de reúso

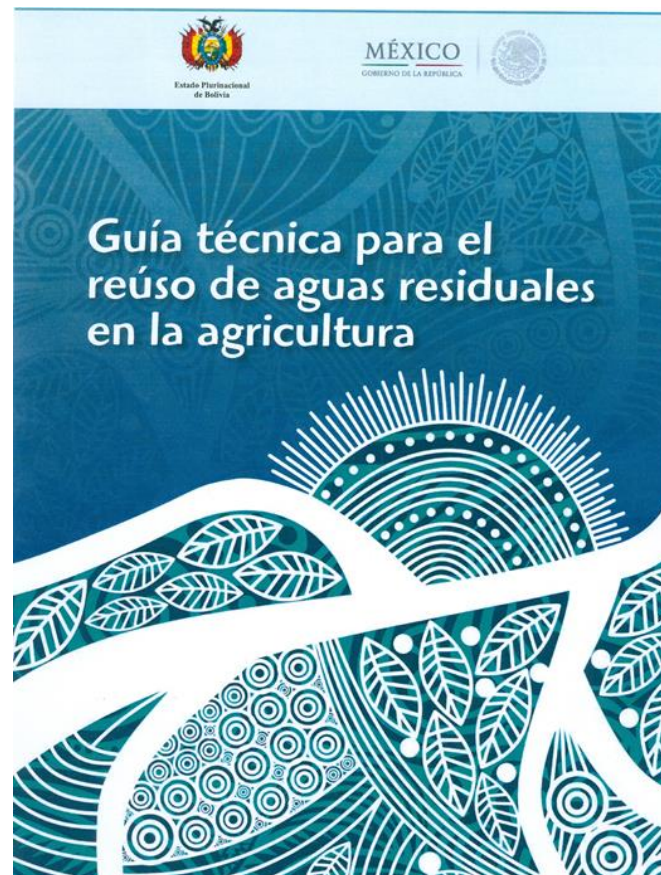


- Su contenido temático fue revisado y consensuado en talleres.



Guía técnica para reúso en agricultura

Los temas principales que integran la Guía son:
Las Aguas residuales y su reúso en la agricultura, el Manejo de las aguas residuales en la parcela y los Cuidados a la Salud y Calidad del producto, cada uno con una serie de subtemas.



Guía técnica para reúso en agricultura

ÍNDICE DE CONTENIDO

PRÓLOGO.....	3
1. Presentación.....	7
2. Aguas residuales y su reúso en la agricultura.....	8
2.1 Calidad del agua de riego.....	13
2.2 ¿Cómo evaluar e interpretar la calidad del agua de riego?.....	14
2.3.- Tratamiento complementario previo al reúso del agua en la parcela.....	18
2.3.1 Desinfección con Rayos Ultravioleta (UV).....	18
2.3.2 Desinfección con ozono.....	20
2.3.3 Micro y ultrafiltración con tecnología de membranas.....	22
2.3.4 Galerías filtrantes (Qanat).....	23
2.4 El suelo y sus riesgos de afectación por el riego con aguas residuales.....	27
2.4.1 Salinización.....	29
2.4.2 Pérdida de infiltración de los suelos.....	31
3. Manejo de aguas residuales en la parcela.....	35
3.1 Selección de cultivos.....	35
3.1.1 Selección de cultivos de acuerdo con la calidad del agua.....	36
3.1.1.1 Alternativas de cultivos para aprovechar las aguas residuales con cierto grado de salinidad.....	37
3.1.1.2 Alternativas de cultivos para aprovechar aguas residuales con cierto grado de toxicidad (Sodio, cloruro y boro).....	42
3.1.2 Selección de cultivos considerando los riesgos de salud pública.....	44
3.1.2.1 Selección de cultivos considerando las restricciones legales o normativas.....	46
3.2 Análisis de tecnología de producción de cultivos de Bolivia y sugerencias de mejora para disminuir riesgos por el uso de las aguas residuales.....	49
3.3 Recomendaciones para abordar el tema de los riesgos en zonas con reúso.....	59
3.3.1 Recomendaciones para enfrentar los riesgos en zonas de reúso que producen cultivos que se comen crudos.....	60
3.3.2 Recomendaciones para enfrentar los riesgos en zonas de reúso que producen cultivos que se consumen cocidos.....	61
3.3.3 Recomendaciones para enfrentar los riesgos en zonas de reúso que producen cultivos para industrializar antes de su consumo.....	62
3.4 Técnicas de manejo del cultivo que evitan el contacto del producto con el agua de riego.....	63
3.4.1 Siembra en surcos anchos.....	63
3.4.2 Siembra en camas altas.....	64
3.4.3 Colocación y ubicación de la semilla.....	65
3.4.4 Uso de acolchados plásticos.....	66
3.4.5 Entutorado o envarado.....	68
3.5 Técnicas de manejo del agua que mejoran la calidad sanitaria de productos durante su desarrollo y antes de su cosecha.....	69

3.5.1 Riego alterno.....	69
3.5.2 Supresión del último riego antes de la cosecha.....	70
3.6 Selección del método de riego para el aprovechamiento de aguas residuales.....	71
3.6.1 Método de riego por gravedad en surcos y melgas.....	76
3.6.2 Método de riego presurizado.....	78
4. Cuidados a la salud y calidad del producto para zonas con reúso.....	80
4.1. Recomendaciones para trabajadores agrícolas, antes, durante y después del riego.....	85
4.1.1 Uso de prendas de protección.....	85
4.1.2 Higiene durante la jornada de trabajo y después de ella.....	88
4.1.3 Recomendaciones generales para preservar la salud de las familias.....	89
4.2 Recomendaciones generales para mejorar la calidad sanitaria de los productos de consumo.....	90
5. Siglas y definiciones.....	91
Referencias bibliográficas.....	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Ilustración 1. Distribución de la superficie agrícola regada con aguas residuales en Bolivia.....	10
Ilustración 2. Cultivos que se pueden regar mediante riego restringido.....	43
Ilustración 3. Cultivos que se pueden regar mediante riego no restringido.....	44
Tabla 1 Beneficios y Riesgos en el uso de las aguas residuales.....	11
Tabla 2. Riesgos de enfermedad por el uso de aguas residuales, según grupo expuesto.....	12
Tabla 3 Directrices para interpretar la calidad de las aguas para riego.....	15
Tabla 4. Tolerancia relativa de algunos cultivos al sodio intercambiable.....	16
Tabla 5. Tolerancia relativa al boro de algunos cultivos.....	17
Tabla 6. Remoción de patógenos usando microfiltración.....	21
Tabla 7. Factores que afectan la infiltración del agua en el suelo.....	29
Tabla 8. Clasificación de la permeabilidad de suelos.....	29
Tabla 9. Grado de restricción de uso de agua de riego por presencia de Sólidos.....	30
Tabla 10. Límites de contaminantes de grasas y aceites, para aguas residuales especificados en la normativa Mexicana.....	30
Tabla 11. Grado de restricción del agua de riego por presencia de iones tóxicos.....	39
Tabla 12. Clasificación de riesgos de salud asociados a cultivos y prácticas de manejo.....	41
Tabla 13. Límites de contaminantes patógenos (NOM-001-SEMARNAT-96).....	42
Tabla 14. Estrategias generales para enfrentar el problema de riesgos en zonas con reúso.....	55
Tabla 15. Características de los acolchados plásticos y sus usos.....	62
Tabla 16. Tiempo (días) de supervivencia de patógenos en suelo, agua y cultivos.....	67
Tabla 17. Factores que favorecen la elección del método de riego.....	69

Formato de la Guía

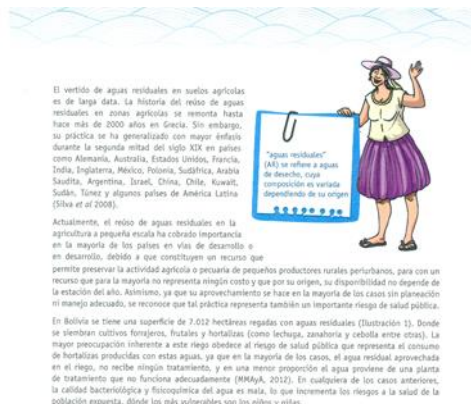
2 Aguas residuales y su reúso en la agricultura

La creciente población demográfica, la generación de aguas residuales (AR) provenientes de las distintas actividades económicas, el avance en la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales y los problemas sociales generados por el déficit de agua para abastecer a las ciudades y para el riego agrícola, son elementos clave que posicionan al reúso del agua tratada como el nuevo paradigma del presente siglo.

Entre los objetivos centrales de la Agenda XXI sobre medio ambiente y desarrollo se encuentra relacionado a fomentar el uso racional de las aguas residuales para riego en agricultura, forestación y/o en acuicultura, ya que se consideran prácticas que contribuyen al desarrollo sustentable de los países. Actualmente, a nivel mundial, se estima que existen alrededor de 20 millones de hectáreas regadas con aguas residuales (tratadas, crudas o mezcladas) (Hamilton, et al, 2006).

La presión hídrica de la generalidad de las naciones se centra en que el 92% del agua disponible se destina a la agricultura de riego, donde un 56% de esta agua se destina a la producción de alimentos, entre los que destacan la producción de granos y cereales que consume el 27% del agua y la producción de carne y leche que en conjunto consumen el 29%. En este contexto, la perspectiva futura es que al 2050, al menos un 50% del agua que requerirá la agricultura debería ser agua residual, y lo ideal es que ya sea agua tratada, cuyo efluente cumpla los parámetros de calidad del agua para reúso en agricultura, según las distintas normatividades vigentes en los países sobre la materia. Sin embargo, y entre tanto esto no se cumpla, se deberán buscar alternativas que permitan el aprovechamiento de las aguas residuales pero en un marco de manejo adecuado que disminuya los riesgos de salud para los trabajadores agrícolas y para los consumidores principalmente.

El concepto "aguas residuales" (AR) se refiere a aguas de desecho, cuya composición es variada dependiendo de su origen, y clasificándose también en función de esto en: aguas residuales domésticas, municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarias, y en general, de cualquier otro uso, así como las mezclas de ellas y que son colectadas en la red de alcantarillado, llegando en el mejor de los casos a plantas de tratamiento donde se mejora su calidad con fines de reúso o en el peor escenario son desechadas en cuerpos de agua, convirtiéndose en un problema medio ambiental, que acarrea serias consecuencias ecológicas y sociales.



En el año 2002, la OMS reportó que las enfermedades diarreicas constituyen la segunda causa de enfermedad en Bolivia, registrándose además 1.167 defunciones por esta causa. Según datos del Sistema Nacional de Información en Salud (SNIS) de Bolivia, en el año 2008, las enfermedades diarreicas agudas representaron la segunda causa de enfermedad en menores de 5 años. Mientras que en niños de 5 a 9 años, los parásitos por Acaricosis fueron la principal causa de enfermedad. Estos grupos representan el 13 y 12,8 % de la población respectivamente, que en conjunto suman el 25,8%, es decir, un cuarto de la población boliviana (PSD 2010-2020).

Guía técnica para el reúso de aguas residuales en la agricultura / 12



- Entre las medidas para evitar la salinización de terrenos regados con aguas residuales tratadas están:
- Monitorear la calidad del agua de riego (en época de estiaje).
 - Hacer nivelación de suelos.
 - Mejorar las condiciones de drenaje del terreno (natural o artificial).
 - Aplicar las láminas de riego que el cultivo necesita más una cantidad extra de agua que sirva para lavar las sales de la zona de raíces).
 - Lavar suelos entre ciclos agrícolas (*).
 - Preferir el uso de abonos orgánicos previamente compostados.
 - Evitar aplicar fertilizantes químicos en exceso y no utilizar fertilizantes que contengan cloro y sodio como el Cloruro de Potasio (ejemplo KCl 0-0-60) ni el Nitrato de Sodio (ejemplo NaNO3 13,5-0-43).
 - Aplicar mejoradores de suelos (yeso).

*Rhoades y Merrill (1976) establecieron la siguiente ecuación para calcular el requerimiento de lavado de suelos:

$$LR = ECw / 5 (ECe) - ECw$$

Donde:

LR = Requerimiento mínimo de lavadura para control de sales con métodos de riego por gravedad (%).

ECw = Salinidad del agua aplicada (dS m-1).

ECe = Salinidad media del suelo tolerada por el cultivo (dS m-1)

Flores et al. (1996) mencionan que el método de lavado de suelos es la medida de mejoramiento más eficaz para combatir la salinización primaria, así como para prevenir la salinización secundaria de terrenos agrícolas de riego.

Formato de la Guía

4.1.3 Recomendaciones generales para preservar la salud de las familias

Las familias de los trabajadores agrícolas constituyen el segundo eslabón en la cadena de riesgos asociados al reúso de las aguas residuales en la agricultura, derivado del contacto que existe entre el trabajador expuesto directamente, los aperos de trabajo que traslada del campo a su hogar, de la ropa de trabajo que requiere ser lavada en casa, así como de productos agrícolas producidos en la zona para integrarlos a su dieta. Por lo que las recomendaciones generales sobre higiene se deben extender a toda la familia a fin de preservar su salud.

Las principales prácticas de higiene que deberán observar las familias tienen que ver con:

- Aseo personal diario, poniendo énfasis en el lavado de manos antes de preparar y/o consumir alimentos o bebidas.
- Lavado, desinfección o cocido de alimentos provenientes de los campos de labor, antes de ser consumidos.
- Participar del lavado de ropa de trabajo para evitar que se acumule ropa sucia que contenga residuos que pongan en riesgo la salud de la familia.
- Mantener fuera de la vivienda cualquier apero o herramienta de trabajo que se use en los campos agrícolas y manteniéndolos fuera del alcance de niños o animales.
- Cumplir con el programa familiar de desparasitación (al menos dos veces al año).



4.2 Recomendaciones generales para mejorar la calidad sanitaria de los productos de consumo

Los consumidores constituyen el último eslabón en la cadena de riesgos asociados al reúso de aguas residuales tratadas para riego agrícola. Por lo cual, en este apartado se esbozarán algunas recomendaciones generales de higiene que deberán observar los consumidores a fin de mejorar la calidad sanitaria de los productos provenientes de zonas agrícolas con reúso.

En virtud que los productos agrícolas que llegan a la mayoría de los mercados o centros de abasto carecen de una etiqueta que especifique el lugar de procedencia, y mucho menos, se puede saber con certeza que calidad de agua fue usada en el riego agrícola, se ciernen sobre la población un riesgo de salud asociado al consumo de alimentos.



Por ello, es muy importante que el consumidor esté consciente de los riesgos de enfermedades de tipo gastrointestinal a consecuencia del riego con aguas residuales en cultivos agrícolas, y tome medidas que coadyuven a preservar la salud propia y de sus familias.

Las principales medidas de higiene que deberán observar los consumidores se relacionan con:

- Descartar cualquier vegetal, tubérculo o fruta que traiga rajaduras.
- Lavar con agua limpia y desinfectar; pelar productos vegetales, hortalizas o frutas que se consuman en crudo.
- Lavar con agua limpia y jabón, así como pelar tubérculos o raíces que se usen en jugos (zanahorias, betarraga, jengibre, etc.).
- Enjuagar con agua limpia y cocinar adecuadamente cualquier producto de origen agrícola que sea comprado en fresco (habas, chícharos, papas, chayotes, berenjenas, camotes, etc.).
- Sólo guardar productos lavados o desinfectados si no van a ser consumidos de inmediato.
- Cumplir con un programa familiar de desparasitación (al menos 2 veces al año).

Conclusiones

- El proyecto de Cooperación Triangular ha generado sinergias por el intercambio de experiencias y el aprovechamiento de conocimientos entre las partes.
- México a través de la participación de la CONAGUA y el IMTA en la cooperación triangular, fomenta su presencia como actor-socio y promotor del desarrollo de capacidades en otros países de la región latinoamericana.
- La aportación de las partes, permitirá que Bolivia avance en la gestión integrada de sus recursos hídricos, donde el agua residual es un elemento importante.
- El Diplomado permitió reforzar las capacidades técnicas del personal de diversas instituciones gubernamentales, que atienden el reúso en Bolivia.
- La Guía, constituirá una herramienta útil para los técnicos que participaran en la capacitación a usuarios del riego con aguas residuales de Bolivia; con el objetivo de reducir los riesgos por el reúso de AR en agricultura.

Gracias

Olga Xóchitl Cisneros Estrada

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

xochitl@tlaloc.imta.mx



PUEBLA
XXXI CONVENCIÓN ANUAL Y EXPO

ANEAS
2017
27 NOV + 1 DIC



www.comeii.com/comeii2017

  @CongresoCOMEII

 info@comeii.com