

Planta de tratamiento de aguas residuales en Guanajuato, México



Paula Silva Ochoa

El uso de aguas residuales en la Agricultura Urbana

Las ciudades de rápido crecimiento de todo el mundo producen cantidades cada vez más grandes de aguas residuales domésticas, hospitalarias e industriales. El tratamiento de las aguas residuales es costoso y, aun en aquellas ciudades donde se pueden conseguir los fondos necesarios para construir plantas de tratamiento, solo un pequeño porcentaje del volumen total de las aguas residuales es tratado y el resto se lo deja fluir hacia las masas de agua naturales. La mayor parte del agua solamente recibe un tratamiento primario. Muchas de las plantas de tratamiento en las ciudades del hemisferio Sur entran en desuso después de un corto período de tiempo por la insuficiencia de fondos para asegurar su operación y mantenimiento.

Una parte de estas aguas residuales no tratadas es usada en zonas urbanas y periurbanas por hombres, mujeres, niños y niñas de diferentes grupos de castas y clases que practican la agricultura urbana o actividades afines, como la producción lechera, los cultivos silvo-agrícolas, el cultivo de orquídeas, “toddy tapping” (la recolección del jugo de los capullos de las flores de las palmeras de sagú), el cultivo de la teca o de otros tipos de madera, la floricultura o la acuicultura (ver los artículos sobre Hyderabad, Hubli Dharwad y Calcuta).

Editorial

Esta amplia gama de usuarios tiene una variedad de motivos para utilizar aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas. Generalmente, en áreas semiáridas y áridas esta es la única fuente de agua existente, y la que, además, se encuentra dispo-

nible durante todo el año. Es también una fuente barata, no solamente de agua sino también de nutrientes. De hecho, los agricultores por lo general no necesitan ningún fertilizante adicional, o en todo caso muy pocos. El agua puede ser canalizada con facilidad desde los vertederos de las ciudades o desde un río hacia los campos, o transportadas en tanques. El uso de estas aguas es también atractivo dado que los campos por lo general están ubicados convenientemente cerca de los mercados de las ciudades donde se vende lo que se produce, o se encuentran cerca de los compradores que viven en la ciudad y que acuden directamente a las parcelas periurbanas.

FUENTES DE AGUAS RESIDUALES

Entre las fuentes de aguas residuales se incluyen ríos, alcantarillas de las ciudades, tuberías de desagüe del sistema de alcantarillado de las ciudades y canales de drenaje que desembocan en campos; lagunas y estanques, pozos superficiales, desagües, vertederos y canales domésticos, etc. La composición de las aguas residuales también varía según su origen. Hay aguas lluvias y superficiales, aguas grises (que son aguas residuales domésticas que no contienen orines ni heces) o aguas negras (aguas

Stephanie Buechler, IWMI-India
Wilfrid Hertog RUAF-ETC
René van Veenhuizen RUAF-ETC

residuales domésticas que contienen orines y heces), así como también aguas residuales industriales, de hospitales y de otras entidades institucionales y comerciales y, también, combinaciones de todos estos tipos de aguas (cada una con diferentes concentraciones). Las aguas residuales industriales pueden contener una amplia variedad de contaminantes, entre los cuales los metales pesados son el ejemplo más conocido. Algunos de estos no representan una toxicidad aguda para los cultivos, los suelos o los consumidores, pero con el tiempo podrían llegar a ser dañinos para cualquiera de ellos.

LA NECESIDAD DE ESTABLECER TIPOLOGÍAS

Al momento se están desarrollando y adaptando tipologías para el uso de aguas residuales (ej.: por parte del IWMI y el HR Wallingford), con el propósito de estandarizar las categorías empleadas para definir y describir el uso del agua en estudios locales y nacionales. Estas tipologías servirán como herramientas para llevar adelante evaluaciones sobre el grado del uso de aguas residuales en ciertos países claves alrededor del mundo. Los resultados de estas evaluaciones pueden servir para que las personas que dictan las políticas a todo nivel estén mejor informadas.

Van der Hoek (en un trabajo que saldrá publicado próximamente), en

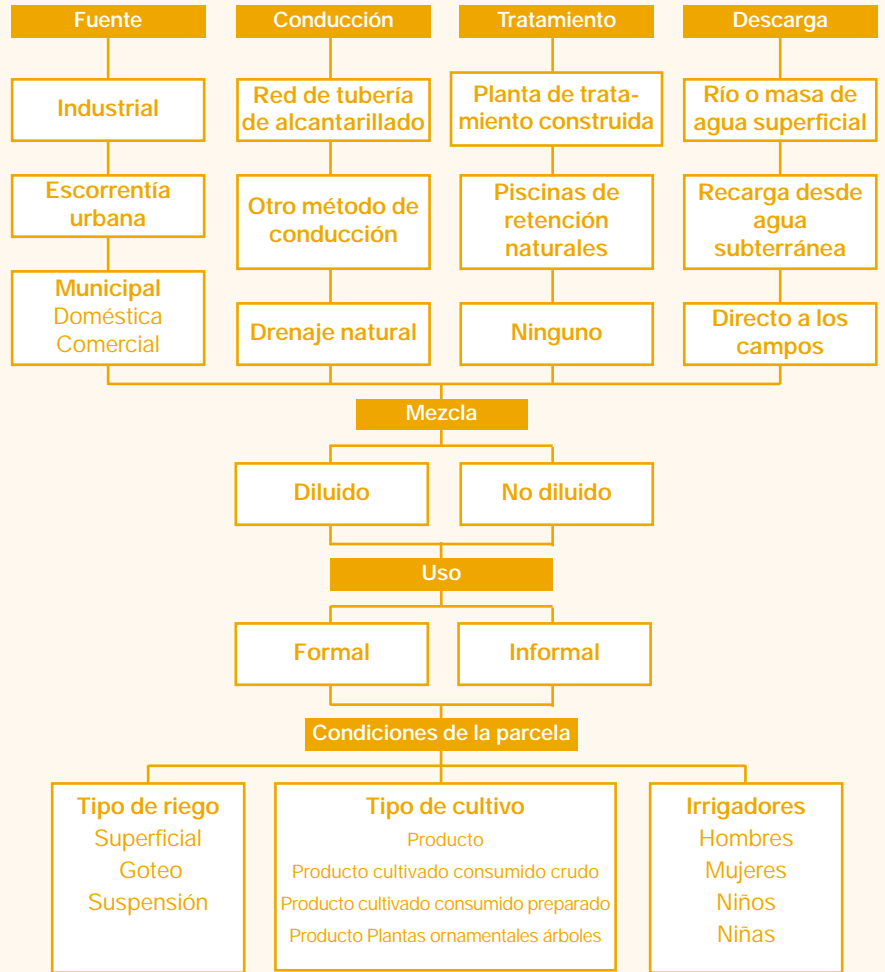


Fig. 1 Tipología de riego con aguas residuales (ver definiciones en página 51)

cooperación con el IWMI, diferencia los usos directos e indirectos de las aguas residuales según si éstas son no diluidas (por ejemplo, si son tomadas directamente del alcantarillado), o si son diluidas con agua natural de la superficie antes de su utili-

zación, como el agua de río. También categoriza al agua según el grado de dureza relativa de los diferentes tipos dentro de un área urbana determinada, el grado (magnitud y tipo) de tratamiento de las aguas residuales, y el uso de las aguas residuales en esquemas de irrigación formales (a través del riego con una infraestructura que tenga ciertos permisos y el control de agencias estatales), o informales (en muchos sitios y muy dispersos). Cornish facilitó la revisión de esta tipología en la reunión de expertos de Hyderabad (ver página 5) y sugirió el siguiente diagrama (Cornish, próximamente).

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA SALUD

Los agricultores utilizan aguas residuales por necesidad, lo cual es una realidad que no puede ser negada o prohibida de una manera efectiva. Sin embargo, el uso de aguas residuales para la agricultura urbana es visto, por lo general, de forma negativa por el público y por los funcionarios de



Cosecha de Para grass a lo largo del río Musi en Hyderabad

IWMI-India

gobierno y esto contribuye a la imagen negativa que tiene la agricultura urbana.

Un obstáculo mayor en el proceso para minimizar los riesgos por el uso de aguas residuales constituye la falta de reconocimiento de la agricultura urbana como una estrategia de supervivencia urbana. La adopción de cualquier medida o de políticas depende, entonces, de que las autoridades y quienes dictan las políticas tomen a las actividades de agricultura urbana con seriedad.

El mayor riesgo público se presenta cuando los cultivos de legumbres u



IWMI-Ghana

hortalizas que se riegan con aguas residuales, se consumen crudas. Esta práctica se la puede relacionar con el cólera y la tifoidea, así como con otras enfermedades producidas por bacterias fecales, como la diarrea bacteriana y la disentería en quienes consumen productos que se han irrigado con aguas residuales. Hay una mayor evidencia que indica que los trabajadores agrícolas que laboran en los campos regados con aguas residuales y los consumidores de productos irrigados con estas aguas residuales son más propensos a sufrir infecciones intestinales por causa de helmintos. Estas infecciones se deben al *Ascaris lumbricoides* (lombrices), *Trichuris trichiura* (triquina), *Anquilostoma duodenal* y *Nector americanus* (anquilostoma) (ver discusión sobre Lineamientos en la página 9).

Sin embargo, hay también casos que demuestran que la contaminación de los productos tiene lugar en algún sitio intermedio entre el campo y el punto de consumo, por ejemplo, en el mercado o incluso en el mismo hogar del consumidor, como en los casos donde no se les da un manejo higiénico. Existe la necesidad de una rigurosa investigación (epidemiológica) para determinar el tipo y el grado de riesgo para la salud, las formas de contaminación, y las probabilidades de sufrir infecciones, con el fin de determinar los riesgos reales que podrían atribuirse a la irrigación con aguas residuales y a otras actividades que dependen del riego con aguas residuales, tales como la crianza de ganado y la acuicultura en un área geográfica en particular. Los riesgos deberían ser evaluados de acuerdo con el tipo de actividades para las cuales se están utilizando las aguas residuales, el tipo de método de riego (ver el caso de Kumasi en la página 13) y la clase de grupos de usuarios que tienen el contacto más directo con estas aguas. Tales estudios mejorarán la comprensión del uso de aguas residuales y quizá disiparán su imagen negativa. Esta investigación y análisis cualitativo y cuantitativo debería incluir la recomendación de medidas y de políticas para un seguimiento adecuado.

TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE BAJO COSTO

Junto a la falta de reconocimiento del problema por parte de los gobiernos, un aspecto que se menciona con frecuencia es el del financiamiento de las infraestructuras de tratamiento de aguas residuales y su mantenimiento. Se pueden desarrollar tecnologías de tratamiento de bajo costo, apropiadas y descentralizadas, trabajando en conjunto con usuarios particulares involucrados en el tema. Algunos ejemplos de esto son tanques donde la materia orgánica y los sólidos en suspensión se sedimentan si el usuario los deja el suficiente tiempo antes de proceder al riego. CEPIS (ver página 21) está promoviendo la integración de sistemas de tratamiento y uso agrícola en América Latina. Sin embargo, la planificación integral entre las autoridades

Índice

- 5 La Declaración de Hyderabad
- 6 Conferencia Electrónica
- 9 El equilibrio entre la salud y los medios de subsistencia
- 13 Uso de aguas residuales para irrigación informal
- 16 Modos de subsistencia y agricultura con aguas residuales Río Musi en Hyderabad, Andhra Pradesh, India
- 21 Realidad y potencial, Sistemas integrados de tratamiento y reuso de aguas residuales en América Latina
- 24 El tratamiento y reuso de aguas residuales para la seguridad alimentaria y del agua
- 29 Aspectos económicos e institucionales del uso de aguas residuales en Faisalabad, Pakistán
- 33 Proyecto integrado para la recuperación de recursos en Calcuta, India
- 36 Selección de cultivos y riego con aguas residuales Hubli-Dharwad, India
- 39 El Impacto de una planta de tratamiento en el riego con aguas residuales en México
- 42 Un vaso de prevención hoy, un río de soluciones mañana
- 45 Saneamiento Ecológico y agricultura urbana
- 46 Tratamiento y uso de aguas residuales en Agricultura Urbana

competentes en cuestiones de tratamiento y los agricultores no es un fenómeno común (ver el caso de México en la página 45).

También se han construido sistemas de pequeña escala, descentralizados y operados por la comunidad, así como tanques de estabilización que son usados, con éxito, en la piscicultura (ver la experiencia de Calcuta en la página 33). Los países de Medio Oriente y África Cercana (MOAC) disponen de muy escasas fuentes de agua, pero sí cuentan con mayores recursos económicos para el tratamiento del agua. Algunos países de esta región han establecido planes integrados para el uso de aguas residuales tratadas en la agricultura (ver página 24). La otra opción para proveer de agua más limpia a los agricultores es a través de la reducción de la contaminación en la fuente. El grado de contaminación fecal del agua puede ser reducido por medio

del uso de tecnología de saneamiento ambiental (ver las experiencias de Perú y México en las páginas 42 y 45) y mediante la filtración doméstica con agua jabonosa para los huertos.

También debería reducirse la contaminación industrial de masas de agua superficiales, por ejemplo, mediante una apropiada zonificación, registro y monitoreo de las industrias y el incentivo técnico y financiero para la minimización de los desechos.

LINEAMIENTOS

Las recomendaciones de la OMS, introducidas en 1989, para el tratamiento de aguas residuales y para restringir los cultivos, son consideradas por muchos gobiernos como el marco legal, aunque éstas no tienen como propósito el ser aplicadas de forma directa y absoluta en todos los países. Los actuales lineamientos de la OMS, que promueven de manera casi exclusiva el tratamiento y la restricción de cultivos, no toma en consideración los motivos (como la falta de posibilidades para el tratamiento) y el impacto positivo de la irrigación con aguas residuales (esta edición y la discusión de la página 9). Los lineamientos revisados (que serán publicados por la OMS en 2003) serán parte de un primer volumen, y un segundo volumen contendrá estudios de casos sobre el uso de aguas residuales y sobre los usuarios, que brindarán evidencias relacionadas con algunas de las maneras como el uso de las aguas residuales beneficia a los hogares de bajos recursos.

PERCEPCIONES Y NECESIDADES DE LOS USUARIOS

La percepción de los agricultores respecto a la calidad de las aguas residuales, su valor económico y los temas de salud, necesitan de una cuidadosa atención para constituirse en una información útil que sirva a las iniciativas de planificación de los hacedores de políticas y de las autoridades urbanas. Los agricultores que utilizan aguas residuales en diferentes lugares (por ejemplo, en sitios urbanos, periurbanos o rurales; en

áreas de abundantes o de pocas lluvias; en regiones más ricas o más pobres), tienen necesidades diferentes. Otros factores que varían dependiendo del sitio son: las fuentes de aguas residuales; los problemas de tenencia de la tierra; el valor de la tierra y los impuestos sobre la misma; la infraestructura; el acceso a la energía eléctrica; y el marco legal. Se podrían desarrollar “escenarios de respuesta” flexibles para cada uno de estos lugares específicos o para sitios similares, a fin de identificar estrategias adecuadas para la reducción de riesgos que sean técnica, económica, sociocultural y políticamente compatibles (ver la discusión en la página 9).

INSTITUCIONES

Varias agencias gubernamentales están involucradas en dar forma al marco político en el cual se insertan las actividades relacionadas con las aguas residuales. Con frecuencia, existe poca convergencia entre la ley y las políticas que estas diversas instituciones mantienen en relación a la agricultura urbana y periurbana y con el uso de las aguas residuales. Hay la necesidad de contar con investigadores que estudien estos temas, ONG's y agricultores que se comprometan con los hacedores de políticas en varios niveles, para fomentar un entorno bien integrado de políticas de apoyo. Existe también la necesidad de un fortalecimiento de las instituciones para lograr el financiamiento de sistemas de recolección de aguas servidas y de otras mejoras en las condiciones sanitarias y para poner en ejecución leyes afines que puedan aumentar la seguridad de la producción de vegetales (ver el caso de Kumasi en la página 13), así como también de la producción de otros productos agrícolas y acuícolas.

EDUCACIÓN, INFORMACIÓN Y CONCIENCIACIÓN

La concienciación entre agricultores, hacedores de políticas, personas causantes de contaminación, vendedores, consumidores y otros, es percibida por muchos como la estrategia inmediata más importante para reducir los riesgos para la salud en la mayor parte de los países de bajos ingresos

(ver resumen sobre la conferencia electrónica del IWMI-RUAF que tuvo lugar en 2002 en la página 6).

La educación y el compartir información es una necesidad que debe ser adaptada a cada tipo de grupo que se involucra en actividades dependientes de las aguas residuales, debido a que el patrón de uso de cada conjunto de actores es muy diferente. Los consumidores son también un grupo heterogéneo que usa diversos tipos de productos cultivados con aguas residuales. Productores, trabajadores y consumidores necesitan ser incluidos en las campañas de información y capacitación, y en los foros para compartir información, a fin de que la situación sanitaria sea mejorada y se prevengan enfermedades relacionadas con estos problemas. Generalmente, las autoridades municipales no consideran a los agricultores urbanos como “verdaderos agricultores de regadío”, y por lo tanto no los incluyen en los programas de extensión (ver el caso de Kumasi en la página 13). La concienciación podría disminuir los riesgos relativos al riesgo con aguas residuales y posiblemente podría llegar a tener un impacto más amplio en el combate de enfermedades relacionadas con problemas de higiene en general.

De acuerdo a lo señalado en la Declaración de Hyderabad, las formas de subsistencia en que se recurre a actividades que emplean el uso de aguas residuales en áreas urbanas y periurbanas es una realidad que deben enfrentar los planificadores y los hacedores de políticas. Debe concederse a estas instituciones los recursos financieros para que puedan implementar las medidas apropiadas para dar protección y asistencia a estos modos de vida, así como para mejorar la salud del ambiente, de los usuarios y de los consumidores.

LA DECLARACIÓN DE HYDERABAD

El Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI, en inglés), en colaboración con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) convocó a un acuerdo de voluntades por medio de un taller internacional denominado *Uso de Aguas Residuales para la Agricultura de Regadío: Haciendo Frente a las Realidades de los Medios de Subsistencia y el Medio Ambiente*, que se realizó en Hyderabad, India del 11 al 14 de noviembre de 2002. El objetivo del taller era hacer una revisión crítica de experiencias en el uso generalizado de aguas residuales no tratadas en la agricultura, examinando los medios de subsistencia de los pobres y los riesgos para la salud y el medio ambiente. Los participantes fueron de diversa procedencia y se contó con la presencia de 47 grupos de investigadores y profesionales de 27 instituciones nacionales e internacionales.

Las consecuencias de la irrigación con aguas residuales en los medios de subsistencia, así como sus impactos sobre la salud humana y el medio ambiente son claras. Las opciones de manejo identificadas con los socios e interesados consideran la situación generalizada del uso de aguas residuales en lugares donde no hay opciones de tratamiento, e incluyen mejores salvaguardas sanitarias, creación de conciencia, restricciones de cultivos, técnicas adecuadas, alternativas de bajo costo (también en las explotaciones agrícolas), y manejo de las fuentes de contaminación. Sin embargo, muchas de las personas involucradas en el tratamiento de aguas residuales, agricultura, saneamiento y planificación urbana han ignorado la práctica y sus implicaciones.

Se discutieron y debatieron intensamente algunos estudios de casos en diferentes regiones del mundo, y que comprenden casos de aplicaciones de aguas residuales en toda la gama, desde las tratadas a las no tratadas. Tres grupos de trabajo abordaron temas como: la evaluación del uso global de aguas residuales, las implicaciones para la salud y el medio ambiente, y lineamientos afines, y las instituciones y futuras orientaciones para la investigación. Dos hitos importantes alcanzados durante el taller fueron:

(1) Una visión y una agenda comunes para el futuro, contenidas en la Declaración de Hyderabad, que se reproduce a continuación.

(2) La discusión con la Organización Mundial de la Salud (OMS) para que tome en cuenta las realidades en el momento de revisar los lineamientos para el uso de aguas residuales en la agricultura.

La Declaración de Hyderabad sobre el uso de aguas residuales en la agricultura

1. La rápida urbanización ejerce una inmensa presión sobre los frágiles y menguantes recursos de agua dulce del mundo, y sobre los siste-

mas de saneamiento sobrecargados, lo que deviene en una degradación ambiental.

Nosotros, como investigadores y profesionales en los sectores hídrico, sanitario, medioambiental, agrícola y acuícola de 27 instituciones internacionales y nacionales, que representamos experiencias en el manejo de aguas residuales en 18 países, reconocemos que:

- 1.1 Las aguas residuales (crudas, diluidas o tratadas) son un recurso que adquiere cada vez más importancia global, especialmente en la agricultura urbana y periurbana.
- 1.2 Con un manejo adecuado, el uso de aguas residuales contribuye significativamente a mantener los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria y la calidad del medio ambiente
- 1.3 Sin un manejo adecuado, el uso de aguas residuales presenta graves riesgos para la salud humana y el ambiente.

2. Declaramos que, con el fin de aumentar los resultados positivos, al tiempo que se minimizan los riesgos que implica el uso de aguas residuales, existen medidas factibles y seguras que deben ser aplicadas. Estas medidas son, entre otras:

- 2.1 Tratamientos apropiados con buena relación entre costo y eficacia, adecuados para el uso final de las aguas residuales, complementados con lineamientos, y su aplicación.
- 2.2 Ciertas actividades que deben realizarse en lugares donde las aguas residuales no reciben tratamiento suficiente, y hasta que dicho tratamiento sea factible:
 - (a) Desarrollo y aplicación de lineamientos para el uso de aguas residuales no tratadas que permitan proteger los medios de subsistencia, la salud pública y el ambiente;
 - (b) Aplicación de formas de rie-

go, prácticas agrícolas, de post-cosecha y de salud pública adecuadas, que limiten los riesgos para las comunidades de agricultores, los vendedores, y los consumidores; y

- (c) Programas de educación y campañas de concienciación para todos los interesados, incluyendo el público en general, con el fin de difundir estas medidas.
- 2.3 Lineamientos de calidad para la salud, la agricultura y el ambiente que estén vinculados e implementados en una estrategia paso a paso.
- 2.4 Reducción de contaminantes tóxicos en las aguas residuales, en la fuente y mediante un mejor manejo.

3. También declaramos que:

- 3.1 El conocimiento debe ser abordado por medio de la investigación, para apoyar las medidas descritas más arriba.
- 3.2 Se requiere de una coordinación e integración institucional, junto con mayores asignaciones financieras.

4. Por lo tanto, exhortamos a las personas encargadas de la adopción de políticas y a las autoridades respectivas de los sectores relacionados con el agua, la agricultura, la acuicultura, la salud, el ambiente y la planificación urbana, así como a los donantes y al sector privado, a:

Salvaguardar y reforzar los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria, mitigar los riesgos para la salud y el medio ambiente y conservar los recursos de agua, haciendo frente a las realidades del uso de aguas residuales en la agricultura, por medio de la adopción de políticas adecuadas y el compromiso de recursos financieros para la implementación de políticas

14 de noviembre de 2002, Hyderabad, India.

Conferencia Electrónica

Uso agrícola de aguas residuales no tratadas en países de bajos ingresos



Kranjac-Berisavljevic

El desagüe principal en Tamale, Ghana

El uso de aguas residuales en la agricultura es una práctica ampliamente establecida. En todas partes, las instituciones y personas que lideran iniciativas para el tratamiento de las aguas residuales y el saneamiento han ignorado en gran parte esta práctica existente y sus implicaciones. La conferencia ha tenido la intención de tender un puente sobre esta brecha, organizando una discusión que se basa en las experiencias de una amplia gama de participantes pertenecientes al campo de los recursos hídricos, la agricultura, la salud humana y los impactos ecológicos. En vez de solo enfocar el tratamiento de las aguas residuales (a la salida de la tubería), el énfasis de la discusión estuvo en:

- Estrategias para asegurar un manejo apropiado de los riesgos para la salud por parte de los usuarios de aguas residuales no tratadas o parcialmente tratadas.
- Estrategias para prevenir y reducir la contaminación química ocasionada por las industrias en las aguas de los sistemas domésticos de alcantarillado y en los ríos que son utilizados para la irrigación.

La conferencia en sí estuvo dividida en dos sesiones. Durante la primera semana de la conferencia, el foco de la discusión de los dos tópicos fue el análisis de la situación actual y de las tendencias, y el análisis de la efectividad de ciertas estrategias. Durante la

Del 24 de junio al 5 de julio de 2002, el IWMI y el ETC-RUAF organizaron una conferencia electrónica sobre las estrategias que podrían ser aplicadas para reducir los riesgos para la salud asociados con el uso de aguas residuales no tratadas, parcialmente tratadas, o diluidas, en la agricultura, a la vez que se mantienen o mejoran los beneficios sociales y económicos para los ciudadanos urbanos pobres involucrados en la producción de cultivos de regadío.

segunda semana de la conferencia, la discusión tuvo más énfasis en la formulación de recomendaciones para el desarrollo de políticas y la planificación de acciones. En realidad, la discusión no se ciñó a este patrón de una forma rígida, así como tampoco lo hizo en cuanto a los dos tópicos antes señalados y, de hecho, se trataron algunos temas del tópico 2 dentro del tópico 1 y viceversa. Un total de 333 participantes de 72 países se inscribieron y muchos más siguieron las discusiones visitando el sitio web del RUAF en Internet. Alrededor del 54% de los participantes pertenecían a institutos de investigación y universidades, un 3% en municipalidades, el 25% a ONG's u OBC's, un 9% a organismos gubernamentales, y el 5% restante eran estudiantes. Una mayor participación de las personas encargadas de la adopción de políticas y de profesionales en la materia hubiera enriquecido el debate. Se recibieron 143 contribuciones a las discusiones y alrededor de 21 trabajos se sumaron a la sección de "documentos de soporte" en el sitio web de la conferencia. Estos números son alentadores e indican un fuerte interés en conseguir acceso a la discusión y poder debatir sobre enfoques y métodos alternativos que puedan ser aplicados a proyectos actualmente en desarrollo y en el futuro. Se llevaron a cabo discusiones sobre los siguientes temas clave:

Conferencias electrónicas del RUAF

Las conferencias electrónicas del RUAF están diseñadas como plataformas para facilitar el intercambio de experiencias y el debate entre: planificadores urbanos, representantes de departamentos municipales y asesores políticos, investigadores (universidades, centros de investigación, redes temáticas); y de personal técnico de las ONG's, proyectos internacionales y locales, y otras personas que tengan interés en estos temas. En la página web de RUAF (http://www.ruaf.org/conferences_fr.html) usted puede encontrar información sobre ésta y sobre otras dos conferencias electrónicas organizadas con anterioridad:

2002: Metodologías para la Agricultura Urbana (seis tópicos, con el CIP-SIUPA)

2001: Salud, Planificación del Uso de la Tierra y la Seguridad Alimentaria (tres sesiones paralelas con la FAO)

El tópico propuesto para la conferencia electrónica del RUAF en el 2004 es: Acceso a la Tierra y a Otros Recursos Naturales para la Agricultura Urbana

TÓPICO 1:

UN MANEJO APROPIADO POR PARTE DE LOS AGRICULTORES

BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS DERIVADOS DEL USO DE AGUAS RESIDUALES

Los beneficios sociales derivados del uso de las aguas residuales han sido enfocados bajo la noción de medios de subsistencia- capacidad para generar agricultura con aguas residuales, oportunidades de empleo para la mujer mediante el cultivo de vegetales gracias a la disponibilidad de aguas residuales, y todos los diferentes estratos sociales que se benefician de esta práctica. A este respecto, se debe entender todo el potencial de la agricultura que utiliza aguas residuales con el fin de lograr la reducción de la pobreza urbana, y se deberían hacer intentos para asociar las iniciativas de uso de aguas residuales con los programas que llevan a cabo los donantes con el propósito de aliviar la pobreza. Se discutió la cuantificación de los beneficios económicos en los casos de Ghana y Pakistán (también en esta edición de la *Revista AU*).

PAGO DE LOS COSTOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Se consideró la posibilidad de compartir el costo entre las comunidades residenciales y los agricultores. Los residentes deberían pagar, puesto que

son los generadores de las aguas residuales, pero como éstas tienen valor para los agricultores, como usuarios, se sugirió que ellos también contribuyeran con los costos de tratamiento. Los costos de tratamiento podrían ser reducidos significativamente mediante la aplicación de tecnologías de tratamiento rentables y a través de la utilización del agua tratada en cultivos destinados a la venta, lo cual cubriría en parte los costos de tratamiento. Como alternativa, los mismos agricultores podrían llevar a cabo el tratamiento del agua antes de usarla para el cultivo de vegetales, como se demuestra en un estudio efectuado en América Latina (aunque esto presupone una tenencia segura de la tierra); o se podría permitir que empresas privadas concursaran para adjudicarse el tratamiento de las aguas residuales y las oportunidades de venta.

COSTO DEL USO DE AGUAS RESIDUALES DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE

En relación con la respuesta de los agricultores a los riesgos para la salud se opinó que los riesgos para la salud visibles resultan de más fácil comprensión que aquellos conceptos abstractos que no son observables (tales como las bacterias, metales pesados, etc.). Se hizo patente la idea de que la contaminación también tiene lugar durante el proceso de transporte, procesamiento y venta de productos de consumo, la cual podría ser incluso más importante (para su prevención) que la contaminación directa.

Es posible que los estudios no sean concluyentes. Algunos de los participantes indicaron la necesidad de realizar una mayor investigación sobre los impactos reales para la salud de consumidores y trabajadores que participan en la producción, procesamiento y comercialización de los productos, como resultado del uso de aguas residuales. La exposición de las mujeres a los peligros por el uso de aguas residuales presenta el riesgo adicional de un rápido contagio a los demás miembros de la familia mediante la contaminación de los alimentos durante su preparación, luego de que ellas regresan del campo.

Se discutieron los siguientes temas ambientales:

- ❖ Riesgo de contaminación del agua subterránea cuando las aguas residuales fluyen continuamente.
- ❖ Reducción sostenida de las utilidades, de la diversidad de cultivos y de la calidad del suelo (permeabilidad) después de los aumentos experimentados al inicio, debido a la salinización de los suelos.
- ❖ Reducción de la calidad de las frutas
- ❖ Aumento en el crecimiento de la maleza
- ❖ Presencia de metales pesados, especialmente cadmio
- ❖ Posibilidad de que se produzcan efectos más profundos en áreas áridas y semiáridas como resultado de la introducción de la agricultura que utiliza aguas residuales, en lo que se refiere a los ciclos de reproducción de plagas de cultivos y su virulencia.

En vista de la información de que se dispone sobre los efectos negativos para la salud (una mayor incidencia de ciertas infecciones en los niños que viven en áreas donde se utilizan aguas residuales), ¿podríamos aceptar que los problemas de salud son inevitables? En contradicción con esto se encuentra la interrogante sobre el aumento de la incidencia por el uso de aguas residuales no tratadas y la gravedad comparativa respecto de otros riesgos existentes/predominantes dentro del contexto de estos países.

ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE LOS RIESGOS

Regulación de la calidad del agua de riego y los problemas relativos a la fijación de estándares y el monitoreo

Los participantes pidieron la adaptación, o el desarrollo de nuevos lineamientos para el agua residual no tratada o diluida, los cuales deben ser diseñados para ser flexibles a fin de que puedan ser adaptados a las condiciones locales. Los enfoques de "niveles de riesgo aceptables" y "escenarios de respuesta" fueron propuestos como alternativas viables. Convencer a las autoridades nacionales y municipales de estos enfoques es considerado un punto importante para el establecimiento de lineamientos adecuados.

Facilitar el cambio a través de la concienciación y la educación, y entregando información relevante y oportuna a los grupos a los que está dirigida. Muchos ven a la educación para la salud dirigida a grupos meta como la medida más realista, práctica y rentable para reducir los riesgos para la salud. Las ONG's y los medios de comunicación podrían desempeñar aquí un papel vital. Los grupos a los que está dirigida son: personas encargadas de la adopción de políticas, agricultores, consumidores, microempresas y otros comerciantes, y las autoridades locales. ***Selección del cultivo y certificación del producto (etiquetado)*** La selección de cultivos es una estrategia adecuada, generada por la variación en la absorción de ciertos químicos, dependiendo del tipo de cultivo. El etiquetado y el posterior incremento en el precio, en caso de ser necesario, mejorarían la confianza del consumidor en esos productos.

Mejorar las prácticas de irrigación y sus limitaciones Las técnicas de irrigación varían en cuanto a la aplicación del agua en las raíces o en las hojas del producto cultivado. Se sugiere también la rotación en la aplicación de aguas residuales en los campos o hacerlo de tiempo en tiempo (si fuera factible).

Tratamiento terapéutico de las personas afectadas Se sugirieron campañas para desparasitar como alternativas de bajo costo.

Proveer sitios y fuentes de agua alternativos para la reubicación de los agricultores afectados La incorporación de la agricultura urbana a la planificación urbana requiere la consideración de que la utilización de aguas residuales es una parte intrínseca de los procesos de la ciudad y de sus esfuerzos de reciclaje.

Tratamiento complementario dentro de las parcelas En los casos donde la regulación de la calidad del agua es posible y cuando el tratamiento de la ciudad no cumple con los estándares requeridos, se sugirieron opciones para el tratamiento.

Remediar la contaminación de suelos por metales pesados

Se ha visto que los metales pesados representan el riesgo más grave y se discutieron varias técnicas para remediar este problema.

Participación de los actores en las decisiones relacionadas con el uso de aguas residuales para conseguir el máximo impacto

El diálogo y la negociación entre ciudadanos, agricultores y demás actores devendrá en soluciones prácticas e implementables que puedan ser realmente aplicables. Aquí se discutieron los conceptos de "niveles de riesgos aceptables" y "escenarios de respuesta".

PAPEL DE LOS INVESTIGADORES EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PRÁCTICAS DE LA AGRICULTURA BASADA EN AGUAS RESIDUALES

Se hizo un llamado para un enfoque más holístico, integrado y multidisciplinario que permita entender todas las implicaciones del uso de aguas residuales. Se resaltó la importancia de desarrollar una tipología de aguas residuales/agricultores para hacer frente a los temas de una manera concertada y universal. El papel de los científicos e investigadores debería ser aportar con el conocimiento y la información sobre las "mejores prácticas vigentes" y comunicar esta información de forma que sea comprensible para los diferentes grupos de actores. Llegar efectivamente a las personas encargadas de adoptar políticas es también una tarea para la comunidad científica. La investigación sobre el uso de aguas residuales en la agricultura urbana y periurbana debería ser mejor enfocada, más participativa y orientada a la ejecución de acciones.

TÓPICO 2: PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

El agua utilizada para la agricultura, particularmente dentro del contexto urbano y pe-

riurbano, está generalmente contaminada por fuentes de origen doméstico e industrial. Generalmente, estos desechos se combinan en los sistemas de drenaje y alcantarillado de la ciudad, debido a la falta de concienciación, de planificación o de medios técnicos y, en conjunto, contaminan las fuentes de agua agrícolas. A pesar de que las aguas servidas domésticas presentan el riesgo de patógenos, tienen la ventaja de contener nutrientes. La mayor parte de las aguas residuales tienen únicamente la desventaja de representar un riesgo para la salud, debido a la presencia de contaminantes químicos. Limitar la mezcla de desechos industriales en el sistema de alcantarillado doméstico es una de las formas para lograr reducir los riesgos por exposición a los químicos.

La discusión se concentra alrededor de las **razones de por qué el sistema de alcantarillado doméstico se contamina con aguas residuales industriales, las posibles soluciones para evitar este tipo de contaminación y las opciones de bajo costo, y los métodos para el tratamiento de aguas residuales**; aunque éstas sean o no una combinación de aguas provenientes del sistema de alcantarillado doméstico y de aguas residuales industriales.

Los **principales impactos** de las aguas contaminadas industrialmente en las áreas donde se practica la agricultura urbana, fueron la salinización del suelo y la acumulación de metales pesados. Estos problemas podrían ser resueltos con la aplicación de cal para acidificar los suelos, restringiendo los cultivos que son susceptibles a la acumulación dependiendo de su fisiología, y aplicando otros métodos como la fitoextrac-

ción. Para el tratamiento en parcelas se ha utilizado el caolín en forma experimental. Uno de los posibles enfoques integrados para hacer frente a la situación existente es la aplicación de los principios de manejo de desechos en los puntos donde éstos se generan (hogares, industrias, establecimientos comerciales, hospitales) y en los puntos donde se los utiliza (parcelas); a fin de que se puedan conseguir mejoras globales en la calidad relativa.

OPCIONES DE BAJO COSTO Y MÉTODOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

En la mayoría de los países en desarrollo, la falta de recursos financieros limita la construcción de plantas de tratamiento (de bajo costo o de cualquier otro tipo); y aun cuando éstas existen, la operación y el mantenimiento de los sistemas se ven obstaculizados por problemas financieros. La solución estaría en encontrar alternativas de tratamiento lo suficientemente sólidas para que puedan mantenerse en operación a un costo moderado.

Las lagunas de estabilización siguen siendo aún la tecnología más efectiva en cuanto a costo, a la vez que sirve para remover patógenos. Respecto a este punto, las plantas de todos activados requieren de un 80% más de inversión que las lagunas de estabilización, y aún así no están en capacidad de cumplir con los lineamientos de salud.

El equilibrio entre la salud y los medios de subsistencia

Adaptación de los lineamientos de riego con aguas residuales para los países de escasos recursos

En muchos países de bajos recursos, menos del 10% de las aguas residuales urbanas se recogen en sistemas de alcantarillado entubado y son sometidas a tratamiento. Generalmente, grandes cantidades de aguas residuales terminan en las alcantarillas y en drenajes abiertos y contaminan gravemente las corrientes de agua cercanas a las ciudades. En estas zonas, estas aguas residuales han sido usadas durante décadas para el riego de cultivos comerciales perecibles, como los vegetales, ya sea todo el año o en la estación seca, aprovechando la cercanía al mercado. Por consiguiente, la agricultura urbana y periurbana están más expuestas a la contaminación ambiental, lo que incluye a las aguas residuales urbanas, en comparación con otros sistemas de producción agrícola. Debido a la generalizada ausencia de industrias grandes en los países de escasos recursos, los riesgos para la salud de los agricultores y consumidores se relacionan más con la contaminación microbiológica del agua por fuentes domésticas, que con la contaminación industrial.

Para proteger la salud de los agricultores y consumidores, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó lineamientos para el uso seguro de aguas residuales en la agricultura (OMS, 1989), que actualmente están en revisión⁽¹⁾. El libro "Water Quality - Guidelines, Standards and Health", publicado por la OMS, como resultado de una reunión de expertos celebrada en Estocolmo en 1989, contiene un resumen de los justificativos para el desarrollo de lineamientos para las aguas residuales, y una breve historia del desarrollo de los mismos. (Havelaar et al., 2001). En el libro se incluye el pensamiento actual sobre la evaluación de riesgos, lineamientos y manejo de riesgos para enfermedades infecciosas relacionadas con el agua. El objeto de los lineamientos de 1989 fue guiar a los ingenieros de diseño y a los planificadores en la selección de tecnologías de tratamiento de aguas residuales y opciones de manejo del agua. Los niveles aceptables de contaminación microbiológica in-

cluidos en los lineamientos se obtuvieron de los resultados de los estudios epidemiológicos disponibles relacionados con la exposición, uso y tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, se consideraron las medidas de protección para la salud (especialmente medidas de manejo de riesgos), sobre todo la selección de cultivos, medidas de aplicación de aguas residuales (por ej., riego por goteo) y control de la exposición humana, especialmente a través del uso de ropa protectora. En el libro se alienta además la integración de estas medidas y la adopción de una combinación de varias medidas de protección (Blumenthal et al., 1989; OMS, 1989). En aquellos lugares donde las restricciones económicas limitan el nivel de tratamiento de las aguas residuales que se puede proporcionar, se ha sugerido la aplicación de un enfoque para el control de las enfermedades, usando lineamientos microbiológicos potencialmente menos estrictos y más medidas de manejo para la protección de la salud

(Blumenthal et al., 2000; Peasey et al., 2000).

APLICACIÓN DE LINEAMIENTOS

La aplicación de los lineamientos, sin embargo, ha resultado ser difícil en muchas situaciones en el campo, por ejemplo en India y África occidental, como se discutió recientemente en una reunión de expertos celebrada en Hyderabad, organizada por el IWMI y el CIID (11-14 Nov. 2002). Para tomar en cuenta la agricultura urbana y periurbana, se sugirieron ajustes, especialmente en relación con los siguientes tres puntos:

- ❖ En muchos países, el tratamiento de aguas residuales no es posible debido a los escasos recursos municipales/gubernamentales, y a que los sistemas de alcantarillado son pequeños, viejos, o no se pueden ampliar. Como los lineamientos microbiológicos de la OMS prevén un cierto nivel de tratamiento de aguas residuales, su aplicación en situaciones donde no existe ninguna opción realista de tratamiento impediría que cientos o miles de agricultores rieguen sus cultivos a lo largo de corrientes de agua altamente contaminadas, poniendo en peligro sus medios de subsistencia.

Las restricciones también afectarían a los comerciantes de comida y a la oferta general en el mercado, especialmente en los casos en donde no hay otras fuentes de agua disponibles (en ciertas estaciones del año).

- ❖ También es difícil aplicar las medidas adicionales recomendadas de protección de la salud en muchos casos, espe-

Reconocimiento: Los autores desean agradecer a los organizadores y participantes del taller en Hyderabad por el intercambio entre los involucrados en actividades de agricultura urbana y los involucrados en aspectos de salud sobre el uso de aguas residuales. Sus aportes contribuyeron mucho a este artículo.

Pay Drechsel, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI), Oficina de África Occidental c/o CSIR, Accra, Ghana, ✉ iwmi-ghana@cgiar.org
Úrsula J. Blumenthal, Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, Keppel St., Londres WC1E 7HT, RU, ✉ Ursula.Blumenthal@lshtm.ac.uk

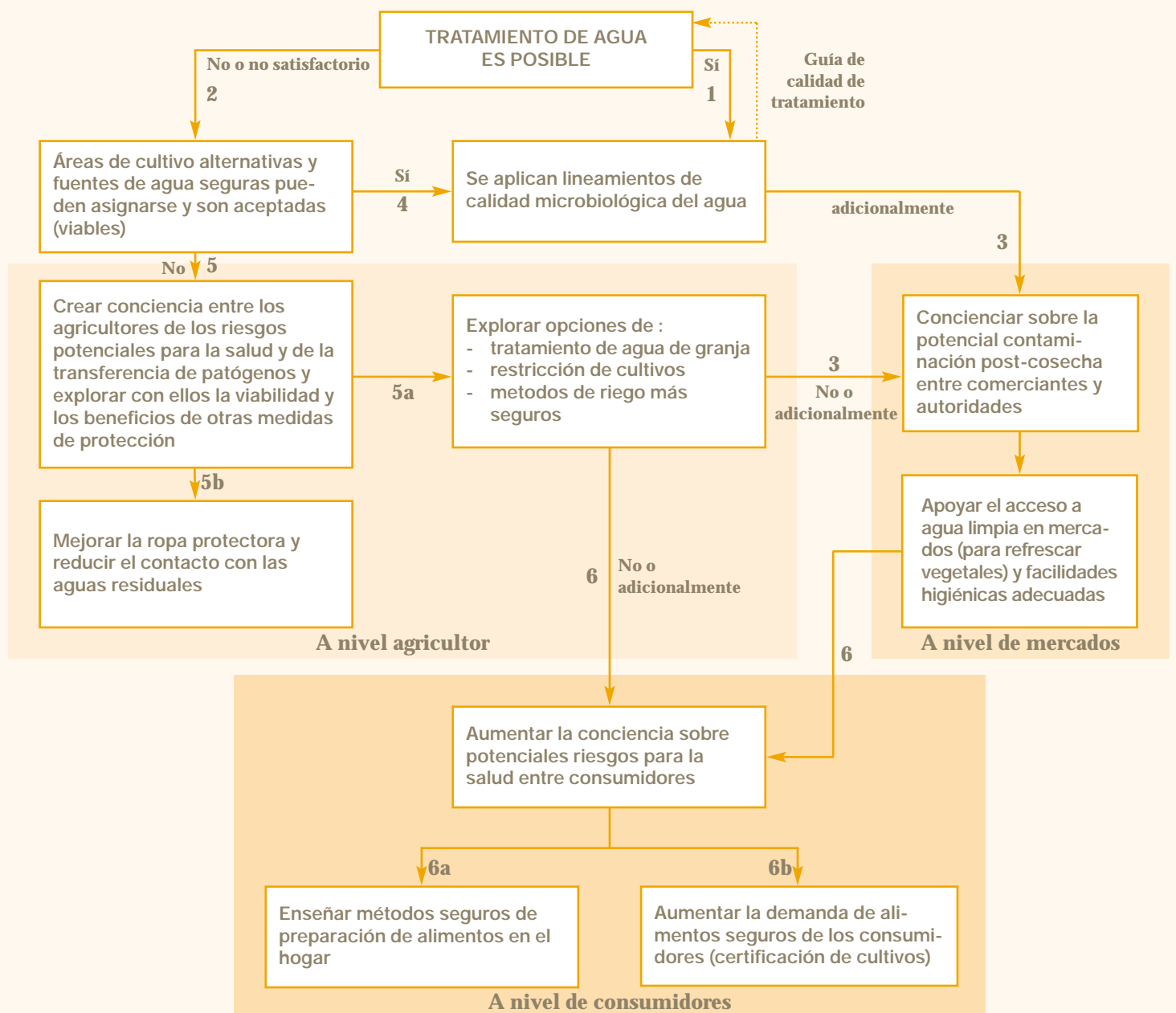


Gráfico 1: Diagrama de flujo de un proceso de toma de decisiones sobre medidas de protección de la salud adecuadas al ámbito local

cialmente en la agricultura urbana orientada al mercado ⁽²⁾. Aquí, los agricultores altamente especializados usan todos los espacios disponibles que tengan acceso al agua para cultivar productos comerciales, especialmente aquellos de naturaleza perecible. Aunque sus parcelas son con frecuencia muy pequeñas, la irrigación les permite cultivarlas todo el año y generar ingresos significativos, así como contribuir a la oferta general de vegetales y a la diversificación de las dietas. Estos agricultores pueden escaparse de la trampa de la pobreza (Danso et al., 2002a). Sin embargo, el tamaño reducido de las parcelas y la inseguridad en la tenencia de la tierra, con el riesgo permanente de ser expulsados, limitan considerablemente la capacidad de los agriculto-

res de invertir en infraestructura para su granja, a través de sistemas de riego por goteo o la instalación de lagunas de sedimentación propias. Además, los agricultores muchas veces viven muy lejos de sus parcelas urbanas y prefieren tener equipo móvil para reducir el riesgo de robos. También la restricción de cultivos es una medida poco realista en la agricultura (peri)urbana, ya que solamente la producción de cultivos comerciales que responde a la demanda del mercado genera los beneficios de los que depende la subsistencia de los agricultores. Así, cualquier cambio (por ej., de vegetales a árboles frutales) sería en muchos casos poco realista desde el punto de vista de la tenencia de la tierra, y también haría caso omiso de las estrategias de supervivencia de

los agricultores (salvo en los casos en que cultivos comerciales no vegetales son adecuados, por ej., los olivares en el Medio Oriente) Adicionalmente, por lo general las recomendaciones para cambiar los sistemas de riego o suspender la irrigación antes de la cosecha no funcionan bien, por ej., la lechuga se daña después de muy pocos días si no se la riega. Finalmente, muchas entrevistas de campo revelaron que el uso de ropa protectora no es una necesidad percibida por muchos agricultores que han practicado la agricultura sin ella durante décadas.

Todas estas limitaciones a la aplicación de los actuales lineamientos de aguas residuales son comunes en la agricultura urbana y no son la excep-

ción. Sin embargo, en las granjas periurbanas que tienen una mayor seguridad en la tenencia de la tierra, la situación ya es diferente y se podrían explorar otras medidas de seguridad, tales como sistemas simples de tratamiento de agua en las granjas mismas.

❖ Finalmente, las discusiones de Hyderabad también se refirieron al problema de que el aspecto microbiológico de los actuales lineamientos de la OMS muchas veces ha sido usado o citado aisladamente de otras medidas protectoras. Una razón para esto puede ser que los niveles críticos definidos parecen más "a la mano" y ser más fáciles de aplicar por las autoridades e instituciones que dar apoyo a otras medidas de seguridad para reducir los riesgos para la salud.

AJUSTE DE LOS LINEAMIENTOS

En relación con estas dificultades, se sugirió que los lineamientos de la OMS necesitaban ser ajustados para poder ser mejor aplicados en la agricultura urbana y periurbana expuesta a las aguas residuales en países de escasos recursos. La meta general sería encontrar un mejor equilibrio entre salvaguardar la salud de los consumidores (y agricultores) y salvaguardar los medios de subsistencia de los agricultores. Se pensó que un enfoque de implementación paso a paso de los lineamientos (cf. Von Sperling y Fattal, 2001) sería útil, puesto que considera diferentes niveles de tratamiento de agua y recomendaciones para regiones o países donde un tratamiento mejorado no es una opción realista. Para lograr esto, se debe poner más énfasis en nuevas medidas de protección que consideren las limitaciones de las actuales medidas adicionales. Esto podría incluir otras medidas en las granjas, incluyendo una mejor asignación de tierras, pero también atacar la contaminación post-cosecha de los productos durante el transporte y la venta, que se produce independientemente de la calidad del agua de riego.

La perspectiva de medios adicionales de subsistencia puede dar a los lineamientos de salud un mayor dinamismo. El caso de Ghana reveló por ejemplo que los agricultores urbanos especializados en el riego de vegeta-

les con aguas superficiales contaminadas o con aguas residuales ganan ingresos muy superiores a sus colegas rurales especializados en la agricultura irrigada con aguas lluvias. Esto les permite sacar mejor provecho de los centros de atención para la salud y pagar medicinas que pueden compensar en parte los riesgos que representa la exposición a aguas residuales.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA SALUD ADECUADAS AL ÁMBITO LOCAL

Ahora se ha desarrollado un modelo/diagrama de flujo del nuevo proceso para decidir las medidas de protección de la salud apropiadas al ámbito local, que considera la experiencia en Ghana y en otros lugares donde las aguas residuales son usadas directa o indirectamente en la agricultura urbana y periurbana, y donde el tratamiento municipal de las aguas residuales no es una opción realista en el corto/mediano plazo (ver Gráfico 1). Los elementos de la estrategia de decisión son los siguientes: (los números en el texto se refieren al diagrama):

❖ En lugares donde el tratamiento monitoreado de las aguas residuales es posible desde el punto de vista institucional y financiero, los lineamientos microbiológicos del riego con aguas residuales deben aplicarse. En esta situación (1) los lineamientos deben ayudar a los ingenieros de diseño a fijar el estándar del sistema de tratamiento desde la perspectiva de la producción de cultivos(2).

❖ En lugares donde el establecimiento o mantenimiento de plantas funcionales de tratamiento de aguas residuales no es una opción realista, las autoridades involucradas tienen, sin embargo, diferentes opciones para reducir los riesgos para la salud de los agricultores y consumidores. Antes que nada, se les pide que exploren fuentes de agua alternativas o áreas de cultivo (2) con una calidad de agua mejor (por ej., agua subterránea). En Cotonou, por ejemplo, las autoridades asignaron nuevas tierras a los agricultores urbanos con la posibilidad de acceso a aguas subterráneas, mientras que en Accra, el Instituto de Investigaciones sobre el Agua está actualmente explorando el uso de aguas subterráneas en zonas urbanas

irrigadas con aguas residuales. Para tener éxito, estas alternativas deben ser exploradas conjuntamente con los agricultores. Se pueden recomendar medidas adicionales en los casos en que es probable que los productos se contaminen después de la cosecha (3).

❖ Si hay tierras y fuentes de agua segura, alternativas disponibles y que sean aceptables por los agricultores, puede ser posible aplicar los lineamientos microbiológicos (4). Sin embargo, si la calidad del agua no puede ser garantizada, los ingenieros agrónomos deben investigar las posibilidades de (5a, 5b):

- a) Tecnologías alternativas de riego y métodos de riego que reduzcan
 - 1) la exposición de los agricultores (por ej., durante el acarreo y aplicación del agua),
 - 2) el contacto con los cultivos (por ej., riego de superficie en lugar de riego por aspersión), y
 - 3) niveles microbiológicos de contaminación del agua (por ej., a través de pozos someros mejor construidos y mejor ubicados).
- b) La selección y los patrones de cultivos que toman en cuenta la demanda del mercado, las preferencias culturales y el equilibrio de género en el cultivo/comercialización.
- c) Opciones de tratamiento del agua en la granja, tales como simples pozos de sedimentación, tomando en cuenta los arreglos de tenencia de la tierra, las limitaciones de mano de obra y el interés y capacidad de los agricultores de hacer inversiones en sus predios.
- d) Campañas de concienciación para los agricultores que hacen regadío con aguas residuales sobre los riesgos para su propia salud y la de los consumidores, además de orientación sobre medidas de protección para la salud.

En todos los casos, los enfoques alternativos para reducir los riesgos tienen que ser viables, tanto desde el punto de vista técnico como desde el

punto de vista socioeconómico y cultural. No se debe sugerir la implementación de ninguna medida sin considerar las percepciones, actitudes, sugerencias y limitaciones de los agricultores.

❖ También puede ser crucial concentrarse en la contaminación de los productos en los mercados, después de la cosecha (3), es decir, la disponibilidad de agua limpia para la manipulación de los vegetales, especialmente para el lavado y "refrescado" de los productos, así como las condiciones generales de higiene de los vendedores (por ej., disponibilidad de suficientes servicios higiénicos). Esto debe combinarse con campañas afines de educación y concienciación. Las autoridades también deben considerar a los mercados de vegetales bien establecidos pero muchas veces ignorados oficialmente, por ej., en los suburbios de clase alta, e insistir en que dispongan de agua limpia. Es probable que los costos relacionados con esto sean insignificantes en comparación con los de un tratamiento efectivo de las aguas residuales.

❖ Los riesgos para los consumidores (6) deben ser abordados sensibilizando a los hogares sobre los efectos para la salud relacionados con el agua de riego contaminada y con la manipulación poco higiénica de los productos. Las recomendaciones tendrán que considerar las dietas locales y las prácticas y opciones de preparación de alimentos. Un mejor lavado de los vegetales y (de ser posible) su cocción pueden reducir significativamente los posibles riesgos para la salud que representa la irrigación con aguas residuales o la contaminación post-cosecha (6a). Una meta relacionada (de largo plazo) es aumentar la demanda y la voluntad de los consumidores de pagar por alimentos seguros (6b). Esto puede catalizar cambios en la conciencia también entre los comerciantes, los agricultores y las autoridades. La certificación de cultivos podría ser una opción (Westcot, 1997). Sin embargo, esta transición todavía tiene un largo camino que recorrer en muchos países, teniendo en cuenta el predominio de otros riesgos de salud más evidentes, como el VIH, la malaria y la falta de agua potable, así co-

mo la falta de instalaciones sanitarias en general (Danso et al., 2002b).

Las estrategias relacionadas con los mercados y especialmente con los consumidores también deben recibir adecuada atención en situaciones de tratamiento funcional y lineamientos aplicados de riego con aguas residuales. La razón es que la contaminación post-cosecha por medio de una manipulación poco higiénica de los productos puede producirse independientemente de que se apliquen o no los lineamientos de riego.

CONCLUSIONES

Sin lugar a dudas, la aplicación de los lineamientos microbiológicos o las restricciones de cultivos es importante, pero se debería lograr un mejor equilibrio entre la salvaguardia de la salud de los consumidores (y agricultores) y la salvaguardia de los medios de subsistencia de los agricultores, especialmente en situaciones donde el tratamiento de agua o los cambios agronómicos requeridos son poco realistas. Se necesitan enfoques más holísticos que vayan más allá de los que existen actualmente. Mientras que en Accra (Ghana), por ejemplo, los agricultores urbanos que usan aguas residuales fueron arrestados, la municipalidad de Cotonou en Benin les dio nuevas tierras para practicar la agricultura, donde el agua subterránea puede extraerse usando por ej., bombas a pedal. Fuentes alternativas de agua, otras áreas de cultivo o mejores métodos de irrigación son medi-

das valiosas para reducir los riesgos para la salud. Pero también se necesita investigar más sobre el mercadeo higiénico de los productos, así como sobre una preparación segura de los alimentos en el hogar, como opciones importantes para atacar el problema de las aguas residuales en los países de bajos recursos. Los datos científicos sobre la reducción real de riesgos por medio de la aplicación las diversas medidas descritas más arriba todavía no son suficientes. Finalmente, se recomienda que los nuevos lineamientos sean presentados de una forma más integrada, para evitar que se concentren exclusivamente en el tratamiento de aguas residuales, dejando de lado las medidas de manejo para la protección de la salud.

NOTAS

- (1) Un resumen de las razones para el desarrollo de los lineamientos de aguas residuales, y una breve historia del desarrollo de los lineamientos se encuentran en "Water quality: Guidelines, Standards and health" publicado por la OMS, siguiendo el encuentro de expertos en Estocolmo, 1999 (Havelaar, et al., 2001).
- (2) Aquí nos referimos a productores de vegetales en espacios abiertos para ser vendidos en el mercado, no en traspatios.
- (3) Desde esta perspectiva, la contaminación microbiológica debe recibir más atención que por ej., el contenido de materia orgánica degradable (que puede ser una valiosa fuente de nitrógeno, por ej.).

REFERENCIAS

- Birley, M. y K. Lock. (1990). The health impacts of peri-urban natural resources development. Escuela de Medicina Tropical de Liverpool, Cromwell Press, Trowbridge.
- Blumenthal, U.J., Peasey, A., Ruiz-Palacio, G. y Mara, D.D. (1999). Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. Estudio WELL No. 68 parte 1, Junio 2000. <http://www.lboro.ac.uk/well/studies/t68i.pdf>
- Blumenthal, U.J., Strauss, M., Mara, D.D. y Cairncross, S. (1989) Generalised model of the effect of different control measures in reducing health risks from waste reuse. *Water, Science and Technology* 21:567-577.
- Danso, G., P. Drechsel, T. Wiawe-Antwi y L. Gyiele. (2002a). Comparison of farm income and trade offs of major urban, peri-urban and rural farming systems around Kumasi, Ghana. *Revista Agricultura Urbana* 7: 5-6
- Danso, G., P. Drechsel y S.C. Fialor, (2002b). Perceptions of organic agriculture by urban vegetable farmers and consumers in Ghana. *Revista Agricultura Urbana* 6: 23-24
- Havelaar, A., Blumenthal, U.J., Strauss, M., Kay, D., Bartram, J. (2001). Guidelines: the current position. In: *Water Quality: Guidelines, Standards and Health: assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Fewtrell L, Bartram J, publicación IWA. 2: 17-42.
- Peasey, A., Blumenthal, U.J., Mara, D.D. y Ruiz-Palacios, G. (1999) A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American Perspective. Estudio WELL No. 68 parte 2, Junio 2000. <http://www.lboro.ac.uk/well/studies/t68i.pdf>
- Von Sperling, M. y Fattal, B. (2001) Implementation of guidelines: some practical aspects. In: *Water Quality: Guidelines, Standards and Health: Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Fewtrell L, Bartram J, publicación IWA. 16: 361-376.
- Westcot, D. (1997). Quality control of wastewater for irrigated crop production. Informe de la FAO sobre el Agua 10, Roma.
- OMS. (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Serie de Informes Técnicos de la OMS N° 778. Ginebra.

Las regaderas son utilizadas frecuentemente para el riego en Kumasi



IWMI-Ghana

Uso de Aguas Residuales para Irrigación Informal en Áreas Urbanas y Periurbanas de Kumasi, Ghana

El uso de aguas residuales para cultivos de alimentos prevalecerá

Kumasi es la segunda ciudad más grande de Ghana, con una población de 1 millón de personas. La cantidad promedio de agua utilizada es de 72 litros/cápita/día para aquellos usuarios que disponen de agua entubada. Los hogares son la principal fuente de aguas residuales en la ciudad. Las aguas negras provenientes del 64% de la población van a parar en pozos sépticos y en baños públicos. Supuestamente estas aguas residuales deben ser recolectadas en camiones y llevadas a una planta de tratamiento de materia fecal, pero ésta saturó su capacidad hace varios años (Leitzinger y Adweda, 1999). El 22% de la población utiliza diferentes tipos de letrinas y el 6% hace sus necesidades entre los matorrales. El resto de la población (es decir alrededor del 8%) tiene acceso a sistemas entubados de alcantarillado

(para aguas negras y grises) conectados a plantas de tratamiento para aguas del sistema de alcantarillado, los cuales, sin embargo, en su mayoría funcionan mal debido al insuficiente mantenimiento y/o a su muy limitada capacidad. Ejemplos típicos son las dos plantas más grandes de Asafo (que sirven al 1.2% de la población) y la de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Kwame Nkrumah (KNUST). Mientras que la planta de Asafo está normalmente limitada por las deficientes condiciones operacionales, la de KNUST se encuentra completamente fuera de servicio desde hace más de diez años. Las aguas no tratadas del sistema de alcantarillado de los predios de la universidad fluyen hacia un “humedal” relacionado con un pequeño curso de agua que es utilizado para el riego de la producción urbana de vegetales. Otras plantas más pequeñas para el tratamiento de aguas residuales sirven principalmente a predios privados y a instituciones locales.

Esta descripción corresponde básicamente a la situación de las aguas negras, mientras que las aguas grises que provienen de los hogares urbanos (no conectados al sistema de alcantarillado, siendo éste el caso de un 90% de la población) son descargadas vía sumideros y cloacas en corrientes de agua superficiales que fluyen a través de Kumasi. El efluente de las plantas de tratamiento de materias fecales y del sistema de alcantarillado también se descarga en estas corrientes de agua. Se encuentran niveles de contaminación de coliformes fecales de hasta 1010/100ml, cuando el nivel máximo recomendado para el riego de cultivos vegetales es de 103/100 ml. Puesto que tradicionalmente Kumasi ha sido un centro comercial y de transporte, con uno de los mercados más grandes de Africa Occidental, el sector industrial no está muy desarrollado. De ahí que las aguas residuales industriales no tengan una mayor importancia en términos cuantitativos y los metales pesados no sean motivo de preocupación (Cornish et al., 1999).

PRÁCTICAS DE RIEGO Y RIESGOS PARA LA SALUD

A lo largo de todas estas corrientes de agua se desarrolla el cultivo urbano y periurbano de productos vegetales de regadío. En la mayoría de los casos, la principal forma de abastecimiento de agua es manual, mediante contenedores pequeños o baldes, mientras que el uso de bombas y mangueras es menor que en los vecinos Lomé y Cotonou. Igualmente, el método de irrigación es siempre indepen-

B. Keraita, P. Drechsel, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI), Accra, Ghana; ✉ iwmi-ghana@cgiar.org

F. Huibers: Universidad de Wageningen, Holanda;

L. Raschid-Sally: IWMI, Sri-Lanka

diente del tipo de cultivo y de las fuentes de agua, e inapropiado, si se considera la mala calidad del agua como se ha observado. El método común de riego con pequeños contenedores de agua probablemente resulta en una mayor contaminación de los productos comparado con la utilización de sistemas como goteo, surcos o canaletas en donde el agua se aplica a nivel de las raíces del producto que es cultivado. Sin embargo, la decisión de los agricultores respecto del tipo y método de irrigación a ser utilizado está influenciada por el pequeño tamaño de las parcelas y la inseguridad en la tenencia de la tierra, especialmente en las áreas urbanas, donde existe indecisión para hacer inversiones en infraestructura..

El riego se lo realiza en la mañana y en la noche, cuando existe menor evaporación/transpiración, incluso en la época de lluvias, aunque no en los días lluviosos. Debido al corto ciclo de crecimiento de muchos de estos vegetales y a su frágil naturaleza (pérdida de un aspecto atractivo), la irrigación se efectúa hasta el día mismo en que se los cosecha. Puesto que los patógenos sobreviven en los cultivos durante aproximadamente 15 días, éstos logran llegar hasta los mercados y a los hogares de los consumidores. Es muy raro que los agricultores usen prendas protectoras o que tomen precauciones durante el proceso de riego o la aplicación de plaguicidas. Algunos están conscientes de la necesidad de adoptar tales precauciones, pero no tienen la capacidad económica para hacerlo o les dan poca importancia. No se ofrecen servicios de extensión a los agricultores sobre prácticas de irrigación, necesidades de protección, etc..

BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS

Alrededor de 500 agricultores urbanos están involucrados en el cultivo de vegetales en las tierras bajas de las cuencas de los ríos durante todo el año, siendo hasta 15.000 los agricultores que laboran en las áreas periurbanas durante la estación seca. Mientras la mayoría de los agricultores, especialmente en el área urbana de Kumasi, son hombres, las mujeres son las que dominan la comercialización. Mediante estudios se ha estimado que, con un área aproximada de 11.900 ha para el cultivo de vegetales alrededor de Kumasi (que se halla bajo un régimen seco), la generación de ingresos gracias a la irrigación puede llegar a ser de hasta US \$6 millones (US \$500/ha/año), con una utilidad de al menos US \$4 millones (Cornish, et al., 2001). Una importante parte de estas ganancias se derivan del riego con corrientes de aguas contaminadas, especialmente aguas abajo de Kumasi. Así, la irrigación con "aguas residuales" no solo contribuye a la dieta urbana, sino que también da empleo a productores y comercializadores y aporta a la economía de Kumasi. A manera de comparación, en Ghana, toda el área sometida a una irrigación "formal" (esquemas de riego que cuentan con una represa) representa actualmente menos de 9.000 ha.

Aparte de los riesgos para la salud, la irrigación con aguas residuales aporta beneficios a la sociedad. Por ejemplo, no se desperdicia una gran cantidad de nutrientes sino que más bien son retenidos para la producción de cultivos. La contribución de nutrientes generados por la irrigación con aguas residuales se muestra en la Tabla 1. De hecho, aunque los agricultores están conscientes del valor general de los nutrientes que están contenidos en las aguas resi-

duales, no las ven como una fuente de fertilizante sino más bien como una fuente de agua. Adicionalmente, los agricultores aplican estiércol de gallina en grandes cantidades y con mucha frecuencia para compensar el lixiviado de nutrientes resultado de la irrigación (Drechsel, et al., 2000).

ASPECTOS INSTITUCIONALES

El Consejo Metropolitano de Kumasi (CMK) tiene estatutos internos que contemplan el saneamiento ambiental. La recolección de desechos líquidos y su tratamiento por parte de proveedores de estos servicios están normadas por regulaciones. La construcción de cualquier planta de tratamiento debe ser certificada por el CMK y por la Agencia de Protección Ambiental (APA). Esta certificación tiene que ver, entre otras cosas, con el sistema de drenaje de la ciudad y el control de la contaminación. No existe una cláusula específica que regule el cultivo de vegetales de regadío en la ciudad; la reglamentación más aplicable es la política nacional de tierras, la cual estipula que ninguna actividad, incluida la agricultura, debería ser desarrollada dentro de una distancia menor a 100m de una masa de agua. Sin embargo, mientras que esto debería servir por ejemplo para proteger los cursos de agua de la contaminación en áreas rurales, se supone que en áreas urbanas debería servir para reforzar la capacidad para prevenir las inundaciones. Aquí, la construcción ilegal de casas y tiendas es un tema de gran preocupación para las autoridades y la agricultura urbana es tolerada porque evita otros tipos de invasiones.

Por otra parte, una reglamentación interna, emitida por el Consejo Metropolitano de Accra (CMA), enfoca el tema del cultivo de vegetales dentro de la ciudad. En 1995, el CMA puso en vigencia un decreto para la "siembra y la seguridad en los cultivos". Este decreto ordena que: "Ningún cultivo deberá ser irrigado con el efluente proveniente de los drenajes de cualquier predio o con cualquier agua superficial que es alimentada por aguas provenientes de los drenajes de las calles". La pena es de

Tabla 1: Aplicación de nutrientes mediante riego en y alrededor de Kumasi, según datos analíticos.

	Cálculo Base	Cornish et al., 1999	Datos del IWMI Ghana
Área	Periurbana	Periurbana	Urbana
Cantidad de agua aplicada por año	200 mm	200 mm	1000 mm
Total N (kg/ha)	2-50	8-40	10-200
P2O5 (kg/ha)	170-200	40-240	130-300
K (kg/ha)	-	80-150	240-470

tres meses de prisión y/o una multa que no sobrepase de los ₵100.000 (equivalentes a US \$50 en el año 1995, o a US \$13 en el año 2002). Es muy raro que se obligue al cumplimiento de esta reglamentación interna, pero cuanto ha sido necesario se lo ha hecho de una manera drástica, al punto de llegar a la detención de los agricultores urbanos. En cuanto a la mala calidad del agua empleada para el riego en algunos lugares de Accra, este paso parece razonable; sin embargo, no controla el problema en toda su dimensión ni ataca las raíces del mismo. El problema no es solo que la calidad del agua de riego para nuestras ciudades y para aquellas río abajo es alarmante y que muy difícilmente se puede encontrar en los mercados vegetales con una cuenta de coliformes menor a 1,000 por 100 ml. Como arrestar a los agricultores no es una opción que tenga sentido, la pregunta es cómo obligar al cumplimiento de la reglamentación interna contra la contaminación del agua. La respuesta es que dichos reglamentos internos necesitan ser revisados para que ofrezcan a los agricultores alternativas viables (ver el artículo sobre Lineamientos en la página 7). Adicionalmente, cualquier enjuiciamiento individual sería una farsa, puesto que instituciones del gobierno como hospitales, ministerios, centros de investigación y aprendizaje, entre otras, contribuyen a la contaminación del agua, igual que lo hace cualquier hogar que no tenga conexión con el sistema de alcantarillado. De hecho, la contaminación de las corrientes de agua se facilita por la permanente construcción de sifones para aguas lluvias a lo largo de las calles. La contaminación del agua en las urbes no ha llegado a ser todavía un tópico municipal prioritario, pero debería llegar a serlo para detener el problema de las aguas residuales desde su origen mismo..

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La recolección, tratamiento y/o la evacuación de aguas residuales en la ciudad de Kumasi se encuentra en una situación deplorable y carece de la infraestructura necesaria. Esta situación también se extiende a la eli-

minación de los desechos sólidos, lodos, etc.. Como resultado de esto, las masas de agua, especialmente en la ciudad y aguas abajo, que son utilizadas para la irrigación por parte de los agricultores urbanos y periurbanos están gravemente contaminadas. El alto contenido de nutrientes puede ser una ventaja para los agricultores pero, por otro lado, el elevado nivel de patógenos requiere de un uso más cuidadoso de las aguas residuales para evitar los riesgos para la salud de agricultores y consumidores. Ya que los contaminantes químicos presentes en las aguas residuales están dentro de límites tolerables, su impacto en el medio ambiente y en la salud humana parece ser mínimo. Los métodos de riego informales que utilizan los agricultores (riego con contenedores pequeños, baldes y mangueras) aumentan el riesgo de contaminación de los cultivos (contacto del agua con las partes comestibles) y de los agricultores (exposición general). Pero los actuales marcos de trabajo institucionales y de políticas relacionados con el uso de aguas residuales en la agricultura, siguen constituyendo únicamente parches junto a los reglamentos internos y a otras políticas inexistentes o que son difícilmente aplicables en el contexto de países en desarrollo y por parte de agricultores que dependen de la irrigación con aguas residuales para su subsistencia.

Para lograr una solución a largo plazo, se requiere de una mejora integral de la infraestructura urbana de saneamiento, pero la falta de recursos hace que ésta sea poco factible en un futuro cercano. Con la expansión del crecimiento poblacional y de las necesidades alimentarias, es probable que el uso de las aguas residuales para el cultivo de alimentos prevalecerá. La concienciación y la educación como medidas para mejorar la situación han sido sugeridas por un gran número de personas que han respondido a las encuestas, así como también en la conferencia electrónica relativa a aguas residuales. La creación de dicha concienciación estaría dirigida a los hogares, los agricultores, los comerciantes de vegetales, los consumidores y a las

autoridades locales, dependiendo de la situación local y del mejor punto de partida para la reducción de los riesgos. Una mayor investigación sobre el tema se vuelve necesaria con el fin de trazar mejores estrategias de riego y cultivo utilizando el agua disponible, con los beneficios y las desventajas inherentes.

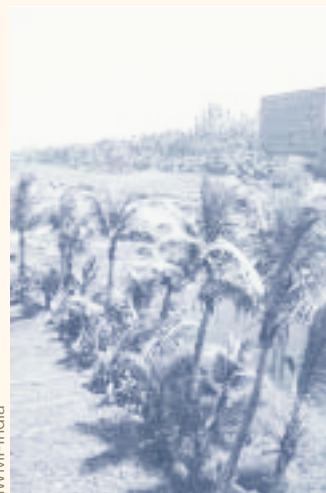
Es vital generar una idea global de la situación, que incluya el nivel de concienciación del agricultor, conocimientos técnicos, el patrón de formas de vida, la percepción, las exigencias sociales, los derechos sobre tierras y aguas, etc., con el fin de levantar los cimientos para la formulación de lineamientos y políticas prácticas. Finalmente, se hace necesario generar información sobre la amplitud y la importancia del uso de las aguas residuales, especialmente dentro y alrededor de ciudades como Kumasi, para lograr una mejor toma de decisiones, evitando así los juicios parciales y miopes en los que algunas veces se fundamentan las políticas vigentes. Esto requerirá del correspondiente fortalecimiento institucional y de enlaces con una política de investigación funcional.

REFERENCIAS

- Cornish, G.A., E. Mensah y P. Ghesquire. 1999. Water quality and periurban irrigation. An assessment of surface water quality for irrigation and its implications for human health in the periurban zone of Kumasi, Ghana. Informe OD/TN 95 Septiembre 1999. HR Wallingford, Reino Unido.
- Cornish, G.A., J.B. Aidoo e I. Ayamba. 2001. Informal irrigation in the periurban zone of Kumasi, an analysis of farmer's activity and productivity. Informe OD/TN 103 Feb. 1999. HR Wallingford, Reino Unido.
- Danso, G, P. Drechsel, T. Wiafe-Antwi y L. Gyiele. 2002. Income of farming systems around Kumasi. Revista Agricultura Urbana 7: 5-6.
- Drechsel, P., R.C. Abaidoo, P. Amoah y O.O. Cofie. 2000. Increasing use of poultry manure in Ghana: Is farmers' race consumers' fate?. Revista Agricultura Urbana 1(2): 25-27.
- Keraiya, B. 2002. Wastewater use in urban and periurban vegetable farming in Kumasi, Ghana. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Wageningen, Wageningen, Holanda.
- Leitzinger, C. y Adwedaa, D. 1999. Field monitoring of the faecal sludge treatment plant in Kaasi, Kumasi Ghana. Informe de práctica. SANDEC/EAWAG, Zurich, Suiza.

La ciudad de Hyderabad, con los nueve municipios que la rodean, tenía una población de 6 millones de habitantes en el año 2001. Ha habido un aumento del 17.2 % con respecto de la población urbana de 1991, convirtiéndola en una de las ciudades de la India de más rápido crecimiento (Manual de Estadísticas de Ranga Reddy, 2001:157). Esta zona altamente urbanizada abarca más de 500 km². El río Musi, que atraviesa Hyderabad, es seco aguas arriba de la ciudad, excepto durante los cuatro meses de la estación de monzones, cuando recibe 700-800 mm de lluvia. Sin embargo, las aguas residuales domésticas, hospitalarias e industriales descargadas por las ciudades gemelas de Hyderabad y Secunderabad lo convierten en un río perenne.

Terrenos urbanos con vegetales a lo largo del Río Musi, Hyderabad



IWMI-India

Modos de subsistencia y agricultura con aguas residuales

Río Musi en Hyderabad, Andhra Pradesh, India

En las zonas urbanas, el agua de los drenajes se vacía de vertederos en los muros a lo largo de los caminos de la ciudad hacia los campos que se extienden más abajo, a lo largo del Musi. Esta agua drenada, que viene de fuentes tanto domésticas como industriales, es canalizada hacia varios lotes de tierra contiguos. A veces es complementada con agua bombeada del río o, lo que es menos frecuente, con agua de pozos someros ubicados en la ribera del río, y que es usada por aproximadamente 250 hogares para la agricultura, en un total de cerca de 100 ha de tierras en la zona urbana que bordea el río

Musi. La mayor parte de la agricultura urbana se practica a lo largo de 5 km del río dentro de la ciudad, desde el puente Amberpet (ver Gráfico 1). Es una zona verde dentro de una área concurrida de la Ciudad Vieja, que ayuda a mejorar la calidad del aire.

MUESTREO Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizaron encuestas de hogares para recoger información sobre prácticas de subsistencia basadas en el uso de aguas residuales y sobre los ingresos derivados de estas actividades. En las zonas urbanas se entrevistó a 50 personas, tanto hombres como mujeres, tomados de una muestra aleatoria de 33 hogares. Al menos dos personas por hogar fueron entrevistadas usando un cuestionario estructurado con preguntas que eran básicamente abiertas. Una parte de las entrevistas fue grabada y se realizaron entrevistas de seguimiento con todos los entrevistados.

Se entrevistó a funcionarios públicos de agencias como la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Hyderabad (HMWS & SB), la Corporación Municipal de Hyderabad, la Comisión de Administración de Tierras, el

Departamento de Agricultura Urbana del Ministerio de Agricultura y la Agencia de Vivienda y Desarrollo Urbano, usando un formato de entrevista semiestructurada. Ellos proporcionaron información sobre la Infraestructura de Saneamiento y el entorno legal e institucional de la Agricultura Urbana.

También se realizaron caminatas en las secciones para tener una mejor idea general de los patrones de cultivo y de las actividades de subsistencia practicadas en estas zonas.

Los entrevistados fueron clasificados según sus papeles respectivos como beneficiarios (ver Tabla 1). El 50% de los entrevistados eran propietarios de tierras, lo que refleja su importancia en la zona de estudio.

Se tomaron muestras de la calidad del agua en varios puntos de los sitios de investigación urbanos, periurbanos y rurales. En la zona urbana la calidad del agua se verificó en el Puente Chaderghat. Una muestra fue sometida a las pruebas de: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes Totales (MPN/100ml), Nitrógeno Total (TN), Conductividad Eléctrica (CE) Sólidos

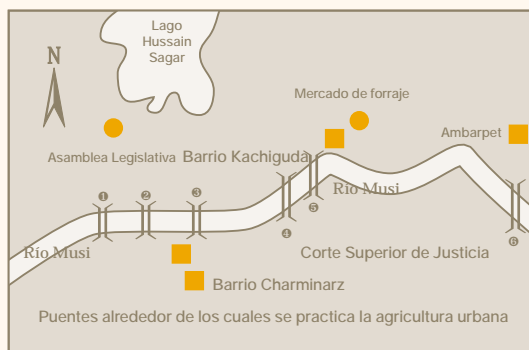


Gráfico 1: Sitios urbanos de investigación

Stephanie Buechler, Instituto Internacional para el Manejo del Agua (IWMI) India ✉ s.buechler@cgiar.com

Gayathri Devi, IWMI-India
Liqa Raschid, IWMI Sri Lanka

dos Disueltos Totales (SDT), Cloro, Zinc (Zn), Cobre (Cu), Cromo (Cr), y Plomo (Pb). Se deben realizar monitoreos más frecuentes para obtener mejores indicativos de la calidad del agua en cada estación del año.

Las aguas residuales constituyen medios de subsistencia para grupos de bajos ingresos

SANEAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

La red de alcantarillado cubre solamente el 62% de la ciudad. Existe una sola planta de tratamiento de aguas servidas (STP) con capacidad para dar tratamiento primario y secundario, y una segunda STP que solo tiene capacidad para dar tratamiento primario. En total, estas plantas tratan 133 millones de litros de agua al día (MLDs). Estas aguas tratadas, así como las no tratadas que se estiman en 327 MLDs, son desviadas hacia el río Musi. Los planes para construir nuevas plantas de tratamiento y mejorar las existentes tienen por meta tratar 630 MLDs para el año 2006.

Existen 12 áreas industriales en un radio de 30 km de la ciudad de Hyderabad, que incluyen plantas de electrochapeado, trujales, unidades de extracción/acumulación de plomo, industrias farmacéuticas, de cuero, textiles, de papel, de jabones y de joyas. Las Plantas de Tratamiento de Efluente Común (CETPs) no son capaces de tratar adecuadamente el efluente, debido a que reciben muchos tipos de efluentes diferentes y también por la falta de un tratamien-

to previo en las industrias. El CETP descarga sus efluentes en el río Musi y en otros cursos de agua. Las industrias que no canalizan sus efluentes hacia el CETP también los descargan directamente en el río Musi y en otros cursos de agua.

Los valores de la DBO y DQO son considerados muy bajos en Hyderabad, (un valor de DBO de 400-800 mg/lit es común en las ciudades y pueblos de los países en desarrollo) y por lo tanto las aguas residuales pueden ser categorizadas como débiles (Cairncross y Feachem, 2000:166). Los valores de MPN indican altos niveles de contaminación fecal, que aumenta los riesgos para la salud de los granjeros y obreros agrícolas que están en contacto directo con las aguas residuales. Se espera que el riesgo para los consumidores sea menor dado

Tabla 1: Resultados de la muestra de agua en zonas urbanas (Puente Chaderghat)

Parámetro	Concentración	Norma de calidad de agua de regadío
BOD	105	-
DQO	352	-
MPN (coliformes totales)	4.6 x 10 ¹⁰	-
TN (mg/l)	25	5.0
CE (ds/m)	2.1	0.7
STD	1012	450
Zn (ppm)	0.32	2.00
Cu (ppm)	0.13	0.2
Cloro (mg/l)	151	-
Cr (ppm)	0.04	0.1
Pb (ppm)	0.07	5.00

Leyes que afectan a los agricultores urbanos

- ❖ En 1986, el gobierno de Andhra Pradesh prohibió la agricultura irrigada dentro de la ciudad y se cortó el suministro de energía (electricidad) para el riego a los agricultores.
- ❖ El valor de la tierra en el lecho del Musi, como compensación por la construcción de puentes u otros proyectos o actividades gubernamentales, ha sido fijado en Rs. 800 por yarda cuadrada, pero según uno de nuestros entrevistados, el valor real de la tierra debería ser Rs. 10.000 por yarda cuadrada.
- ❖ Antes de 1976, la pérdida de los cultivos a causa de las inundaciones era compensada (Rs. 1.000 a 800) pero después de 1976 esta compensación fue eliminada.
- ❖ Hasta 1995, se cobraba un impuesto sobre las tierras (Rs. 480 por acre/año) considerando a todas las tierras en el lecho del Musi como tierras agrícolas. Pero después de 1995, la Oficina de Levantamiento Urbano declaró a esa tierra como Tierra Comercial y ahora pide a los agricultores que paguen un impuesto comercial sobre ella.
- ❖ La tierra no puede ser vendida legalmente.
- ❖ Nadie puede construir nada en esta tierra.
- ❖ No hay procedimientos legales en la Oficina de Levantamiento Urbano relacionados con la transferencia de derechos de propiedad o títulos de tierras.
- ❖ El ancho del canal del río es de 100 m y el resto de la tierra se supone que es privada, con títulos (comunicación personal, Secretario del Comisionado en Jefe de la Administración de Tierras).

La Asociación de Agricultores Urbanos ha trabajado como grupo de presión en el pasado para detener un proyecto orientado a canalizar el río en la zona urbana, a través de un canal cubierto, y crear parques a lo largo de sus riberas. Es muy probable que este grupo pueda actuar como grupo de presión y trabajar para estimular el reconocimiento por parte de las agencias gubernamentales de la existencia y del impacto positivo de la agricultura urbana en los medios de subsistencia. De aquí puede surgir un cambio gradual hacia la adopción de leyes que apoyen a la agricultura urbana.

que ninguno de los vegetales irrigados con estas aguas es consumido crudo. Sin embargo, no se practicaron pruebas de garantía de seguridad a las legumbres. Los valores de CE y SDT son más altos que los recomendados por los lineamientos de la FAO (ver Tabla 2). Sin embargo, dado que el principal cultivo es hierba de Para, que puede soportar altas condiciones de salinidad, esta agua puede no tener un efecto nocivo. El Nitrógeno Total es mayor que el previsto en los lineamientos de la FAO, pero todos los metales pesados están dentro de los límites de seguridad.

TIPOS DE CULTIVOS

En esta zona se cultivan diversos productos (ver gráfico 2). El cultivo predominante es la hierba de Para, que representa el 65% (también se cultivan las hierbas de la variedad tunga y garika), seguido por el banano y el coco en menor cantidad. Se cultivan vegetales verdes de hoja en una pequeña sección de la tierra, tanto para satisfacer las necesidades de subsistencia como para la venta comercial en los mercados cercanos. Otros cultivos que representan sólo el 1% incluyen árboles frutales, como naranjos, limones, papaya, guayaba y mango, así como flores de crosandra y jazmín. Estos productos son usados principalmente por los miembros de las familias granjeras.

TENENCIA DE LA TIERRA

En casi todos los sitios urbanos examinados, la tierra pertenece a una sola comunidad de casta de Hindúes que pertenecen a la comunidad kachi,

TABLA 2: Costos de producción e ingresos generados por las principales actividades dependientes del uso de aguas residuales ³⁾

Actividad	Costo de producción por hectárea (Rs y E)	Ingresos (Rs y E)	Ingreso anual promedio (Rs, y E)
Vegetales de hoja(Rs/ha/mes)	Rs 3.70/E 79 por mes	Rs. 5.000/E 104 por mes	Rs. 40.000/E 833 Por año
Banano (por 100 plantas)	Rs. 7.200/E 150 por Año	Rs. 22.500/E 470 por año	Rs. 22.500/E 470 Por año
Coco (por 100 palmeras)	Rs. 7.200/E 150 por Año	Rs. 10.000/E 208 por año	Rs. 10.000/E 208 por año
Hierba de Para por ha	Rs 45.000/E 937 por Año	Rs. 90.000-180.000/ E 1.875-4.750 por año	Rs. 135.000/E 2.812 por año
Hierba de Para (ingreso cobrado Rs/ha/mes)	No disponible	Rs. 2.500/E 52 por mes	Rs. 30.000/E 625 por año
Una búfala lechera	Rs. 500/E 10.40	Rs. 2.000/E 42 por mes	Rs. 16.000/E 333 por año

ahora incluida en la categoría Casta Atrasada o CA (1). Esto contrasta con las áreas periurbanas y rurales donde los propietarios pertenecen a una multiplicidad de grupos de castas. La comunidad kachi recibió tierras en pago de favores de sus dirigentes, algunos a fines del siglo XVII. Los nombres en los títulos de propiedad de las tierras cambian muy rara vez, aun ahora con la muerte de varias generaciones de propietarios. Las disputas relacionadas con la división de la tierra son resueltas por una asociación de personas de la casta Kachi. La propiedad promedio es de 0.4 ha de tierras irrigadas. En el contexto de la India, estos agricultores están por lo tanto categorizados como pequeños.

EL MERCADO LABORAL Y LOS ROLES DE HOMBRES Y MUJERES

Los hombres y las mujeres que practican agricultura con aguas residuales desempeñan diferentes roles en la agricultura urbana, dependiendo de la categoría de beneficiarios a la que pertenecen. Solamente los propietarios que tienen suficiente mano de obra doméstica cultivan vegetales. Esto se debe a que los vegetales requieren más trabajo que otros cultivos practicados en la zona, y la mano de obra es costosa. La mayor parte de la mano de obra do-

méstica para la producción de vegetales es femenina, ya que son sobre todo las mujeres las que realizan actividades como arar (con una pala para los vegetales de hoja), sembrar, desyerbar, cosechar, hacer pequeños paquetes de vegetales de hoja, transportarlos al mercado en un "rickshaw" y venderlos.

En el caso de las mujeres propietarias, ellas hacen casi todo el trabajo de campo, incluyendo el riego. Los hombres son empleados solamente para hacer algunas actividades como excavar la tierra. Las mujeres que cultivan vegetales se reservan una parte para el consumo doméstico y una parte es vendida en los mercados urbanos de legumbres de la Ciudad Vieja. Las mujeres sacan las mayores ganancias de la producción de vegetales puesto que los venden directamente en el mercado o a través de otros vendedores (ver los datos de ingresos en la Tabla 3).

En cuanto a la producción de lácteos, los hombres de la familia son los que generalmente trabajan en el campo. Tanto hombres como mujeres atienden a los animales, ordeñan a las vacas y búfalas y venden la leche o el yogur. Mantienen el ganado en áreas adyacentes a sus casas dentro de la ciudad.

Los obreros eventuales son hombres y mujeres migrantes de un distrito cercano de Andhra Pradesh propenso a la sequía. Algunos eran invasores que estaban asentados en la ribera del Musi y que fueron reubicados por el gobierno en una zona de reasentamiento en la ciudad. La mayoría son CAs. Los obreros permanentes son hombres que trabajan en la misma parcela todo el año. Vienen de estados propensos a las sequías y luego regresan a sus pueblos de origen por pocas semanas en el año. Ellos siembran, mantienen los canales, riegan, sacan la maleza y mantienen la tierra libre de basura. Reciben alojamiento y comida de los propietarios, y un pequeño salario mensual de aproximadamente R 33. Los hombres son contratados como obreros permanentes debido a normas culturales que permiten que los hombres vivan solos sin otros miembros de su familia y que se dediquen a todo tipo de labor agrícola durante todo el día, aún cuando otras personas no estén presentes en los campos.

Los cuidadores son hombres o mujeres que viven con sus familias en las tierras, en pequeñas casuchas o carpas. Son lambadis, que pertenecen a los STs y son tradicionalmente nómadas, o son de la casta CA. Venden hojas de banano, mango y coco a clientes que vienen directamente a la parcela para comprarlas. Los cuidadores y los miembros de sus familias obtienen diversos beneficios de su trabajo. Ahorran dinero porque reciben alojamiento a cambio de un alquiler muy bajo o gratuito. Algunos cuidadores también trabajan la tierra, por lo que se les paga la misma cantidad que a los trabajadores eventuales. En nuestra muestra, el 38.5% de los propietarios tenían cuidadores.

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

- Buechler, Stephanie J., Gayathri Devi M. y Uma Maheshwar Reddy. Entrevistas a fondo con propietarios, inquilinos, trabajadores (eventuales y permanentes) y cuidadores de tierras que practican la agricultura urbana a lo largo del río Musi en la ciudad de Hyderabad, Andhra Pradesh, India. Mayo-octubre 2002.
- Buechler, Stephanie J. Entrevista con M.G. Gopal, Director de Metro Water, Hyderabad. Noviembre 2001, y Entrevista con Waghray K.C., Director de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas en Jardines Públicos, Hyderabad. Noviembre 2001 y mayo 2002.
- Gisele, Yasmeen. Febrero 5, 2001. "Urban Agriculture in India: A Survey of Expertise, Capacities And Recent Experience". Ciudades que Alimentan a Personas. Serie de informes CFP N° 32: CIID.
- Autoridad de Desarrollo Urbano de Hyderabad. 2002. Borrador de propuesta de un plan maestro de proyección demográfica para el año 2011.
- Reddy, Muthyam Katta. 1997. "Predatory Industrialisation and Environmental Degradation: A Case Study of Musi River", en Telangana Dimensions of Underdevelopment. Centro de Estudios para Telangana, Hyderabad.



Mujeres transplantando arroz a lo largo del río

INGRESOS GENERADOS POR EL USO DE AGUAS RESIDUALES

La agricultura urbana con aguas residuales beneficia a los propietarios por el ingreso obtenido de la cosecha, el forraje para el ganado, la renta y los productos cultivados que son consumidos por los miembros de la familia. Para una hectárea de tierra, el ingreso anual es de aproximadamente R 2.812 por 1 ha de hierba de Para, R 833 por 1 ha de vegetales verdes de hoja, R 470 por 100 plantas de banano, R 33 por 20 cocoteros, y R 625/ha/año en ingresos generados por la venta de la hierba de Para. La Tabla 3 resume los ingresos anuales promedio de los diferentes cultivos.

Sólo estamos en capacidad de llenar nuestros estómagos

Al menos un miembro de la familia del propietario contribuye al ingreso familiar con actividades no agrícolas, trabajando como vendedor/propietario de una tienda, vendedor de diarios y revistas en la estación del tren, dependiente de ventas, profesor, mandadero o electricista. Los ingresos agrícolas en las zonas urbanas, así como en las zonas periurbanas y rurales, son complementados con ingresos no agrícolas.

Los sueldos de los obreros eventuales y permanentes en las zonas urbanas son un poco más altos que en las zonas periurbanas y rurales. Existe sin embargo una amplia brecha entre los sueldos que perciben los hombres y las mujeres. Como muestra, en las zonas periurbanas y rurales los hombres ganan Rs. 1.46 por 8 horas de trabajo, mientras que las mujeres ganan Rs

1.00 por el mismo tiempo (1 Euro equivale a aprox. 1 US\$). Sin embargo, las mujeres encuentran trabajo durante más días al año que los hombres en las zonas urbanas (30 días contra 10 días de trabajo para los hombres).

En el caso de obreros eventuales y permanentes, ellos complementan sus ingresos con otras actividades. Las mujeres suelen trabajar como empleadas domésticas para varias casas al mismo tiempo, ganando aproximadamente Rs. 9.40 por mes, y también trabajan en sitios de construcción, ganando Rs. 1.25 por día. Los hombres, por otro lado, suelen trabajar como obreros de la construcción y ganan Rs 1.67 al día.

EL MERCADO DE FORRAJE REGADO CON AGUAS RESIDUALES COMO NÚCLEO ECONÓMICO

Del Gráfico 2 se destaca que el cultivo de forraje es una actividad muy importante en la zona. Constituye un eje de desarrollo económico alrededor del cual giran una serie de beneficiarios dependientes.

Gran parte de la tierra dedicada a la producción de forraje es alquilada a productores lecheros de la casta Yadav, que también son CAs. Muy pocos son propietarios de la tierra. Ahorran dinero cultivando ellos mismos gran parte del alimento para su ganado. Los inquilinos que poseen ganado cosechan (cortan) la hierba por sí mismos. Los búfalos son los clientes favoritos para este forraje, porque dan más leche con mayor contenido graso, la cual recibe un mejor precio que la leche de vaca (2). Los miembros de la familia también consumen esta le-

Instituciones que regulan la Agricultura Urbana

- ❖ La Asociación de Granjeros Bhagya Nagar Kisan Sangh (BNKS) fue creada por los agricultores urbanos en respuesta a la iniciativa gubernamental de prohibir la agricultura en el lecho del Musi, en las zonas urbanas. Su principal función es como plataforma donde los granjeros se reúnen para intercambiar información y consultarse mutuamente sobre cualquier problema legal relacionado con sus tierras.
- ❖ El Departamento de Rentas (Colecturía) es un departamento gubernamental que cobraba un impuesto anual sobre la tierra a todas las propiedades urbanas hasta el año 1999 aproximadamente.
- ❖ La Corporación Municipal de Hyderabad (MCH) coordina la recolección, transporte y eliminación de desechos sólidos. No permite que se construyan edificaciones en la planicie de inundación del río (a lo largo de las riberas). Elimina los asentamientos ilegales previa recomendación de la Oficina de Rentas.
- ❖ El Comisionado de la Administración de Tierras hace cumplir la Ley Techo de Tierras Urbanas de 1976, que limita el tamaño de las parcelas urbanas a 370 m² y prohíbe la venta de tierras a lo largo del río Musi. La principal razón por la que desean hacer cumplir esta Ley, según el Secretario del Comisionado en Jefe de la Administración de Tierras, es para que los granjeros no vendan la tierra y perjudiquen la calidad del aire debido a la pérdida de áreas verdes (comunicación personal, agosto 27 de 2002).
- ❖ La Agencia de Desarrollo Urbano de Hyderabad (HUDA) planifica y regula el espacio urbano. Un plan maestro preparado para la población proyectada de 2011 para la ciudad de Hyderabad cubre lotes residenciales, industriales, el transporte, los servicios y los activos ecológicos, pero la extensión de las tierras agrícolas no ha sido proyectada. Según el mismo plan maestro, la carga de aguas servidas se estima en aproximadamente 2560 MLD para la población proyectada para el año 2011 (que va de 9.5 a 11.3 millones de personas). El plan maestro también sugiere la creación de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas descentralizadas (STP). En una sección del proyecto de plan maestro se propone: "incentivar la agricultura urbana en las zonas periféricas y en las zonas de no desarrollo."
- ❖ La Empresa Metropolitana de Agua Potable y Alcantarillado de Hyderabad (HMWS & SB) es responsable del abastecimiento de agua a la ciudad y de la construcción y mantenimiento de represas, tuberías y canales para el agua superficial y de los pozos para el agua subterránea. También es responsable de la operación y mantenimiento de dos STPs y del sistema de alcantarillado. HMWS & SB ha propuesto la creación de tres nuevas plantas de tratamiento y el mejoramiento de las dos plantas existentes.
- ❖ La Junta de Control de la Contaminación de Andhra Pradesh (APPCB) evalúa la cantidad de agua consumida por fuentes privadas y públicas y los métodos de descarga del agua. Realiza además pruebas regulares de la calidad del agua a lo largo del río Musi.
- ❖ El Proyecto Nacional de Conservación de los Ríos está conformado por varias instituciones (como HMWS&SB) que están planeando medidas para limpiar el río Musi.

che, por lo que se ahorran otro gasto. El mercado de forraje es un mercado informal ubicado a 10 minutos de la zona donde se practica la mayor parte de la agricultura urbana. Aproximadamente el 50% del forraje cultivado es vendido en el mercado. La otra mitad es usada directamente por los agricultores que lo producen para alimentar su propio ganado, beneficiando, como se indicó más arriba, a toda una serie de personas entre inquilinos y propietarios de la casta Yadav. El importante papel que desempeña económicamente el forraje se ve simbolizado por la promesa hecha recientemente por el Ministro del Interior de donar 2.000 cuerdas de tierras para un nuevo mercado de forraje en el barrio Kachiguda, donde viven y mantienen a sus animales la mayoría de agricultores urbanos/propietarios y criadores de ganado.

Este mercado informal opera por medio de 4 personas que actúan como vendedores y obtienen una comisión del 5% por la venta de cada paca de forraje. Diariamente, 30 vehículos medianos de 5 toneladas transportan el forraje al mercado. Con un camión completo, se ha generado empleo para 40 obreros eventuales, cortando la hierba, haciendo las pacas y cargando el camión (trabajo por el que las mujeres reciben Rs. 30 y los hombres Rs. 40) así como para un conductor del camión y un obrero encargado de limpiarlo. Por lo tanto, los estimados iniciales indican que 1.260 obreros eventuales, vendedores de forraje, conductores de camiones y limpiadores son empleados cada día por los propietarios e inquilinos.

PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS CON RESPECTO A LOS PROBLEMAS DE SALUD Y EL USO DE AGUAS RESIDUALES

Los informantes tenían reacciones encontradas con respecto a los riesgos para la salud asociados con el uso de aguas residuales. Los agricultores urbanos y periurbanos están menos expuestos a las aguas residuales que los agricultores rurales que cultivan arrozales y por lo tanto pasan largas horas parados en aguas residuales durante la siembra, trasplante, deshierbe y cosecha del arroz.

Hubo percepciones opuestas con respecto a los impactos sobre la salud. Una mujer de 40 años que practica la agricultura urbana nos dijo: "Nunca tuve problemas de salud por usar estas aguas residuales para el riego". Sin embargo, en general, los agricul-

tores urbanos, periurbanos y rurales se quejaron de erupciones e irritaciones de la piel cuando estaban expuestos a aguas residuales por largos períodos de tiempo. La respuesta de este obrero permanente de la ciudad de Hyderabad, de 68 años, era típica:

"Riego el campo y estoy expuesto a esta agua todo el tiempo. Las irritaciones de la piel son un problema común, con una constante picazón de la piel de brazos y piernas. Las picadas de mosquitos y otros insectos pequeños que están en el agua también son comunes. Me da fiebre al menos una vez al mes, y creo que eso se debe a las picaduras de esos insectos. Pero nunca tuve problemas serios de salud debido al agua."

Este aspecto no ha sido estudiado con profundidad y se tendrán que realizar investigaciones adicionales para echar más luz sobre estos problemas.

ENTORNO LEGAL-INSTITUCIONAL

En el recuadro A se explica el entorno institucional y legislativo. Es interesante ver que todas las instituciones gubernamentales parecen negar que existan beneficios asociados con esta forma de agricultura. Algunos, como el Departamento de Agricultura Urbana del Ministerio de Agricultura, niega de plano su existencia. La única excepción es la Asociación de Agricultores Urbanos. Las leyes que afectan a la agricultura urbana se describen más abajo en el Recuadro B. Estas leyes no son proactivas, pues no dan apoyo a la agricultura urbana. La única ley que favorecía a la agricultura urbana fue revocada en 1976.

CONCLUSIONES

La agricultura con aguas residuales en esta zona urbana a lo largo del río Musi brinda medios de subsistencia a un diverso grupo de personas de diferentes castas y representa un amplio espectro de clases sociales, que van desde la clase media baja, grupos de habitantes urbanos de muy bajos ingresos, hasta migrantes temporales y permanentes de las zonas rurales. Estas características socioeconómicas determinan el tipo de actividad relacionada con aguas residuales en la que están involucrados. Las actividades agrícolas y ganaderas, basadas fundamentalmente en un mercado de forraje, parecen bien adaptadas al único tipo de agua disponible (aguas residuales). Si bien el banano y el coco ocupan una buena proporción de la

tierra agrícola urbana estudiada, los ingresos de los vegetales de hoja, que ocupan sólo el 1% de la tierra, superan los ingresos generados por los otros dos productos. A diferencia de los otros cultivos, los vegetales de hoja representan un mayor riesgo para el consumidor, pero todavía no se han realizado estudios que revelen datos concluyentes sobre este tema.

Sin embargo, aunque la agricultura urbana con aguas residuales se ha convertido en un floreciente negocio, sigue siendo una economía oculta, que existe en las áreas concurridas de una megalópolis en continuo crecimiento y que solo va a producir más aguas residuales en el futuro. Hasta ahora, la agricultura no es ni reconocida ni apoyada por el gobierno. Los grupos de presión como la Asociación de Agricultores Urbanos han resultado poderosos en el pasado y podrían realizar campañas exitosas para salvaguardar sus medios de subsistencia en el futuro.

NOTAS

- 1) Después de la independencia de Gran Bretaña en 1947, se crearon 4 categorías socioeconómicas de personas para eliminar los términos peyorativos como "intocables" de los grupos de las castas bajas y para nivelar las diferencias entre castas, reservándoles un porcentaje de puestos en instituciones educativas y oficinas gubernamentales. Las 4 categorías creadas, desde la posición económica más alta hasta la más baja, son: Otras Castas (OC), Castas Atrasadas (CA), Castas Programadas (CP) y Tribus Programadas (TP) o pueblos indígenas. Este sistema existe hasta hoy en parte debido a las siempre prevaletentes desigualdades y en parte debido a presiones sociales.
- 2) En India, el 45% de la leche producida es leche de búfala (Mudgal, 1999:102).
- 3) 1 Euro equivale aproximadamente a 1 US\$

Realidad y Potencial

Sistemas Integrados de tratamiento y reuso de aguas residuales en América Latina

En 1950, aproximadamente 150 millones de habitantes en América Latina vivían en ciudades, cifra que se ha incrementado a más de 360 millones a principios del Siglo XXI (73,6% de su población total), debido a la intensa migración de la población rural. La creciente presión de esta población sobre los recursos agua y suelo, en muchos casos ha desbordado los esfuerzos de los gobiernos por lograr un crecimiento urbano planificado, y ha obligado a atender con prioridad sólo los servicios de agua potable y alcantarillado. Con ello han quedado rezagados el tratamiento de las aguas residuales y la disposición de los residuos sólidos.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) señala que en 1998 menos del 14% de los 600 m³/s de aguas residuales colectadas en América Latina recibían algún tratamiento antes de ser dispuestas en ríos y mares. De ellas, sólo un 6% reciben un tratamiento aceptable. Si a esto se agrega que el 40% de la población urbana de la Región muestra incidencia de enfermedades infecciosas asociadas al agua, estos vertimientos constituyen un importante medio de transmisión de parásitos, bacterias y virus patógenos, lo que demanda una urgente atención.

El crecimiento explosivo de las ciudades ha generado una acelerada y caótica urbanización de tierras de cultivo y ha obligado a priorizar el uso de las aguas superficiales para abastecimiento de agua potable y uso industrial. Consecuentemente, la actividad agrícola ubicada en la periferia de las ciudades se ha visto seriamente afectada, optando por el uso de las aguas residuales como única alternativa de supervivencia. Esto se refleja en la existencia de más de 500,000 ha agrícolas irrigadas directamente con aguas residuales sin tratar (Bartone, 1990), y sobre todo en una superficie agrícola muy superior regada con aguas superficiales

También en América Latina se observa una limitada existencia de colectores separados para las aguas residuales domésticas, agua de lluvia y vertimientos industriales. Los sistemas combinados de recolección conllevan a un incremento en los volúmenes de vertimientos a ser tratados y adecuadamente dispuestos.

El Informe Regional sobre la Evaluación 2000 en la Región de las Américas (OPS, 2001) refiere que el fracaso más notable en América Latina ha sido la escasa cobertura de saneamiento y tratamiento de las aguas residuales. Este fracaso lo atribuye en parte a la aplicación de tecnologías de disposición y tratamiento de aguas residuales desarrolladas para otras realidades socioeconómicas, culturales y tecnológicas, propias de países desarrollados, lo que ha originado condiciones insostenibles en las ciudades donde han sido aplicadas, por los elevados montos de inversión y costos de operación de estos sistemas.

Tabla 1: Situación del agua y saneamiento en América Latina para 1998

Población con agua potable	93%
Población con saneamiento	90%
- con alcantarillado	63%
- con otros sistemas	27%
Agua residual tratada	14%
- con tratamiento secundario	6%

OPS, 2001

que, al ser contaminadas por desagües urbanos, normalmente superan la calidad sanitaria (coliformes fecales y nemátodos) recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1989).

PROMOCIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE TRATAMIENTO Y USO DE AGUAS RESIDUALES

Hace 22 años el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la OPS inició el Programa de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales, con el propósito de contribuir a

Mayor información sobre el proyecto está disponible en la página web de CEPIS: www.cepis.ops-oms.org/aguasresiduales/proyectorregional

Julio Moscoso Cavallini, CEPIS/OPS Y Proyecto REUSO

✉ jmoscoso@cepis.ops-oms.org

Luis Egocheaga Young, Proyecto REUSO

elevar la cobertura del tratamiento de las aguas residuales domésticas en la Región por medio de tecnologías apropiadas, que permitan la remoción de organismos patógenos y no sólo de materia orgánica. En 2000, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la OPS/OMS suscribieron un convenio para que el CEPIS ejecute el Proyecto de Investigación Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial, orientado principalmente a brindar soluciones costo-eficientes para el manejo de las aguas residuales domésticas, a través de su uso en actividades agrícolas en las ciudades, concertando los intereses de los responsables del tratamiento de las aguas residuales urbanas y los agricultores que usan estas aguas para riego.

Para lograr este propósito, se está promoviendo la realización de un inventario regional de los sistemas de tratamiento actualmente en operación, así como de las actividades agrícolas asociadas al reúso. Se seleccionaron 20 casos de estudio representativos de las cuatro situaciones del manejo de las aguas residuales: ciudades donde se tratan y usan las aguas residuales para riego agrícola, ciudades donde se trata pero no se usan las aguas residuales, ciudades donde se riega con aguas residuales sin tratamiento y ciudades donde

ni se trata ni se usa aguas residuales para riego agrícola.

El Proyecto está financiando tres etapas de recopilación y análisis de la información en estas localidades. En la primera, denominada Estudios Generales, se abordaron aspectos generales de 18 casos. Para la segunda etapa de los Estudios Complementarios se seleccionaron 11 de los 18 casos, para abordar la evaluación de los aspectos técnicos, ambientales, económicos, sociales y culturales, y elaborar una propuesta preliminar para la integración del tratamiento y uso agrícola de las aguas residuales. Durante la tercera y última etapa de los Estudios de Viabilidad, se eligieron siete de estos 11 casos y se promovió la socialización y desarrollo de estas propuestas con los principales actores locales. Las actividades del Proyecto incluyen también la elaboración y difusión de documentos, directrices y guías sobre el tema para la Región, así como la realización de una serie de seminarios nacionales y mesas de donantes.

CONCLUSIONES Y LECCIONES APRENDIDAS

El Proyecto logró identificar aquellos aspectos críticos a tomarse en cuenta para el diseño y manejo de sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales domésticas:

- ❖ El desbalance entre el recurso hídrico y el crecimiento explosivo de las grandes ciudades, ha obligado a priorizar el uso de aguas superficiales para abastecimiento público y generación de energía eléctrica. Como lógica consecuencia, la actividad agrícola de las ciudades ha optado por el uso de aguas residuales como única alternativa de supervivencia.

- ❖ Se ha observado que los requerimientos institucionales y socioeconómicos resultaron especialmente relevantes. La selección de las opciones tecnológicas está sujeta a los acuerdos y decisiones políticas e institucionales, que suelen tomarse sin mayor coordinación.

- ❖ Existe la necesidad de crear mecanismos y espacios de coordinación y concertación entre los responsables de la regulación, el manejo de las aguas residuales domésticas y los grupos de usuarios o afectados por los vertimientos, particularmente en los casos en que se hace uso de las aguas residuales crudas.

- ❖ La mayoría de decisiones con respecto a parámetros de control de la calidad del agua, la tecnología para el tratamiento, la distribución de los costos asociados, la disposición de las aguas residuales y su uso para riego, por citar las más importantes, se toman en forma unilateral y sin mayor participación de los otros grupos de interés.

- ❖ En la mayoría de los países de la Región la legislación no considera la calidad sanitaria de las aguas residuales, en términos de patógenos humanos, y cuando existe, no es aplicada por una serie de limitaciones como la escasa o débil capacidad de fiscalización y control, y la presión social de los usuarios.

- ❖ En términos generales en la Región, las instituciones responsables del manejo de las aguas residuales domésticas no cuentan con la capacidad para asumir las inver-

Tabla 2:

Ciudades	Con tratamiento	Sin tratamiento
Con reuso	Antofagasta (Chile) Cochabamba (Bolivia) Juárez (México) La Vega (Rep. Dominicana) Mendoza (Argentina) Tacna (Perú) Texcoco (México) Villa El Salvador (Perú)	Mezquital (México) San Agustín (Perú) San Martín (Argentina) Santiago (Chile)
Sin reuso	Fortaleza (Brasil) Maracibo (Venezuela) Portoviejo (Ecuador) Puntarenas (Costa Rica)	Ibagué (Colombia) Jinotepe (Nicaragua) Luque (Paraguay) Sololá (Guatemala)

siones y costos operativos del tratamiento, en gran parte debido a que las ciudades y sus representantes no han comprendido ni asumido su responsabilidad de tratar las aguas residuales que generan.

- ❖ El costo del tratamiento, cuando existe, no ha sido incorporado aún en las tarifas de los servicios de agua y saneamiento, salvo casos excepcionales como Mendoza, (Argentina), y, parcialmente, Cochabamba, (Bolivia).
- ❖ El potencial de la integración del tratamiento y uso agrícola como un mecanismo para reducir las inversiones y costos operativos en ambas actividades aún no se ha comprendido en su verdadera dimensión.
- ❖ El creciente conflicto de intereses entre los proveedores de tecnologías propias de países desarrollados, los responsables de la salud pública y los operadores de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, está conduciendo a la insostenibilidad de estos sistemas. En Cochabamba, la empresa privada que intentó instalar una planta de lodos activados tuvo que retirarse del país por el violento rechazo de la población a una elevación en las tarifas para financiarla. En Villa El Salvador, Lima, (Perú), la situación es más crítica porque la empresa de agua no acepta hacerse cargo del costoso sistema de tratamiento con lagunas aeradas ya construido por el Estado, por no estar en capacidad de asumir los elevados costos operativos.
- ❖ En otros casos este conflicto ha alcanzado otras proporciones, no menos preocupantes: México, país en el que se estima que unas 350.000 ha son regadas con aguas residuales crudas, ha establecido en su legislación el límite de 5 huevos de nemátodos por litro de agua como parámetro de calidad sanitaria para los efluentes de las plantas de tratamiento, debido a que ninguna de sus plantas de lodos activados instaladas puede al-

canzar el nivel de menos de un huevo de nemátode por litro de agua recomendado por la OMS.

- ❖ Algunas experiencias se aproximan notablemente a la propuesta de integración del tratamiento y uso agrícola de las aguas residuales del Proyecto. En Mendoza, (Argentina), unas 2.000 ha de cultivos son regadas con los efluentes tratados en 300 ha de lagunas de estabilización, que reciben 1,400 l/s de una población de 320 000 habitantes. Más de 460 ha producen uva para vinificación, otras 102 ha están sembradas con duraznos y perales. Una empresa de manufactura de muebles maneja 205 ha de álamos para la producción de madera prensada. El cultivo de alfalfa para pastura se realiza en 340 ha. Por último, 814 ha son utilizadas para la producción de ajo, alcachofa, tomate y zapallo. Sin embargo, el tratamiento y el uso agrícola están a cargo de entidades que desarrollan sus actividades aún sin mayor coordinación entre sí, poniendo en riesgo la sostenibilidad de esta experiencia.
- ❖ En Colombia las empresas responsables del tratamiento de las aguas residuales domésticas estarán sujetas a fuertes penalidades si vierten sus desagües con cargas contaminantes que superen los límites establecidos en la legislación. En Ibagué, ciudad de 430 000 habitantes, las aguas residuales son vertidas sin tratamiento a los ríos que atraviesan la ciudad, siendo posteriormente captadas para cultivar arroz en unas 26.000 ha. La empresa de agua estaba considerando la insta-

lación de una planta de lodos activados y, a iniciativa del Proyecto, ha iniciado negociaciones con la asociación de arroceros para tratar sus aguas residuales hasta alcanzar la calidad sanitaria necesaria para evitar riesgos a la salud de los agricultores. Éstos, a su vez, han ofrecido destinar parte de sus parcelas de arroz a una etapa final de tratamiento, antes de conducir sus efluentes a otras áreas de cultivo o cuerpos de agua.

- ❖ Uno de los aspectos más importantes pendientes de desarrollo es el seguimiento epidemiológico de los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales en la Región. No se dispone de información suficiente respecto a la incidencia de enfermedades asociadas al manejo, cultivo y consumo de productos regados con aguas residuales.

Finalmente, se requiere continuar realizando actividades de difusión, capacitación y asistencia técnica del tratamiento y uso sanitario de las aguas residuales domésticas en los países de América Latina y el Caribe. En ese sentido, el Proyecto tiene previsto, además de las actividades de difusión ya mencionadas, apoyar experiencias piloto en los países en los que el uso agrícola de aguas residuales es una alternativa poco conocida, como es el caso de Fortaleza en Brasil y Liberia en Costa Rica. Se espera que los resultados de estas experiencias también permitan disponer de los elementos de juicio suficientes para establecer una legislación exigente, pero al mismo tiempo promotora.



En los países del Medio Oriente y el Norte de África, que conforman el MONA (1), el agua constituye un tema clave para el desarrollo. La tasa promedio de crecimiento poblacional para la región es una de las más altas del mundo (cerca del 2.6%) al mismo tiempo que la región enfrenta una escasez de fuentes naturales de agua. Como resultado, la disponibilidad de agua dulce renovable promedio en la región ha caído hasta alrededor de 1.433 m³ por año, mientras que algunos países están por debajo de esta cifra. Por ejemplo, en 1999, la cantidad de agua dulce renovable disponible por persona en Jordania, Túnez y Yemen fue de 148, 434 y 241 m³ respectivamente, y se prevé que estos valores caerán drásticamente para el año 2025 (Banco Mundial, 2001). Asimismo, la calidad del agua disponible es menor debido a la creciente contaminación y al exceso de bombeo.



En Jordán, INWRDAM capacita plomeros, quienes a su vez entrenan a otros en la instalación de los sistemas

El tratamiento y reuso de aguas residuales para la seguridad alimentaria y del agua

A esta situación se suma la alta tasa de urbanización que existe en los países del MONA. Esta varía entre el 1.8% en Egipto, el 4% en Palestina y el 5.3% en Yemen (con una tasa global para el MONA de 3.2%, la cual es mayor que la tasa para países

de por lo menos 10 veces el valor que se cobra en las áreas agrícolas (Gibbons, 1986). Como resultado de esto, habrá una creciente reducción de la cantidad de agua del sector agrícola, para entregarla a las áreas urbanas. Esto quiere decir que la región sufrirá cada vez más de estos problemas paralelos y relacionados entre sí, que son la inseguridad alimentaria y la escasez de agua.

Muchos países desean aumentar el suministro de agua dulce para uso doméstico e industrial y, al mismo tiempo, expandir la agricultura que utiliza la irrigación. Por ejemplo, Túnez busca aumentar el área de explotación agrícola mediante la irrigación de al menos 30.000 hectáreas (ha) más, y Egipto quiere aumentar unas 880.000 ha (Banco Mundial, 2000). ¿Cómo se pueden conciliar estos objetivos aparentemente contradictorios? La respuesta está en la administración de la demanda del agua; un uso más eficiente del agua en todos los sectores. Uno de los componentes

específicos es la utilización de las aguas residuales domésticas tratadas para la industria, para algunos fines municipales, tales como el uso en letrinas y el riego de espacios verdes, pero sobre todo para la agricultura urbana y periurbana (AUP).

BENEFICIOS

Hay varios beneficios derivados de la utilización de las aguas residuales tratadas. Primero, se preserva el agua dulce cara y de alta calidad para uso potable. El costo del tratamiento de segundo nivel para aguas residuales domésticas en los países del MONA, con costo promedio de USD\$0,5/m³, es más barato que el desarrollo de nuevas fuentes de agua dulce en la región (Banco Mundial, 2000). En segundo lugar, la recolección y el tratamiento de aguas residuales protegen las valiosas fuentes de agua dulce existentes, el medio ambiente y la salud pública. De hecho, el tratamiento y la reutilización (TRAR) no solamente protegen los valiosos recursos de

El reuso de aguas residuales es admitido para todo propósito

en desarrollo en su conjunto). Con un 79% de la población que reside en las ciudades en Jordania y el 88% en el Líbano, el promedio global para la región alcanza ya el 53% (Secretaría de las Naciones Unidas, 2002 y Population Reference Bureau, 2002). Dentro de la región, cerca del 80% del agua dulce se utiliza para la agricultura. Aun con tarifas urbanas bajas, el valor del agua en las áreas urbanas es

Naser I Faruqui, Especialista Principal en Asuntos Hídricos, Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (CIID), Canadá; ✉: nfaruqui@idrc.ca

agua dulce, sino que también pueden constituirse en un suplemento de estas por medio de la recarga de los acuíferos. Si se convirtieran en cifras los beneficios para el ambiente y la protección de la salud pública y se los incluyera en un análisis económico, la recolección, tratamiento y reutilización de las aguas residuales estarían entre las primeras prioridades para la consecución de fondos públicos y de desarrollo, los cuales son escasos. En tercer lugar, si se le da un manejo apropiado, las aguas residuales tratadas pueden llegar a ser, en ocasiones, una fuente más importante para la agricultura que las fuentes de agua dulce. Las aguas residuales constituyen una fuente constante y el contenido de nitrógeno y fósforo de las mismas podría generar una utilidad más alta en la actividad agrícola que si se utilizara solo el agua dulce para el riego, lo que anularía la necesidad de aplicar fertilizantes adicionales. Algunos proyectos de investigación en Túnez y Arabia Saudita han demostrado que el efluente tratado no tiene características microbiológicas y químicas superiores a las de las aguas subterráneas que se utilizan para el riego. Todavía más importante es el hecho de que las aguas residuales tratadas tenían un menor nivel de salinidad (WB, 2000).

ESTUDIOS DE CASO

Entre los países de la región que practican el tratamiento de aguas residuales están Kuwait, Arabia Saudita, Omán, Siria, EAU y Egipto. Sin embargo, solo Israel, Túnez y Jordania practican el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales como un componente integral de sus estrategias para la administración del agua y la protección ambiental.

PROBLEMAS

El principal problema del uso de las aguas residuales es el riesgo para la salud pública, para el suelo y para el agua si la reutilización no se lleva a cabo de una manera cuidadosa. Mientras que el principal impacto para la salud por el uso de aguas residuales, en los países en desarrollo, está representado por enfermedades causadas por helmintos, tales como

anquilostoma, ascárides y dracunculiasis, los microbios patógenos constituyen la segunda amenaza más importante. Pero esta situación se da cuando se utilizan aguas residuales no tratadas para regar vegetales o le-

gumbres que luego se consumen crudos. Esta situación produjo un brote de cólera en Amman, Jordania, en 1981. Desafortunadamente, existen muchos ejemplos vigentes, que sin duda y como resultado del uso de

Reutilización de aguas grises para la Agricultura Urbana en Jordania

En Jordania, con su baja y decreciente disponibilidad de agua per cápita de 148 m³/p/año, habrá menos agua dulce disponible para la agricultura. Una de las formas para enfrentar esta amenaza para la seguridad alimentaria es el tratamiento y la reutilización de las aguas residuales domésticas en la AUP. En un proyecto apoyado por el CIID se encontró que el 16 % de los hogares en Amman ya practicaban la AUP, principalmente para la producción de frutas, vegetales y hierbas. El valor anual de la AU en Amman es de USD \$4 millones – que desde ya representa el 2.5% del valor total de la agricultura en Jordania (Gobierno de Jordania, 2002)-. El problema es que solo el 40% de las aguas residuales de Jordania son recolectadas y tratadas. La rehabilitación y expansión de los sistemas de alcantarillado convencionales y de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, tan necesarias, tomarán tiempo y costarán millones de dólares.

Los investigadores asociados del CIID han desarrollado un nuevo enfoque para combatir la inseguridad alimentaria y ayudar a los más pobres a recoger agua a nivel de los hogares. Los sistemas requieren de modificaciones menores en los sistemas de desagües que desvían el agua de las duchas, los baños y de los lavaderos de las cocinas, a través de filtros naturales de pequeña escala que son instalados en cada hogar, permitiendo que los residentes reciclen el agua para su reutilización en los huertos urbanos. La reutilización de las aguas grises es bastante más segura que el uso de aguas residuales combinadas, porque las aguas grises no contienen patógenos de los retretes. Además, y debido a que la mayor parte de las “aguas residuales” son simplemente “aguas grises”, al desviarlas de los sistemas públicos de alcantarillado se puede reducir dramáticamente los costos requeridos para la instalación y expansión de estos sistemas. En este proyecto piloto, se instalaron sistemas de tratamiento de aguas grises en 25 hogares en Ain Al Baida, Jordania, y se instruyó a los miembros de la familia sobre cómo construir huertos eficientes. Estos sistemas también se instalaron en la principal mezquita de la comunidad y en una escuela para niñas.

El proyecto sobrepasó las expectativas. El efluente de las aguas residuales cumple con los estándares fijados para la restricción de riego y los hogares están utilizándolo para la irrigación de la berenjena, el cultivo de hierbas y de aceitunas. Todavía se están evaluando los impactos sobre la pobreza y el uso del agua. Sin embargo, un estudio realizado por el CIID en un proyecto anterior de aguas grises no tratadas, determinó que la comunidad era capaz de compensar la adquisición de alimentos y generar ingresos por medio de la venta de los excedentes de la producción, gracias a que podía ahorrar o ganar un promedio de hasta un 10% de sus ingresos. Inicialmente, el ahorro de agua fue de cerca de un 15%. El impacto económico de este proyecto probablemente será mucho mayor, porque las aguas grises recuperadas en el primer proyecto representaron tan solo alrededor del 30% de las aguas domésticas, mientras que en el proyecto actual ya se ha logrado alcanzar cerca de un 60%. Más aun, los pozos sépticos que anteriormente se encontraban saturados y que costaban al menos US\$60/año para ser vaciados mediante el bombeo, no han tenido necesidad de ser vaciados desde que el proyecto comenzó. Ciertamente, los beneficios económicos han sido lo suficientemente significativos para impresionar a los vecinos de los primeros beneficiarios; ellos se encuentran ahora instalando los sistemas por su propia cuenta, lo que prueba que los hogares pueden ver que el tratamiento de las aguas residuales es capaz de representar para ellos ganancias o ahorro de dinero. La Red Inter-Islámica para el Desarrollo y la Administración de Recursos Hídricos (INWRDAM) ha mejorado el diseño original en Palestina, introduciendo innovaciones que hacen que los sistemas sean más seguros y eficientes. El material usado para los filtros es grava o viejas piezas de tubería de riego. Un simple filtro en forma de bolsa elimina la obstrucción asociada con los anteriores sistemas. El INWRDAM también ha desarrollado un líquido para el lavado de vajillas que no afecta al medio ambiente y que evita la salinización del suelo causado por la reutilización de las aguas grises, y ha empezado a dictar talleres de capacitación sobre la reutilización de aguas grises en asentamientos de bajos recursos en Siria y en otros países que conforman la red. El Ministro Encargado de Bienestar Social de Jordania ha visitado el proyecto en Jordania y está interesado en el potencial que tienen estos sistemas para el alivio de la pobreza. Además, la Empresa de Agua Potable de Jordania (WAJ), adscrita al Ministerio del Agua, se encuentra sometiendo el efluente de los sistemas a pruebas de calidad por cuenta propia.

aguas residuales, producen enfermedades gastrointestinales ocasionales, pero que tienen el potencial de causar una epidemia. Por ejemplo, debido a la escasez de agua es común que la irrigación de vegetales como la berenjena y el pepino que se comercializan en los mercados, se lleve a cabo con las aguas residuales que fluyen en el valle de Kedron, en Cisjordania. Entre los componentes de las aguas residuales que son más tóxicos para algunos cultivos se encuentran el sodio, el cloro y el boro.

Las aguas no tratadas pueden también aumentar la salinidad de los suelos, y las grasas que contienen estas aguas pueden reducir la permeabilidad del suelo y la aireación del mismo, al obstruir su porosidad. Tanto los microbios patógenos como los nitratos que se encuentran en las aguas residuales pueden contaminar los acuíferos superficiales.

Estos obstáculos son reales, pero no son insalvables. En 1989, la Organización Mundial de la Salud publicó sus Lineamientos para el uso seguro de aguas residuales y excretas en la agricultura y la acuicultura (OMS, 1989), con la finalidad de proteger la salud pública. En estos lineamientos se identificaron los niveles de tratamiento necesarios dependiendo de que el riego sea restringido (ej.: cultivo de cereales, uso industrial, cultivo de forraje o pastos y siembra de árboles), o no restringido (ej.: riego de cultivos que seguramente se consumen sin cocción, canchas deportivas y parques públicos). Incluso los niveles de tratamiento más estrictos, contenidos en los lineamientos de la OMS, pueden ser cumplidos por medio del establecimiento de una serie de lagunas de estabilización para aguas residuales. A más de identificar una combinación de tratamientos y restricciones en los cultivos, los lineamientos de la OMS también



IDRC

Aguas grises colectadas en tuberías a lo largo de las paredes exteriores de las viviendas.

señalan métodos seguros para la aplicación de residuos y el control de la exposición del ser humano a los mismos, con el propósito de proteger la salud pública. Por ejemplo, se desaconseja el riego mediante aspersores. Igualmente, en las plantaciones de árboles frutales que son regados

Tratamiento de aguas residuales con lenteja acuática y reutilización para forraje, Cisjordania

Este proyecto apunta a la protección del ambiente y a mejorar la seguridad alimentaria a través de pruebas piloto de uso de la lenteja acuática, una planta que flota sobre el agua, para tratar las aguas residuales en comunidades pequeñas y descentralizadas del Valle del Jordán, en Cisjordania. En los últimos cinco años, se ha dado un creciente reconocimiento de la efectividad de esta diminuta planta acuática en el tratamiento de las aguas residuales, con un menor costo que el requerido por plantas de tratamiento mecánicas. Puesto que el 40% de la lenteja acuática es proteína y su crecimiento es sumamente rápido, puede servir como un excelente suplemento alimenticio para la avicultura, la ganadería y la piscicultura e incluso puede ser utilizada para la preparación de ensaladas. Un sistema integrado puede hacer las dos cosas, tratar las aguas residuales y generar ingresos y oportunidades de empleo para los residentes locales, quienes venden los productos cultivados en base al empleo de la lenteja acuática. Adicionalmente, para reducir la demanda biológica de oxígeno (DBO) y el nivel Total de Sólidos en Suspensión (SST), la lenteja acuática es eficiente en la disminución de los niveles de nitrógeno y fósforo contenidos en las aguas residuales. Pero la operación de los sistemas que emplean la lenteja acuática todavía es un arte más que una ciencia y aunque estas plantas crecen bien en algunos lugares, en otros esto resulta más difícil.

Este proyecto optimizará varios parámetros de operación a fin de lograr un sistema integrado de tratamiento con el empleo de la lenteja acuática en la granja de capacitación de la Sociedad para el Desarrollo Agrícola (SDA), en las afueras de Jericó, en Cisjordania, a solo unos pocos cientos de metros del río Jordán y del Mar Muerto.

A pesar de que los obstáculos políticos han demorado el trabajo del equipo palestino de investigación, - su oficina fue bombardeada, ha sido objeto de disparos, ha tenido que soportar largas esperas en los puntos de inspección, y a veces

no ha conseguido llegar al lugar del proyecto- éste ha logrado valiosos resultados preliminares:

La lenteja acuática prospera entre los 25 y 30°C - otros sistemas utilizados anteriormente en Amman y Hebrón no funcionaron debido al frío del invierno, que afecta a estos sitios ubicados a mayores altitudes. Por otra parte, durante el verano, cuando las temperaturas sobrepasan los 40°C en el Valle del Jordán, la lenteja acuática debe ser protegida con enrejados que le dan sombra, al igual que se lo hace en Bangladesh. La lenteja acuática crece bien, aun en aguas con una salinidad de hasta 3.000 ppm, y se la cosecha dos veces por semana. El efluente que resulta de las lagunas que emplean la lenteja acuática cumple con los estándares fijados para la restricción de riego. El alimento seco ha sido ya probado en pollos, como suplemento alimenticio y con muy buenos resultados; el peso promedio de los pollos alimentados con la lenteja acuática fue un 17% más alto que el de los pollos que no recibieron este suplemento. Aún más, los pollos tenían una carne más blanca que aumentaba para los agricultores el valor de comercialización. Estos factores, junto con un ahorro en el costo del forraje de cerca del 15%, han producido una respuesta entusiasta por parte de los agricultores de la zona. Este caso demuestra que cuando el tratamiento descentralizado de aguas residuales deviene en oportunidades de generación de ingresos para los agricultores periurbanos, éstos están dispuestos a contribuir con los costos.

Los investigadores palestinos han visitado las lagunas de lenteja acuática en Bangladesh, lo que ha resultado en una importante transferencia de conocimiento sur-sur. Además, en beneficio de los agricultores, el Ministerio de Agricultura de Palestina, el Centro Nacional de Agricultura y el Palestinian Agricultural Relief Committee han visitado el proyecto y siguen de cerca sus resultados.

En los próximos años, el agua fresca deberá ser preservada exclusivamente para beber

con aguas residuales tratadas, la irrigación debe cesar dos semanas antes de la recolección de la fruta y no se debe recoger ninguna fruta que haya caído al suelo. Los cultivos y los suelos deben ser protegidos mediante el uso de la información que esté a la mano, sobre los tipos de cultivos y de suelos que son sensibles a la irrigación con aguas residuales. Las aguas subterráneas y superficiales pueden ser protegidas mediante la elaboración de un levantamiento de las áreas sensibles, como el caso de acuíferos superficiales, que se emplean para obtener agua para beber y prohibiendo el riego con aguas residuales en aquellas áreas.



IDRC

Una familia promedio ahorra o genera 10 por ciento de sus ingresos

Teniendo en cuenta el énfasis que pone el Islam, al igual que otras religiones, en la limpieza, persiste en esta región la noción de que la reutilización de aguas residuales va en contra de lo que enseña esta doctrina. Sin embargo, como se señala en el trabajo "Water Management in Islam", publicado conjuntamente por IDRC-UNU Press (2001), se permite la reutilización de aguas residuales para todos los propósitos, incluyendo el "wudu", siempre y cuando las aguas residuales sean tratadas hasta alcanzar los niveles de pureza requeridos para cada uso y siempre que no tenga ningún efecto adverso sobre la salud pública. Con la anuencia de las autoridades religiosas, la reutilización de aguas residuales se la practica en Omán, EAU y Arabia Saudita. Actualmente, el reino saudita reutiliza cerca del 20% de sus aguas residuales tratadas, en refinerías y para el riego de cultivos de forraje y plantas ornamentales. (Faruqui, et al., 2001)

Otro obstáculo constituye el que en la zona del MONA, con excepción de algunos de los países más ricos del golfo, el tratamiento mecánico de las aguas residuales no ha podido llegar a ser sustentable en las áreas periurbanas o en pequeñas poblaciones y ciudades, debido al alto costo de los químicos y de la energía eléctrica y

porque generalmente la operación y el mantenimiento no se llevan a cabo. Dentro del programa Ciudades que Alimentan a Personas, el CIID se encuentra actualmente desarrollando una red de sistemas de tratamiento de residuos naturales descentralizados y de bajo costo, para ser utilizados en las cercanías. Los proyectos piloto incluyen filtros biológicos para la reutilización de aguas grises en los asentamientos de baja densidad poblacional en las colinas alrededor de Jerusalén, en los humedales acuáticos donde se usa la lechuga acuática o la lenteja acuática en el valle del Jordán, y de lodos activados con bajo contenido mecánico en Egipto. (Ver cuadros.)

CREACIÓN DE UN AMBIENTE FAVORABLE

Basados en las experiencias de países como Israel, Túnez y Jordania, que tienen proyectos de tratamiento relativamente exitosos en comparación con los de otros países de la región, los gobiernos del MONA necesitan hacer lo siguiente para crear un ambiente favorable que aliente un tratamiento seguro de las aguas residuales. Primero, el tratamiento debe

formar parte de una estrategia de manejo integrado de las aguas a nivel de las cuencas, con vínculos multidisciplinarios entre los diferentes sectores, como son los de ambiente, salud, industria, agricultura y asuntos municipales. Por ejemplo, el principal productor de aguas residuales – los municipios – debe interactuar con el usuario más importante, la agricultura urbana. La planificación urbana/rural debe ser integrada, a fin de que las industrias no se instalen en sitios donde su efluente, que generalmente tiene un alto contenido de sustancias peligrosas como metales pesados, pueda contaminar el agua destinada a ser utilizada por el mayor usuario, la agricultura.

Segundo, es tarea de los gobiernos facilitar la participación de los actores en los proyectos de tratamiento de aguas residuales, incluyendo el apoyo a las ONG's que trabajan en la conformación de instituciones a nivel local. No sería posible establecer proyectos descentralizados, seguros y autosuficientes sin la participación voluntaria de los beneficiarios.

Tercero, hay la necesidad de difundir los conocimientos que se tienen actualmente acerca del peligro que representa la reutilización de aguas residuales, de los lineamientos para un uso seguro y de la posición del Islam con respecto de la reutilización de las aguas residuales. También se debe difundir el conocimiento acerca de tecnologías de tratamiento que sean al mismo tiempo baratas y efectivas, y tecnologías de protección de suelos y cultivos; y se deben llevar a cabo investigaciones en lugares específicos para llenar los vacíos existentes. Quizá lo más importante es que se debe dar a conocer a los agricultores y a los hogares periurbanos los beneficios económicos de los proyectos descentralizados que son exitosos en el tratamiento de aguas residuales, ya que esta es la única forma en que ellos se mostrarán deseosos de contribuir con los costos del TRAR.

Finalmente, para asegurar la protección de la salud pública y del ambiente, los gobiernos deben regular y monitorear la calidad del efluente, las prácticas de reutilización, la salud pública, la calidad del agua de cultivo, así como la calidad de los suelos y del agua subterránea.

CONCLUSIONES

El tratamiento de las aguas residuales es una de las herramientas para enfrentar la inseguridad alimentaria y del agua que tienen muchos de los países del MONA. En los próximos años, en la mayor parte de los países del MONA, la valiosa agua dulce tendrá que ser reservada únicamente para ser bebida, para propósitos industriales de alto valor, y para el cultivo de vegetales frescos y legumbres de alto valor que se consumen crudos. En cuanto sea factible, la mayoría de los otros cultivos en países áridos deberán ser cultivados utili-

zando una cantidad cada vez mayor de aguas residuales tratadas, y eventualmente, empleando únicamente aguas residuales tratadas.

Es más, estas aguas residuales serán reutilizadas en los huertos y las parcelas urbanas y periurbanas de las ciudades, cerca de donde se generan. La reutilización de las aguas residuales en la AUP da lugar a que los residentes de las ciudades, particularmente los más pobres, produzcan cultivos que son considerados valiosos dentro del MONA, como son la cebolla, la berenjena y la aceituna, para generar ingresos y para su propia alimentación. La agricultura urbana está en crecimiento dentro del MONA; por ejemplo, el 16% de los hogares en Amman cuentan ya con huertos urbanos y el valor anual de la AU en la ciudad se estima en USD\$4 millones, lo que representa el 2.5% del valor global de la agricultura de Jordania. Los proyectos apoyados por el CIID en el MONA demuestran que es posible desarrollar sistemas de tratamiento de aguas residuales descentralizados, que cumplan con los estándares de restricción de riego y su reutilización en la agricultura urbana. Por ejemplo, un proyecto para la reutilización de aguas grises en Jordania ha permitido a una comunidad compensar los costos de adquisición de alimentos y hacer dinero con la venta de los excedentes, ganando o ahorrando en promedio hasta un 10% de sus ingresos. Un proyecto en Palestina ha ayudado a los agricultores periurbanos a ahorrar un 15 % en costos de forraje y a conseguir pollos más sanos y de mayor valor, al complementar su alimentación con lenteja acuática procedente de una planta de tratamiento de la comunidad. Aun más, resulta claro que en ambos proyectos los agricultores periurbanos y los hogares es-

tán deseosos de contribuir hasta con la totalidad de los costos de tratamiento de las aguas residuales si se les demuestra que el resultado sería el de generar ingresos y ahorrar dinero.

Los beneficios económicos, sociales y ambientales del TRAR en la agricultura urbana son claros. Para ayudar a una introducción gradual y coherente de dicha política, que protege el ambiente y la salud pública, los gobiernos deberán adaptar un enfoque integrado para el manejo del agua, facilitar la participación pública, difundir el conocimiento existente, generar nuevos conocimientos y monitorear y obligar a cumplir los estándares.

NOTA

1) En este trabajo, la región del MONA incluye a los siguientes países donde el CIID apoya proyectos: Argelia, Egipto, Jordania, Líbano, Marruecos, Palestina, Sudán, Siria, Túnez y Yemen.

REFERENCIAS

- Falkenmark and Lindh. 1974. Can we cope with the water resources situation by the year 2050?. *Ambio* 3 (3-4): 114-122.
- Faruqi, N, AK Biswas and MJ Bino MJ. 2001. *Water Management in Islam*. UNU Press and IDRC Books, Ottawa, Canada.
- Gibbons, D. 1986. *The Economic Value of Water. Resources for the future*, Washington, DC.
- Government of Jordan. 2002. *Technical Report to the International Development Research Centre. Federal Department of Statistics, Urban Agriculture in Amman Project*.
- Population Reference Bureau. 2002. *2002 World Population Data Sheets of the Population Reference Bureau: Demographic data and estimates for the countries and regions of the world*. See http://www.prb.org/pdf/WorldPopulationDS02_Eng.pdf. PRB, Washington, DC.
- United Nations Secretariat. 2002. *World Urbanization Prospects: The 2001 Revision Data Tables and Highlights*. Population Division, Department of Economic and Social Affairs, New York.
- World Bank. 2000. *World Bank Development Indicators 2000*. World Bank, Washington, DC.
- World Bank. 2002. *World Development Indicators*. World Bank, Washington, DC.
- World Bank and The Initiative for Collaboration to Control Natural Resource Degradation (Desertification) and Arid Lands in the Middle East. 2000. *Wastewater Treatment and Reuse in the Middle East and North Africa Region (MENA)*. World Bank, Washington, DC.
- World Bank and Swiss Development Cooperation Agency. 2001. *Water Reuse in the Middle East and North Africa: Summary report of a workshop hosted by the National Water Research Centre, held in Cairo, Egypt, July 2-5*.

La expansión urbana crea desafíos y problemas, tales como la incapacidad de brindar servicios municipales adecuados, una mayor demanda de alimentos, la degradación ambiental y el desempleo de los migrantes recién llegados de las zonas rurales. Las autoridades municipales también se enfrentan a problemas con el manejo de desechos sólidos y la eliminación de aguas

IWMI-Pakistan



Bloqueo en el Canal 4 realizado por los productores

residuales. La agricultura urbana puede desempeñar un papel importante en la solución de estos problemas. Los alimentos son producidos y están disponibles en la ciudad misma, se puede mejorar la calidad del medio ambiente, y la agricultura urbana brinda oportunidades de empleo para las familias pobres.

Aspectos económicos e institucionales del uso de aguas residuales en Faisalabad, Pakistán

A pesar de estos beneficios, las políticas de apoyo al desarrollo de la agricultura urbana son todavía muy escasas. Los planificadores urbanos suelen excluir a la agricultura de sus consideraciones. La agricultura es "por definición" algo que no se practica en las ciudades, y muchas veces es considerada como "poco importante desde el punto de vista económico" o como un "fenómeno pasajero" (Drescher et al., 2000). Un fac-

tor clave que perpetúa los sesgos contra la agricultura urbana es el concepto colonial de la ciudad que sigue arraigado en las mentes de las personas encargadas de la toma de decisiones, generando una limitada disponibilidad o un acceso restringido a las tierras y a los recursos hídricos. En consecuencia, los agricultores urbanos tienen que buscar fuentes alternativas de agua y tierras. La falta de disponibilidad de agua de canal y de agua subterránea salobre empujan aún más a los agricultores a usar aguas residuales no tratadas para la producción de alimentos y forraje para sobrevivir.

ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en Faisalabad, la tercera ciudad más populosa de Pakistán, que alberga a cerca de dos millones de habitantes dentro de sus límites municipales. A pesar de su gran tamaño (casi 122 km²), la ciudad conserva su carácter pueblerino con muchos núcleos de tierras agrícolas dentro de los límites municipales y criaderos de animales en la mayoría de las colonias residenciales (aunque ya no se permiten reses ni búfalos dentro de los límites urbanos: Agencia de Agua y Saneamiento, 1993). Las partes viejas de la ciudad se han desarrollado con el concepto de zonas residenciales y comerciales combinadas.

Las aguas residuales son usadas debido a la mala calidad del agua subterránea

Final del canal Satiana Road



IWMI-Pakistan

Nazim Ali, IWMI-Pakistan
✉ n_ali@brain.com.pk

Las áreas verdes pueden dividirse en 3 categorías: agrícola, recreativa e institucional (ver Gráfico 1). Las zonas recreativas incluyen parques, cinturones verdes y estadios, mientras que las granjas experimentales y los campos de escuelas superiores, universidades e institutos de investigación son ejemplos de áreas verdes institucionales. Las tierras agrícolas se sitúan hacia la periferia de la ciudad, y con mucha frecuencia son áreas que esperan el desarrollo de programas habitacionales.

Las personas pueden usar esta tierra para la agricultura, pero la falta de acceso a agua de riego, la falta de conciencia y el carácter temporal de los lotes restringen su uso para fines agrícolas. No existe en la ciudad ninguna zona planificada de tierras destinadas a la producción de alimentos. Todas las zonas institucionales, las zonas recreativas y la mayor parte de las zonas agrícolas reciben agua del canal. Las zonas agrícolas no reciben agua del canal o reciben muy poca, y entonces los agricultores usan aguas residuales para regarlas.

El flujo estimado de aguas residuales de Faisalabad es de 25.55 m³/s. Las aguas residuales no tratadas del este de la ciudad se descargan en el drenaje Maduana y tanto las aguas servidas tratadas como las no tratadas se descargan en el Paharang en la zona occidental. Estos drenajes descargan su contenido en dos ríos (el Ravi y el Chenab, respectivamente). Las aguas residuales son conducidas a los drenajes por cinco canales. Desde el punto de vista de la irrigación, los canales 3 y 4 son los más importantes, porque las tierras agrícolas tienen un acceso directo a ellos. El canal 3 lleva básicamente aguas servidas domésticas y el canal 4 aguas residuales que en su mayoría son de origen industrial.

Los principales productos cultivados dentro de los límites municipales son el trigo, el forraje y diversos vegetales. El trigo es consumido por los agricultores como un alimento básico, y poco queda de excedente para

vender. Los vegetales se ofrecen a la venta a la población urbana en el mercado, y el forraje es producido para alimentar a los animales mantenidos en las zonas urbanas para fines de transporte. Existen unos 20.000 asnos, 1.000 caballos y mulas y 300 toros que se usan en el negocio del transporte.

ENCUESTA

En una encuesta realizada dentro de los límites municipales de la ciudad de Faisalabad, se recogieron datos de fuentes primarias y secundarias. Se hicieron mapas que muestran los caminos y pueblos en la periferia de la ciudad de Faisalabad, la ubicación de las áreas regadas con aguas residuales y la red de alcantarillado, los canales abiertos (que transportan lodo) y la ubicación de las plantas de eliminación dentro de los límites municipales de Faisalabad. Además, se recogieron datos sobre las áreas cultivadas de los pueblos ubicados en las fronteras municipales, sobre la generación de aguas residuales, la calidad de las aguas residuales en diferentes puntos, etc. Varias visitas a la zona irrigada con aguas residuales también ayudaron a desarrollar una idea sobre la condición actual y las prácticas de riego con aguas residuales y sobre los productos cultivados con ellas. Se realizaron entrevistas semiestructuradas con los siguientes grupos: agricultores (cinco agricultores de cada sitio donde se usa aguas residuales); "Numberdares (1)" (jefes de 4 villorrios que reciben aguas residuales); el Subjefe de División del Departamento de Irrigación y Energía (IPD), que

ABREVIATURAS

NEQ	Norma Nacional de Calidad Ambiental
Rs	Rupias (la moneda pakistani)
FDA	Autoridad de Desarrollo de Faisalabad
WASA	Agencia de Agua y Saneamiento
TMA	Administración Municipal de Tehsil (Antes Corporación Municipal)
IPD	Departamento de Riego y Energía

supervisa el cruce del canal por la ciudad; el Director de Planificación Urbana de la Autoridad de Desarrollo de Faisalabad (FDA); y el Director de Planificación y Desarrollo, que es el asesor legal de la Agencia de Agua y Saneamiento -WASA.

RESULTADOS

La falta de disponibilidad y de confiabilidad del agua del canal, y la mala calidad del agua subterránea son las principales razones para usar aguas residuales. Los terrenos agrícolas que usan aguas residuales están localizados en la ciudad. Los canales que llevan el agua del canal hacia estos sitios muchas veces se taponan con basura generada por la ciudad. En las zonas donde los campos agrícolas están más elevados que el curso de agua, el agua apenas llega a la tierra. Así mismo, la mayor parte de los sitios agrícolas están ubicados en los extremos del sistema de riego, por lo que el agua siempre es escasa en esos sitios.

El agua subterránea en Faisalabad generalmente tiene un alto contenido de sólidos disueltos totales (SDT), que va desde 350 mg/l cerca del canal de riego (debido a las filtraciones) a 2.700 mg/l en fuentes más profundas (Agencia de Agua y Saneamiento, 1993). En la mayoría de los sitios agrícolas, el agua subterránea es muy poco adecuada para el riego. Por lo tanto, los agricultores buscan fuentes de riego alternativas. Otra razón importante para que los agricultores usen aguas residuales es que su valor en nutrientes ayuda a ahorrar en costos de fertilizantes. Los agricultores no reconocen los potenciales impactos nocivos de las aguas residuales sobre la salud, por lo que no dudan en usar aguas residuales para cultivar vegetales o forraje. Los agricultores mencionaron que querían seguir usando aguas residuales para la producción de sus cultivos. Sin embargo, el principal problema es que los químicos y los desechos industriales peligrosos muchas veces están mezclados con las aguas residuales domésticas, y esto afecta al crecimiento de los cultivos. En segundo lugar, la falta de un marco legal y de una infraestructura adecuados impide tener una visión clara de las responsabilidades y privilegios de los agricultores.

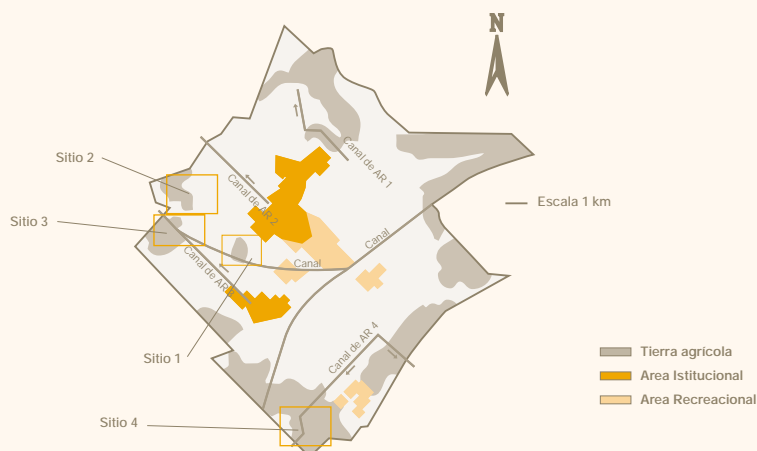


Gráfico 1: Patrón de uso de tierras en la ciudad de Faisalabad, Punjab, Pakistán

Otros problemas fueron más específicos a cada sitio y se describen a continuación.

Sitio 1

Esta zona recibe aguas residuales de los sumideros de las calles. No hay datos disponibles acerca de la calidad de esta agua. Casi toda el agua es usada para irrigación. Los agricultores consideran que ésta es una buena fuente de agua para riego, pero durante la estación lluviosa hay problemas con el drenaje. Este sitio está ubicado en el centro de una zona poblada y los productos alimenticios de estas granjas son susceptibles de ser robados. Desde el punto de vista de la WASA, los residentes del área no arrojan sus aguas residuales en las alcantarillas (pues se la pueden vender a agricultores en otro lugar), así que WASA no solo deja de cobrar la planilla del alcantarillado sino que la descarga de aguas residuales en los canales de la WASA disminuye. En este sitio, unas 20 hectáreas de tierras están siendo cultivadas, siendo los principales cultivos el forraje y los vegetales. En invierno toda la tierra se dedica a producir vegetales, pero en verano se producen los dos cultivos: forraje y vegetales.

Sitio 2

En este sitio, los agricultores reciben muy poca agua del canal, y como resultado dependen de las aguas residuales, que son en su mayoría de origen doméstico y tienen un pH de cerca de 7 y una DBO de 300 a 350 mg/l. Esta zona se ubica cerca del límite urbano y es menos desarrollada. Los agricultores compran el derecho a bombear aguas residuales de la tubería principal del alcantarillado (registros). Los agricultores tienen el control total sobre las aguas residuales porque pueden bombear agua según sus necesidades. Sin embargo, la

tarifa del costo de bombeo de agua pagado a la WASA aumenta efectivamente el costo de la irrigación. Los agricultores pagan unos Rs 8.000 (US\$ 140) (2) por el derecho al agua y gastan unos Rs 30.000 (US \$ 526) en combustible. Los agricultores que no poseen una bomba tienen que comprar el agua a una tarifa de Rs 240 para regar todos sus cultivos por vez y por acre (10.4 US \$ por ha). Este costo es muy alto comparado con el agua del canal, que fluctúa entre Rs 60 (para el trigo) a Rs 177 (para la caña de azúcar) por acre para todos los eventos de irrigación. Debido a la actual expansión de los caminos, los registros se han vuelto inaccesibles y por lo tanto los agricultores deben aca-

Los productores no quieren pagar mucho por las aguas "residuales"

rrrear el agua desde las piscinas de estabilización, lo que cuesta unos Rs 2.500 (US \$ 44) por hora por semana durante un año.

Sitio 3

El sitio 3 recibe aguas residuales del canal 3, que acarrea básicamente aguas residuales domésticas, aunque también se mezcla una cierta cantidad de efluentes industriales, que de vez en cuando contribuyen al 5% del flujo total. Las aguas residuales de este canal tienen una DBO promedio

de 480 mg/l. WASA subasta el derecho a usar las aguas residuales de este canal. El mejor postor es responsable de la venta al por menor y la distribución de las aguas residuales de este canal. Aquí, tanto los agricultores como el ganador de la subasta se enfrentan a un problema. Los agricultores opinan que las aguas residuales no deben ser vendidas porque son "basura". El ganador de la subasta exige precios más altos que los que se paga por el agua del canal y, por ende, los agricultores creen que está obteniendo mejores precios, debido al monopolio que tiene sobre el agua. La falta de una infraestructura adecuada para el transporte de las aguas residuales agrava el problema, ya que los agricultores ubicados cerca del canal de aguas residuales no facilitan el acceso a éste a los otros agricultores. Esta falta de cooperación entre agricultores genera un uso limitado de las aguas residuales del canal 3, lo que hace que el ganador de la subasta no pueda cubrir sus costos, y que al final de cuentas se vaya a la quiebra.

Sitio 4

Este sitio no recibe agua del canal debido a su posición topográfica. Primero, las tierras cerca de la cabecera del río son más bajas. En segundo lugar, la escasez generalizada y las frecuentes roturas permiten que apenas muy poca agua llegue a este sitio. Las aguas subterráneas son sumamente salobres y no aptas para la irrigación, así que los agricultores tienen que depender completamente del uso de aguas residuales, que es bombeada o desviada rompiendo la pared lateral del canal 4. Debido a la presencia de industrias a lo largo de este canal, sus aguas residuales son básicamente de origen industrial. La calidad del agua de este canal por lo tanto limita a los agricultores a cultivar únicamente plantas que toleren su contenido tóxico, como el trigo y el forraje.



IWMI-Pakistan

Las aguas residuales del Canal 4 empiezan a ser bombeadas hacia el exterior, Faisalabad

Nadie aquí puede cultivar vegetales, porque la irrigación con esta agua puede quemar los cultivos. En el caso del trigo y el forraje, esta agua además no es usada en la etapa de ahijamiento, pues las plantas en ese momento son demasiado tiernas y susceptibles a los elementos tóxicos. La falta de otras fuentes de irrigación y el uso de aguas residuales industriales tiene un impacto negativo sobre los medios de subsistencia de estos agricultores. Los agricultores cultivan forraje para alimentar a su ganado y trigo para el consumo doméstico. Sus necesidades diarias las financian con la venta de leche.

DISCUSIÓN

Pakistán carece de leyes que permitan manejar efectivamente los recursos ambientales y controlar el problema de la contaminación. El primer gran esfuerzo legislativo fue la ordenanza de protección ambiental de 1983, pero ésta aún no ha sido implementada (Agencia de Agua y Saneamiento, 1993). Otra ley fue aprobada el 3 de septiembre de 1997 por la Asamblea Nacional, pero no cuenta con los detalles procesales y la descripción de los mecanismos reglamentarios. Esta ley declara que: *"...ninguna persona descargará o emitirá o permitirá la descarga o emisión de ningún efluente o desecho o contaminante del aire o sonoro en una cantidad, concentración o nivel que exceda las Normas Nacionales de Calidad Ambiental...."*

No hay ninguna disposición sobre el uso de aguas residuales tratadas o semitratadas para fines agrícolas. Según las Normas para los Efluentes Municipales e Industriales Líquidos, la DQO y DBO de las aguas residuales no debe exceder de 150 mg/l y 80 mg/l respectivamente (Gobierno de Pakistán, 1993). Pero WASA no tiene suficientes recursos para hacer pruebas y aplicar tratamientos a todas las aguas residuales, así que tiene que descargarlas en los canales de agua superficial sin tratamiento. El suministro de aguas residuales por parte de la WASA para ser usadas en la agricultura es de hecho una violación de los reglamentos ambientales existentes. WASA no tiene el apoyo legal para el desarrollo de infraestructura

para la distribución de aguas residuales no tratadas para su uso en la agricultura. La venta de aguas residuales para la agricultura se hace en ocasiones específicas, teniendo en cuenta la urgente necesidad de los agricultores que se enfrentan a una aguda escasez de agua del canal y que están dispuestos a enfrentar los riesgos para la salud asociados con el uso de aguas residuales.

WASA recupera una parte del costo de la recolección y eliminación de aguas residuales vendiendo esta agua a agricultores en ciertas ocasiones específicas, pero debido a la falta de estatutos y de un marco legal, la asignación, distribución y la fijación de precios se hacen sobre la base de la demanda de agua por parte del agricultor, y las tarifas terminan siendo mucho más altas que las del agua del canal. Debido a los precios más altos, los agricultores tratan de "robar" agua de los canales abiertos o de las canalizaciones que llevan el cieno. Cuando se producen conflictos entre agricultores, unos tratan de conseguir una orden de la corte para detener el uso ilegal de aguas residuales para la agricultura, basados en las NEQs (Normas Nacionales de Calidad Ambiental), para tratar de perjudicar los intereses de los otros. Así, los agricultores y los ganadores de las subastas no invierten en el desarrollo del sistema de distribución de aguas residuales debido a esta situación.

La mala calidad de las aguas residuales prohíbe a los planificadores urbanos usarla en los cinturones verdes y los parques. Ellos piensan que esta práctica reducirá en primer lugar el valor de los parques y sitios de esparcimiento como lugar de distracción, y en segundo lugar, que va a exponer a la población urbana a riesgos sanitarios. Por lo tanto, en los parques y cinturones verdes se usa el agua del canal, o se los deja vacíos sin plantar nada.

Es necesario definir un adecuado marco de política para el uso de aguas residuales para la agricultura urbana en una forma que sea productiva e inocua. Sugerimos que la WASA considere los siguientes tres aspectos:

- i) estatutos para el uso, fijación de precios y distribución de aguas residuales;
- ii) desarrollo de infraestructura para acarrear el agua hasta la puerta de las granjas; y
- iii) cobro de tarifas de aguas residuales usadas para la agricultura, para detener la posición monopólica de algunos agricultores con respecto a este recurso.

NOTAS

- (1) Generalmente la gente los llama Numberdares, pero en los documentos oficiales se usa el término "Lamberdar". Los Numberdares son responsables de cobrar las planillas del Departamento de Riego y Energía (IPD). El Numberdar no es un empleado regular del departamento y recibe cerca de un 6% de lo que cobra como salario. Socialmente, el Numberdar es considerado como el jefe de la aldea. Este trabajo se transfiere de padres a hijos cuando muere el padre.
- (2) 1 US\$ = 57 rupias de Pakistán

REFERENCIAS

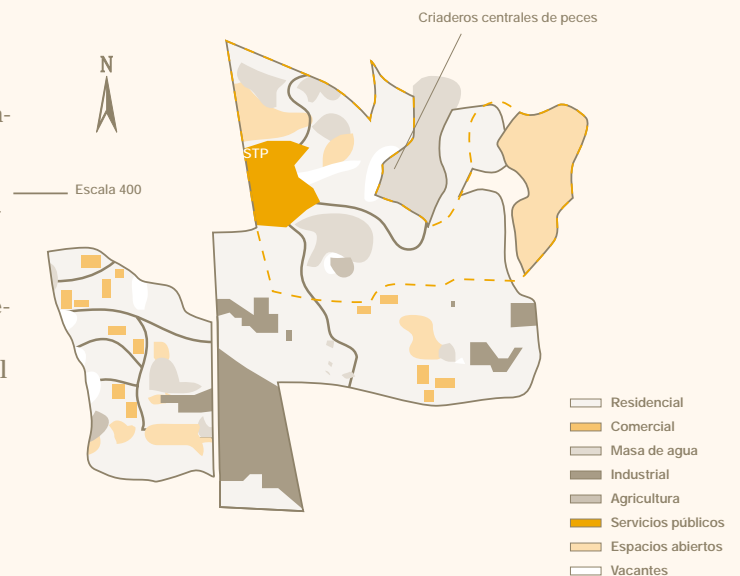
- Drescher, A.W., R. Nugent y H. de Zeeuw. 2000. Informe final sobre agricultura urbana y periurbana en la agenda de política. Conferencia electrónica conjunta FAO/ETC, 21 de agosto – 20 de septiembre de 2000.
- Agencia de Agua y Saneamiento. 1993, Plan Maestro de Infraestructura Ambiental de Faisalabad, Agencia de Desarrollo de Faisalabad, Faisalabad, Pakistán.
- Gobierno de Pakistán. 1993. División de Medio Ambiente y Asuntos Urbanos, Agencia de Protección Ambiental de Pakistán, Islamabad.

Proyecto integrado para la recuperación de recursos

en Calcuta, India

Las ciudades consumen recursos y producen residuos, tanto líquidos como sólidos. La eliminación de estos residuos se está convirtiendo en un problema cada vez más grave. Sin embargo, los residuos deben ser considerados como un recurso para el desarrollo sustentable de las ciudades. La agricultura siempre ha sido un componente intrínseco de las ciudades asiáticas. En muchas de ellas, el compostaje de residuos sólidos clasificados y el reciclaje de los residuos y las aguas residuales solía ser una tradición. Estos métodos convencionales están siendo renovados conforme se va descubriendo que la agricultura urbana brinda empleo, alimentos y nutrición; es un medio para el manejo del suelo y para el mejoramiento del ambiente.

Calcuta (ahora llamada Kolkata) tiene una de las zonas de reciclaje más grandes de la India, con prácticas muy antiguas de producción de peces y vegetales. Un gran número de criaderos de peces alimentados con aguas servidas y residuales se ha desarrollado en los humedales, en piscinas tipo lagunas donde se crían los peces, y donde se usa la luz solar, los jacintos acuáticos y el fitoplancton para limpiar el agua.



Se necesita desarrollar una legislación apropiada

Gráfico. 1: Área del Proyecto Integrado de Recuperación, Bandipur

Las autoridades urbanas están alentando el sistema nativo de acuicultura. Se han implementado tres proyectos en las zonas periurbanas del área Metropolitana de Calcuta con la participación de la población local, los pescadores y los cabildos/gobiernos municipales. El Ecosistema de los Humedales de Base Comunitaria (CBWE) fue introducido por primera vez en 1995 en Titagarh, un pueblo

suburbano industrial en el área metropolitana de Calcuta. El proyecto de Titagarh es presentado aquí y ahora se lo conoce como el Proyecto Integrado de Recuperación de Recursos. Ha sido oficialmente reconocido por la Autoridad Metropolitana de Desarrollo de Calcuta, y ha generado un amplio interés entre las entidades urbanas locales y los cabildos.

EL ÁREA DEL PROYECTO
Calcuta produce un tercio de su demanda de peces en lagunas alimentadas con aguas servidas y residuales, y una parte similar de su demanda de vegetales usando compost natural y aguas residuales recicladas.

El área de estudio está ubicada en la ribera oriental del río Hoogly (un tributario del Ganges), 22 km al norte de

Sumita Gupta: Centro del Ambiente
Construido, Calcuta, India;
rahul.gupta@boci.co.in

Calcuta dentro del área metropolitana, con una población estimada de 344.700 personas en 2001. La mayoría son obreros industriales y pertenecen al grupo económico más débil. El área de estudio incluye la población de Titagarh, que es básicamente un pueblo industrial, y la unidad de tierras rurales de Bandipur (mouza). (Ver el mapa del área del proyecto en el Gráfico 1)

EL SISTEMA

Titagarh tiene una vieja planta de tratamiento de aguas residuales (STP) con una capacidad para tratar 9.08 millones de litros de aguas residuales por día (mld). Cuando se llegó a la conclusión de que esta planta era inadecuada, se propuso desarrollar un nuevo sistema con un tanque de estabilización con una capacidad de 14.10 mld, para subir la capacidad total a 23.18 mld. Este nuevo sistema de tanque de estabilización (STS) fue construido en Bandipur, a 2 km de distancia de Titagarh. El sistema de Bandipur, que incluye el tratamiento de aguas residuales y su reutilización en la acuicultura, se denomina Sistema Efi-

ciente y Económico de Tanque de Estabilización. El sistema es usado para tratar aguas residuales crudas descargadas por los habitantes de Titagarh y parte de la municipalidad de Barrackpore, principalmente de origen comercial y doméstico. El costo del STS de Bandipur es mucho más barato que el de Titagarh, porque éste último consume energía eléctrica y mecánica muy costosa, mientras que el STS de Bandipur se basa en un proceso natural.

La planta de tratamiento de barro activado (ASTP) de Titagarh

Una caja separadora ubicada antes de la bocatoma del tanque primario de asentamiento permite llevar directamente 4.54 mld de aguas residuales a la piscina de oxidación, mientras que los restantes 4.5 mld de aguas residuales son tratados en la planta de tratamiento de lodo activado. Aquí, las aguas residuales entran primero en un tanque de sedimentación primaria, después de lo cual el efluente es enviado a tres tanques de aireación de igual capacidad para su aireación mecánica. Después de este proceso de aireación

mecánica, el efluente es enviado a tres tanques de asentamiento secundarios. El retorno del efluente desde los tanques de asentamiento secundarios a los tanques de aireación es tal, que el 50% del flujo de aguas residuales regresa al tanque de aireación. Desde los tanques de asentamiento, el efluente final es llevado al tanque de aguas lluvias, desde donde una parte regresa al río, y el resto es llevado a lo largo de dos canales hacia las tierras de cultivo cercanas. Un área de 23.8 hectáreas de tierras es irrigada con efluente tratado en el STP, y 5.35 hectáreas son irrigadas con aguas residuales no tratadas tomadas del canal usando una bomba centrífuga portátil.

El sistema eficiente y económico de tanques de estabilización de Bandipur

El proceso de Bandipur - tratamiento de aguas residuales y acuicultura - es conocido como el "sistema eficiente y económico de tanques de estabilización". Es un proyecto basado en diez años de experiencia con los criaderos de peces alimentados con aguas residuales del este de Calcuta. El sistema, que fue puesto en mar-

Recuadro 1: Metodología usada en el área del Proyecto de Titagarh STP

Propiedades de los residuos: un análisis de muestras tomadas en las aguas residuales sometidas a tratamiento primario en el STP de Titagarh y luego usadas en los campos y las piscinas acuícolas reveló los siguientes valores paramétricos: pH: 7.5 - 8; alcalinidad total: 300 - 400 ppm; CO₂: 30 - 50 ppm; P₂O₅: 8 - 12 ppm y ODC: 150 - 200 ppm. El barro digerido tenía: pH: 7.5 - 8; Carbono orgánico: 3 - 4.2 mg por 100g; Nitrógeno: 85 - 98 mg por 100g; y Fósforo: 15 - 209 mg por 100g de suelo.

Preparación del lecho del suelo. El suelo es preparado manualmente con palas y rastrillos durante el mes de julio. El compost (a base de residuos) es esparcido sobre la tierra y mezclado con el suelo, subiendo el nivel de la tierra unos 5 a 10 cm, y eliminando los elementos no biodegradables. También se aplica un fertilizante inorgánico para acelerar el proceso de descomposición. El término "Ulti Koop" significa voltear la capa de suelo (15-20 cm) con la pala. El tamaño de las parcelas y los sistemas de drenaje dependen del cultivo, la estación y el método. Después de tres meses, se añade compost por segunda vez.

Aplicación de barros, efluentes y compost. El efluente de la planta de tratamiento es llevado directamente a los campos a través de tuberías de concreto de 600 mm de diámetro. El barro, ya sea de la planta de tratamiento o de las piscinas de oxidación, es renovado periódicamente, luego secado y aplicado por los agricultores bajo la forma de estiércol orgánico. La basura es comprada por los agricultores, quienes la separan y la usan para hacer compost.

Fuente: Empresa Metropolitana de Desarrollo de Calcuta (Kolkata), 2001

cha en 1995, incluye una serie de piscinas aerobias, facultativas y de maduración. Para el flujo del diseño se consideraron 14 mld de aguas residuales crudas (DBO de 200 mg/L y coliformes fecales de 1×10^7 por 100 ml). Los tiempos de retención previstos en el flujo de diseño son 1,5 y 4 días respectivamente para las piscinas aerobias, facultativas y de maduración. Los tanques de estabilización son diseñados para producir un efluente apto para ser reutilizado en la acuicultura, con una cantidad de coliformes fecales por debajo de 104 por 100 ml.

La cría de peces se practica actualmente tanto en las piscinas facultativas como en las de maduración. Se trata esencialmente de una medida temporal, puesto que el flujo de aguas residuales representa actualmente un tercio del flujo para el que fue diseñado el sistema. Este método no es solamente barato sino que requiere de una menor superficie de tierras, puesto que la piscina de maduración es usada para la producción de peces. Las piscinas son simples y baratas de construir. El método no requiere de una operación calificada y es fácil mantenerla. Las piscinas, adecuadamente diseñadas, tienen un funcionamiento consistentemente bueno. El método es adecuado en cualquier parte donde la tierra sea barata y fácil de conseguir.

La elevada productividad de estas piscinas de peces alimentados con aguas residuales se debe al alto contenido de nutrientes en las aguas residuales, mientras que su elevada alcalinidad estimula la producción de fitoplancton, un producto primario en la cadena alimenticia de los peces. También genera una abundante cantidad de oxígeno fotosintético algal. Se han registrado producciones de peces de aproximadamente 7 toneladas por hectárea por año. Los tanques de estabilización de Bandipur son alquilados a un productor de peces local que paga normalmente Rs 50.000 (1.250 Euros en 2001) por año al panchayat local y aproximadamente 2.750 Euros por año a la Empresa de Agua Potable y Sanea-

miento de Calcuta Metropolitana (CMW&SA), una entidad de la Dirección Metropolitana de Desarrollo. Esta empresa acuícola da empleo a 50 personas y produce proteína animal de alta calidad para el grupo de beneficiarios locales de bajos ingresos.

El complejo integrado de Bandipur y Titagarh ha sido alquilado a 110 granjeros. Allí se cultivan entre 30 y 32 tipos diferentes de vegetales (exóticos y nativos), dependiendo de la estación y de las condiciones climáticas. Algunos de los vegetales más rentables son la espinaca, la cebolla china, la cebolla, el cilantro, la coliflor, los frijoles, la lechuga, etc. Se estima que la cantidad producida cada año por los granjeros asciende a 3.060 toneladas de vegetales. Aproximadamente 800 personas trabajan en estos cultivos. En Titagarh y Bandipur, los residuos sólidos y líquidos son en su mayoría de tipo comercial y doméstico. Los residuos sólidos y líquidos industriales deben ser tratados aparte de los residuos domésticos, de lo contrario, pueden contaminar los valiosos recursos de las aguas residuales.

CONCLUSIÓN

La experiencia y las técnicas mencionadas en este estudio podrían servir de ejemplo para otras municipalidades. Con el creciente desempleo en el sector industrial y el crecimiento del sector informal, los pobres urbanos y las familias de bajos recursos se están orientando cada vez más hacia la agricultura urbana para sobrevivir. La agricultura urbana debe recibir más atención por su potencial para apoyar un medio ambiente urbano sustentable que genere empleo y reduzca la inversión (municipal) en el manejo de los residuos.

El hecho de que la Dirección Metropolitana de Desarrollo haya incluido al reciclaje de aguas residuales en su programa de desarrollo urbano es muy significativo, pero todavía falta por desarrollar una legislación adecuada. Además, el uso de aguas residuales para la agricultura urbana no exime a los planificadores y a los en-

cargados de adoptar políticas de su responsabilidad de mejorar aún más la calidad de vida de los pobres urbanos. La riqueza social requiere de una sinergia y coordinación entre la innovación arraigada en lo local y la orientación venida desde el gobierno central.

REFERENCIAS

- Edwards, Peter. 1992. Reuse of Human Waste in Aquaculture. PNUD -Banco Mundial, Washington DC.
- Ghosh, Santosh. 2002. Wastewater Recycling in Urban Aquaculture. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Irrigación y Drenaje, julio 2002 Montreal, Canadá.
- Gupta, Sumita. 1995. Land-use planning for urban agriculture. Trabajo presentado en el Taller Internacional sobre Agricultura Urbana y Desarrollo Sustentable, diciembre 1995, Centro para el Medio Ambiente Construido, Calcuta.
- Dirección Metropolitana de Desarrollo de Calcuta (Kolkata). 2001. Proyecto Integrado de Recuperación de Recursos. Titagarh, área de Bandipur, India.
- Rai, S.P., A.K. Roy, et al. 1997. Recycling of wastewater in integrating aqua-agri-horti farming. Trabajo presentado en el Taller Internacional sobre Agricultura Urbana y Desarrollo Sustentable, diciembre 1997, Centro para el Medio Ambiente Construido, Calcuta.

Producción
de vegetales
con aguas
residuales

A. Bradford



Selección de cultivos y riego con aguas residuales

Hubli-Dharwad, India

La ciudad gemela de Hubli-Dharwad genera aproximadamente 60 millones de litros de aguas residuales por día (Hunshal, et al., 1997), que son descargados sin tratamiento desde las alcantarillas abiertas de la ciudad (nallahs de aguas servidas) en los cursos naturales que fluyen hacia los campos. Junto con los nallahs de aguas servidas principales, se destacan tres sistemas de cultivo diferentes: producción de vegetales (ver Bradford, et al., 2002); cultivos de campo conjuntamente con vegetales; y agroforestación.

Este artículo enfoca este último sistema puesto que, de los tres, la agroforestación es la que tiene el mayor potencial para reducir los altos riesgos que están asociados al riego con aguas residuales. Adicionalmente, las implicaciones relativas al género serán tratadas brevemente, así como también el tema de la producción de forraje con la utilización de aguas residuales.

La variación espacial de los sistemas de cultivo es el resultado de una combinación de factores, entre los que están incluidos la disponibilidad de mano de obra, el tamaño de la parcela, el acceso a los mercados, la aceptación de la población (1) y los tipos de suelo, y contempla un aspecto determinante que es el de la disponibilidad misma de las aguas residuales. En la ciudad y en los

suburbios, donde el suministro de las aguas residuales está garantizado, se lleva a cabo una producción intensiva de vegetales. En aquellos sitios donde el suministro es errático y poco confiable, predominan los cultivos propios del campo y la agroforestación. En los cultivos de campo, tales como el algodón y el trigo, el riego con aguas residuales es utilizado simplemente para adelantar la temporada de cultivo en los campos. Esto trae ventajas adicionales si lo comparamos con la agricultura que depende de las aguas de lluvia, ya que para las cosechas adelantadas se consigue un mejor precio en el mercado, puesto que una vez que el mercado está inundado de productos derivados de la agricultura con aguas lluvias los precios caen.

SISTEMAS DE AGROFORESTACIÓN

En la India, desde hace mucho tiempo, la agroforestación que utiliza aguas residuales para el riego ha sido reconocida como una estrategia para la eliminación de las aguas residuales urbanas, así como para rehabilitar

y reverdecer las tierras baldías (ver Das y Kaul, 1992). En las poblaciones periurbanas de Budarsingi y Katnur, junto a la principal nallah de Hubli, todos los agricultores localizados a lo largo de la nallah se hallan involucrados en alguna práctica de agroforestación, que implica el riego con aguas residuales. En otras zonas, solo se puede observar una esporádica siembra de árboles, en los límites de las propiedades y, ocasionalmente, se puede ver alguna práctica agroforestal. Los beneficios de la agroforestación incluyen una reducción de los requerimientos de riego y, por consiguiente, una menor exposición de los agricultores a las aguas residuales. Durante la estación seca, los cultivos de vegetales se riegan cada dos días, mientras que en las plantaciones de árboles se lo hace cada diez días. Más aún, los agricultores que adoptaron los sistemas de agroforestación han reportado, como resultado de lo producido, un aumento sustancial de sus ingresos.

PRÁCTICAS DE AGROFORESTACIÓN CON UTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

En Budarsingi y en Katnur, en las principales prácticas de agroforestación que utilizan aguas residuales predominan las relacionadas con los árboles, como los sistemas orquidearios y la agrosilvicultura, que consiste en una combinación de cultivos perennes mezclados en el espacio (Young, 1997). Las dos especies más importantes de árboles son el sapote (*Achras zapota*) y la guayaba (*Psidium guajava*); otras especies comunes son la palma de coco (*Cocos nucifera*), el mango (*Mangifera indica*), la nuez de betel (*Areca catechu*) y la teca (*Tectona grandis*). Entre los árboles que se encuentran a lo largo de los linderos que delimitan las propiedades están el neem (*Azadirachta indica*), el tamarindo (*Tamarindus indica*), la palma de coco y la teca. Otras especies menos comunes son el

Andrew Bradford: *Centro de Investigaciones en Áreas en
Desarrollo, Universidad de Londres, RU;*

✉ *A.M.Bradford@rhul.ac.uk*

Robert Brook: *Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales,
Universidad de Gales, Bangor, RU*

C.S. Hunshal: *Universidad de Ciencias Agrícolas, Dharwad, India*

banano (*Musa paradisiaca*), el anón (*Annona reticulata*), la hoja de curry (*Murraya koenigii*), la granada (*Punica granatum*), el limón (*Citrus limon*), la galimara (*Casuarina equisetifolia*) y la mora (*Morus indica*).

Se siembran sistemas de orquídeas predominantemente arborícolas a manera de un solo cultivo en árboles de sapote o de guayaba o una combinación de estos dos, con una distancia de 6-7 metros entre cada árbol. Junto a las orquídeas muchos agricultores siembran pequeñas parcelas de vegetales, que también se riegan con aguas residuales. Los



Productor innovador frente a una plantación de teca, zapote y guayaba, regada con aguas residuales.

A. Bradford

agricultores que tienen parcelas más grandes también siembran otros cultivos de campo adicionales, adoptando patrones de cultivo similares a aquellos sistemas de cultivo de campo que se encuentran al recorrer la ciudad de Dharwad. Los sistemas de agrosilvicultura constan de hileras con una combinación de árboles de sapote y guayaba. A lo largo de cada hilera se siembran los árboles con un intervalo de 6 a 7 metros entre cada uno, y cada hilera está separada de la siguiente con un espacio aproximado de 9 metros. El espacio de tierra que queda entre estas hileras se usa para sembrar cultivos de campo. Algunos ejemplos de los cultivos de campo son el maní en la estación seca, y el sorgo durante el "kharif". Se vio muchas adaptaciones de estos sistemas de agrosilvicultura. Algunos ejemplos incluyen la siembra de una hilera de teca entre dos hileras de sapote y guayaba, y el cultivo de vegetales entre las hileras de árboles en vez de cultivos de campo. Otras prácticas que fueron observadas incluyeron un campo de mora

para la producción de seda, irrigado con aguas residuales, en medio de una plantación de árboles de sapote y guayaba, muy espaciados y sembrados entre las plantas de mora, y sembríos de palma de coco irrigados con aguas residuales, entre los cuales se intercalan árboles de nuez de betel. Se encontró también dos plantaciones de banano irrigadas con aguas residuales.

OBSTÁCULOS PARA LA AGRICULTURA

Los agricultores de Budarsingy y Katnur identificaron el vigoroso crecimiento de la mala hierba como el principal obstáculo para la agroforestación. Aun cuando las plagas y las enfermedades de la fruta fueron evidentes, su poca incidencia ha determinado que los agricultores no tomen medidas de control, como la aplicación de plaguicidas y, por tanto, dichos plaguicidas no han sido utilizados en las plantaciones agroforestales. Se identificó al crecimiento de la mala hierba como muy problemática, particularmente de la *Parthenium hysterophorus*. Los agricultores atribuyen su propagación a las semillas que son llevadas por las aguas residuales y que luego son bombeadas sobre los campos. Los agricultores reportaron que, aunque se ha utilizado la presencia del escarabajo *Zygomma* (un agente biológico introducido para el control de plagas), éstos no son capaces de multiplicarse lo suficientemente rápido como para controlar el creciente problema causado por el crecimiento de mala hierba. En consecuencia, la principal medida de control consistía en la remoción a mano de la mala hierba y, por tanto, la mayoría de los agricultores se encontraron con una escasez de mano de obra. Otros problemas para los cultivos que fueron reportados por los agricultores incluyeron la temprana caída de los frutos y el ablandamiento de éstos cuando todavía estaban en crecimiento; los agricultores identificaron a las aguas residuales como el causante de estos dos problemas. Con certeza se reportó un problema similar en las manzanas para cuyo riego se utilizaban aguas residuales y que resultaron en "efectos perjudiciales en la calidad de la fruta, disminuyendo la firmeza de la carne e incrementando la incidencia de "corazón pardo" (Meheriuk y Neilsen, 1991: 1269).

IMPLICACIONES DE GÉNERO EN EL RIEGO CON AGUAS RESIDUALES

El alto contenido de nutrientes en las aguas residuales aumenta de forma muy significativa el crecimiento de la mala hierba; los agricultores también atribuyen esto a las semillas que son transportadas por las aguas residuales y que luego son bombeadas sobre los campos. En consecuencia, y debido a que el principal método de control de la mala hierba es la labranza a mano, el desyerbe representa el costo más alto de todos los aportes de mano de obra asociados a los sistemas de cultivo que se irrigan con aguas residuales. Los miembros de la familia contribuyen a cubrir las necesidades de mano de obra y dentro de cada hogar son las mujeres quienes normalmente llevan a cabo estas tareas; igualmente, cuando se contratan trabajadores es más probable que éstos sean mujeres, debido al menor costo de su mano de obra. Los datos de los censos confirman una mayor proporción de mujeres comprometidas en labores de agricultura urbana. Budds y Allen (1999) reportaron que la población masculina aprovechaba principalmente las oportunidades de trabajo no agrícola, puesto que los salarios son más altos que los del sector agrícola (por ejemplo, los trabajadores de la construcción ganan 70 rupias por día, mientras que los que laboran en la agricultura perciben 50 rupias). Al mismo tiempo que las mujeres se perpetúan en su posición como el grupo social más pobre, su exposición a los peligros por el uso de aguas residuales – patógenos, sustancias tóxicas y residuos de plaguicidas que contienen fosfatos orgánicos – se ve incrementada debido a que trabajan en los campos a tiempo completo. Peor aún, una vez que terminan su día de trabajo en el campo, las mujeres regresan a sus hogares y desempeñan las tareas domésticas en la noche, que incluyen la preparación de alimentos y la cocina, lo que aumenta el riesgo de transferencia de patógenos a los demás miembros de la familia si no se observan las condiciones de higiene elementales.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Otro sistema más de riego, que utiliza las aguas residuales, se encuentra justo en las afueras de la población de Maradagi, en la nallah de Dharwad. Desde

1995, un pequeño productor de lácteos ha estado irrigando su parcela de un acre donde cultiva la hierba elefante (2) (*Pennisetum purpureum*), utilizando para ello aguas residuales y agua de pozo, de una manera diaria y alternativamente. Esta hierba crece a lo largo de todo el año y se la usa como forraje para alimentar a ocho vacas lecheras y dos bueyes, que mantiene en un cercado vecino. Además se suministra al ganado un suplemento alimenticio derivado del arroz. Con el cambio de alimento seco al forraje constituido por la hierba elefante, el agricultor reporta un aumento de la producción de leche de 3-4 litros por día a 8 litros diarios, una formidable duplicación. Además, el agricultor posee otras 5 ha. que son irrigadas con aguas de lluvias; sin embargo, el agricultor prefiere no utilizar aguas residuales en esta porción de tierra y la deja en barbecho durante la estación seca. La razón para esto es la poca mano de obra disponible y los obstáculos organizacionales; pero, si consideramos que el agricultor tiene más de 70 años, es comprensible que se resista a trabajar de manera intensiva durante todo el año y, de todas formas, el rendimiento sustancialmente mejorado de la producción láctea le ofrece un ingreso regular seguro.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

La principal razón por la cual los agricultores no diversifican y no adoptan sistemas de cultivo más sustentables es el hecho de que asocian al "cambio" con el riesgo, y los agricultores dependen de la agricultura como modo de vida, por lo que buscan mitigar a cualquier costo los posibles riesgos. Aquellos agricultores que han adoptado las prácticas de agroforestación lo han hecho ya sea porque tienen la posibilidad de generar otros ingresos o porque poseen propiedades más extensas. Esto reduce su dependencia en un modo de vida único o en una parcela pequeña. Más aun, los agricultores

que poseen propiedades más grandes están más abiertos a experimentar con la agroforestación en pequeñas áreas y a ampliar estos experimentos a medida que cosechan los beneficios y ganan confianza en estas nuevas prácticas. Se puede ver con claridad que este proceso tiene lugar en Budarsingi y en Katnur, donde los sistemas agroforestales, que se riegan con aguas residuales, se han extendido como resultado directo de las observaciones realizadas por parte de los agricultores, quienes posteriormente han adoptado estas prácticas luego de haber adquirido la confianza de que éstas funcionan; en este caso, el "cambio" no se percibe ya como un riesgo y, por lo tanto, las prácticas de agroforestación se adoptan libremente.

La adopción de sistemas de agroforestación reduce el contacto directo y la exposición del agricultor a los sistemas de alcantarillado, debido al menor requerimiento de agua para regar los cultivos de árboles en comparación con los cultivos de vegetales y de campo. Además, el uso de plaguicidas que contienen fosfatos orgánicos se reduce notablemente, dado que un agroecosistema diverso se vuelve más estable y menos vulnerable a la invasión de plagas. Este proceso podría ser mejorado a través de la extensión de estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) apropiadas que utilizan enfoques participativos, como es el caso de las escuelas de campo para agricultores. Esta manera de empoderar a los agricultores, por medio de la educación y la capacitación, está diseñado para satisfacer las necesidades de los pequeños propietarios y de los agricultores marginados y para incorporar métodos tradicionales de control de plagas. Por tanto, el desarrollo de la microtecnología a nivel de parcela, para reducir los riesgos, es un componente crucial en este proceso. Algunos ejemplos de este proceso son claramente

evidentes en Hubli-Dharwad, donde algunos agricultores innovadores han diversificado su agroecosistema incorporando prácticas de agroforestación.

NOTAS

- 1) El hecho de que la mayor parte de los pequeños agricultores consiguen la información de sus vecinos, amigos y parientes, seguramente contribuirá a la aceptación por parte de la población, la misma que se puede observar en los patrones de cultivo (Dent, 2000).
- 2) La hierba Elefante se utiliza a veces como una alternativa al pasto Vetiver (*Vetiveria zizanioides*), como una barrera vegetal para proteger el suelo y conservar el agua, ya que éste no puede ser utilizado como forraje para los animales (Morgan, 1995).

REFERENCIAS

- Bradford, A. R. Brook y C. Hunshal. 2002. Risk Reduction in Sewage Irrigated Farming Systems in Hubli-Dharwad, India. *Revista de Agricultura Urbana* 6: 40-41.
- Budds, J. y Allen, A. 1999. Peri-Urban Profiles: Hubli-Dharwad, India. Trabajo de Investigación. Unidad de Planificación para el Desarrollo, University School, Londres, RU.
- Das, D.C. y Kaul, R.N. 1992. Greening Wastelands Through Wastewater. National Wastelands Development Board, Ministerio del Ambiente y Bosques, Nueva Delhi, India.
- Dent, D. 2000. Insect Pest Management. Segunda edición. CABI Publishing, Wallingford, RU.
- Hunshal, C.S., S.R. Salakinkop y R.M. Brook. 1997. Sewage irrigated vegetable production systems around Hubli-Dharwad, Karnataka, India. *Kasetsart Journal (Ciencias Naturales)* 32 (5): 1-8.
- Meheriuk, M. y Neilsen, G.H. 1991. Fruit quality of McIntosh apples irrigated with well or municipal wastewater. *Canadian Journal of Plant Science* 71: 1267-1269.
- Morgan, R.P.C. 1995. Soil Erosion and Conservation. Segunda edición. Longman, Harlow, RU.
- Young, A. 1997. Agroforestry for Soil Management. Segunda edición. ICRAF, Nairobi.

En 1999, el IWMI exploró las ventajas y los riesgos derivados del uso de aguas residuales urbanas en los cultivos desarrollados a lo largo del río Guanajuato. En al menos 140 hectáreas de tierra, aguas abajo de la ciudad de Guanajuato (1), los agricultores de dos comunidades (San José de Cervera y Santa Catarina) utilizan aguas residuales no tratadas para el riego. Los beneficios de usar aguas residuales para el riego incluyen la obtención de nutrientes adicionales y el beneficio que representa el tratamiento propiamente dicho (Scott, et al., 2000).

Paula Silva-Ochoa



Vista general de la Planta de Tratamiento en Guanajuato, México

El Impacto de una Planta de Tratamiento en el Riego con Aguas Residuales en México

En 1999, el IWMI exploró las ventajas y los riesgos derivados del uso de aguas residuales urbanas en los cultivos desarrollados a lo largo del río Guanajuato. En al menos 140 hectáreas de tierra, aguas abajo de la ciudad de Guanajuato (1), los agricultores de dos comunidades (San José de Cervera y Santa Catarina) utilizan aguas residuales no tratadas para el riego. Los beneficios de usar aguas residuales para el riego incluyen la obtención de nutrientes adicionales y el beneficio que representa el tratamiento propiamente dicho (Scott, et al., 2000).

a Norma Ambiental mexicana de 1996 NOM-001-ECOL establece la cantidad máxima de contaminantes permitidos en aguas residuales que son descargadas en extensiones de agua públicas o nacionales.

Esta restricción apunta a reducir la evacuación de aguas residuales en el río y a disminuir los impactos negativos en la salud y el medio ambiente a través de una multa de USD\$0,25 por metro cúbico de agua no tratada que exceda los límites permitidos. Sin embargo, la norma lleva también a la disminu-

ción en el valor de los nutrientes y constituye un obstáculo para la irrigación con aguas residuales. De acuerdo con esta norma, la empresa de agua potable de la ciudad de Guanajuato, llamada SIMAPAG (2) construyó y puso en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales con lodos activados, que inició operaciones en junio de 2002.

En este artículo se revisan los beneficios de dicha planta. El propósito es el de dar algunas respuestas preliminares a la pregunta objeto de la investigación: ¿Cómo influye la planta de tratamiento de agua en los beneficios derivados del uso de aguas residuales en la producción de cultivos?

La necesidad de medir estos efectos parece ser esencial para el futuro, puesto que las actuales leyes ambientales nacionales y las políticas locales incrementarán el volumen de aguas residuales tratadas y cambiarán las condiciones para la irrigación con aguas residuales no tratadas. En el Plan de Manejo Hídrico de Guanajuato para el período 2000-2025, se ha previsto que un 47% más de aguas residuales deberán ser sometidas a tratamiento, lo que junto al 16% de las aguas residuales que ya son tratadas llegarán, en el futuro cercano, a un total de 53% de las aguas residuales tratadas.

El volumen de aguas residuales generadas en las 46 municipalidades de Guanajuato totaliza 207,13 millones de metros cúbicos por año. Si estas aguas pudieran ser usadas directamente para fines agrícolas, podrían regar cerca de 20.500 ha, lo que significa casi el 5% del total de tierras irrigadas en Guanajuato (416.690 ha). Existen 16 plantas de tratamiento en las áreas urbanas y otros 26 sistemas de tratamiento de aguas residuales en áreas rurales. La falta de capacidad técnica y administrativa impide que los programas para el tratamiento de aguas sean llevados adelante de una manera satisfactoria.

SIMAPAG Y EL PROYECTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

El suministro de agua para la ciudad de Guanajuato (con una población total de alrededor de 106.000 habitantes) está garantizado por SIMAPAG. Hay 31 agencias encargadas del suministro de agua como SIMAPAG en el estado de Guanajuato. Actúan como entidades públicas con autonomía financiera y con una administración independiente. De éstas, solamente diez tienen una situación financiera sólida, pero SIMAPAG tenía un rendimiento sobresaliente en términos de superávit financiero y de eficiencia global (CEAG, 2001). La cobertura en el servicio de suministro de agua es del 95% y la de alcantarillado del

Paula Silva-Ochoa, México

✉ polsil@hotmail.com

Christopher A. Scott, IWMI India



Paula Silva-Ochoa

Punto de desviación del agua del río Guanajuato hacia el canal de riego

Tabla: Parámetros de diseño para la planta de tratamiento

Parámetros	Unidad	Influente	Efluente
Diseño de Carga	Lps	140	140
Total de Sólidos en Suspensión (TSS)	Mg/l	217	<60
Total de Demanda de Oxígeno Biológico	Mg/l	337	<60
Total de Nitrógeno (Kjelndahl)	Mg/l	82	< 35
Coliformes fecales	MPN P/100 ml	6.2 X 10 ⁶	<1000
Total de Fósforo	Mg/l	11	< 20

Fuente: Aqua Orbi Ingenieros S.A. De C.V, 2001

82%. Las conexiones domésticas representan casi el 94% del total y existen muy pocas conexiones comerciales e industriales. El promedio de producción por conexión es de 27.7 m³ y la tarifa promedio es de USD\$0.59/m³ (CEAG, 2001).

SIMAPAG construyó una planta de lodo activado tratado con cloro. El gobierno federal contribuyó con un 24% de los fondos, los gobiernos locales con el 40%, y SIMAPAG con el restante 36%.

En la Tabla 1 se describen los parámetros de diseño para la planta de tratamiento. En concordancia con la producción promedio por conexión, el efluente que se espera provenga del alcantarillado (3) de la ciudad de Guanajuato es de alrededor de 0.14 m³/s. Esto representa un volumen de 6.3 millones de metros cúbicos. Hasta antes de que la planta de tratamiento iniciara su operación, este efluente era descargado en el río Guanajuato. Hoy en día, el 70% es tratado, mientras que las aguas residuales producidas por la comunidad de Marfil, que signifi-

can el restante 30% de las aguas residuales no tratadas, son canalizadas aguas abajo luego de la desembocadura de la planta de tratamiento. Actualmente, SIMAPAG debe pagar USD \$472.500 anuales por concepto de este remanente del 30% de las aguas no tratadas.

AGUA Y VALOR DE LOS NUTRIENTES

La planta de tratamiento da a SIMAPAG la oportunidad de comercializar el agua tratada. No se ha llegado a efectuar ninguna transacción comercial de este tipo todavía, pero se prevé que se dará una mayor competencia entre los diferentes sectores. Aún más, el riego con aguas residuales no tratadas tendrá que competir con el riego con aguas tratadas, puesto que cada metro cúbico de agua residual no tratada descargada en el río Guanajuato le cuesta a SIMAPAG una multa de USD\$0,25.

Por esto, el pedido de parte de los agricultores para que se les permita regar con aguas residuales no tratadas será de interés para SIMAPAG

solamente si los agricultores están dispuestos a pagar el costo de las multas, lo cual no están en capacidad de hacer. La productividad del agua que se prevé para los sistemas de irrigación en pequeña escala es de apenas unos USD\$0,15/m³ (Silva, et al., 2000). Se podría alcanzar una mayor productividad, de hasta USD\$0.50/m³, si se cultivaran productos más rentables, como las legumbres.

Pero puesto que las legumbres se consumen crudas, su cultivo está sujeto a las restricciones de la norma NOM-001-ECOL-1996. Los costos de operación para cada metro cúbico de agua tratada suman USD\$0,11. Mediante el cobro de un 10% por concepto de servicios de alcantarillado, SIMAPAG recupera USD\$0,04/m³ de los usuarios domésticos y USD\$0,08/m³ de los usuarios comerciales e industriales. Para que sea rentable, el precio de venta del agua residual tratada debería ser de al menos USD\$0,07/m³. Los consumidores industriales podrían pagar hasta USD\$0,50/m³, lo cual daría un superávit de USD\$0,43/m³.

La concentración de nitrógeno fosfatado existente en el efluente es suficiente para cumplir con los requerimientos de nutrientes de la alfalfa, siendo que éste es el cultivo más común. Los agricultores se preocupan poco por la disminución de nutrientes producto del proceso del tratamiento del agua, debido a que el agua tratada todavía conserva un alto contenido de nutrientes. Quienes utilizan el agua se encuentran más preocupados por la disminución del nivel del agua del río que por la reducción de nutrientes en el efluente de éste. El cieno significaría otra importante fuente de nutrientes. El almacenaje y la eliminación de este material es uno de los mayores problemas operacionales, mientras que el área que podría beneficiarse de la planta de tratamiento de residuos representa alrededor de un 20% a 30% del área total en estudio. Desgraciadamente por el momento, los residuos sólidos son llevados a un relleno sanitario.

IMPACTO DEL COSTO PREVISTO PARA EL TRATAMIENTO

Resultó obvio el hecho de que la irrigación con aguas residuales no era considerada como un método alternativo para el tratamiento de aguas residuales. La selección del proceso para el tratamiento del agua se basa íntegramente en la Norma Ambiental NOM-001-1996. La razón para esto es el alto porcentaje de tierras que son regadas sin contar con los derechos de agua correspondientes. SIMAPAG solamente reconoce aquellas tierras que cuentan con un derecho de aguas regular. Cada año se entregan títulos legales para entre 300.000 a 500,000 m³, lo que significa solamente de unas 30 a 50 ha.

En teoría, la planta de tratamiento de aguas de la ciudad de Guanajuato podría producir todas las calidades de agua tratada y para todo tipo de irrigación paisajística, incluyendo, por ejemplo, campos de golf y parques (aunque con límites máximos más altos que para los de la agricultura). Sin embargo, actualmente no se llevan a cabo otros procesos de reutilización, excepto los de irrigación agrícola.

De todas formas, si el agua tratada no es comercializada, la inversión de capital no estaría justificada. El costo y la dificultad en la operación y el mantenimiento de plantas de tratamiento convencionales para cumplir con las normativas especificadas significa que estas plantas no serían recomendables en lugares donde se pueden utilizar lagunas de estabilización de residuos y sitios para el almacenamiento del agua y reservorios para su tratamiento (Blumenthal, et al, 2000).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El impacto potencial más importante de la planta de tratamiento de agua es que ofrece la posibilidad de reducir la evacuación de aguas residuales en el río si el agua se vende a un consumidor industrial fuera de la sub-cuenca del río Guanajuato. Sin embargo, esto conllevaría que se establezca una competencia por el agua. La posición de los agricultores es débil, puesto que solo entre 30 y 40 ha. tienen los debidos títulos de derechos de aguas. Este impacto todavía no ha sido sentido, debido a la existencia de fuentes adicionales de aguas residuales urbanas que se descargan en el río aguas abajo de la planta de tratamiento.

Se hace necesario una investigación más profunda para identificar las condiciones bajo las cuales se pueden conseguir beneficios sustanciales como resultado de la utilización de aguas residuales para el riego, a la vez que se mantiene la sustentabilidad financiera de las empresas de agua potable. Existen varios aspectos que deben ser analizados en cuanto a la relación entre la producción urbana de aguas tratadas y la irrigación con aguas residuales, tales como:

- ❖ Un mercado de agua para el efluente tratado y la factibilidad comercial de la irrigación (comparación entre el uso de aguas tratadas y aguas residuales no tratadas)
- ❖ Conflictos por los derechos al agua
- ❖ Impacto hidrológico por la venta de agua tratada fuera de la sub-cuenca
- ❖ Evaluación de la calidad del agua en el sitio de uso final (ej.: a nivel de finca, para irrigación)

❖ Contabilización, a partir del agua no tratada, de la pérdida de nutrientes.

NOTAS

- 1) En México, el Estado y su capital llevan generalmente el mismo nombre. A menos que se indique lo contrario, Guanajuato se refiere a la Provincia de Guanajuato y no a la ciudad.
- 2) SIMAPAG significa Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Guanajuato.
- 3) Esta cifra se obtiene asumiendo que el 70% del total del agua obtenida de la conexión a la red de agua terminará en el sistema de alcantarillado.

REFERENCIAS

- Aqua Orbi Ingenieros. 2001. Memorias de cálculo de Proyecto, Planta Tratamiento Aguas Residuales Guanajuato, Centro. Guanajuato, México.
- Comisión Estatal de Agua de Guanajuato (CEAG). 2000. Diagnóstico de los organismos operadores de agua, 1995 - 2000 y Plan Hidráulico 2000-2025. CEAG, Guanajuato, México.
- British Geological Survey, Comisión Nacional del Agua y UAC. 1995. Effects of wastewater reuse on urban groundwater resources, León, México. Reporte Final. Informe Técnico BGS WD/95/. Keyworth, Nottinghamshire, Reino Unido.
- Blumenthal, Ursula J, Anne Peasaye, Guillermo Ruiz-Palacios y Duncan D Mara. 2000. Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. Tarea No: 68 Parte 1. Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres, WEDC, Universidad de Loughborough, Reino Unido.
- Sánchez, Jesús de Vicente. 2000. La utilización de aguas no potables para riego. Reporte de la Asociación Española de Parques y Jardines, España.
- Scott, Christopher A, J Antonio Zarazúa, y Gilbert Levine. 2000. Urban Wastewater Reuse for Crop Production in the Water-Short Guanajuato River Basin, México. IIMI Reporte Investigativo 41, Instituto Internacional para el Manejo del Riego, Colombo, Sri Lanka.

Somos aproximadamente 6 mil millones de habitantes en el Mundo. Para fines del año 2000, 31 países con una población aproximada de 480 millones de habitantes, tenían un déficit crónico de agua dulce o potable. Cada año un 54% del agua dulce disponible es utilizada. Si el consumo por persona permaneciera invariable, hacia el 2025 se podría estar utilizando un 70% del total, solamente en función del aumento de la población. Si el consumo per cápita en todos los países del mundo llegara al nivel de los países más desarrollados, hacia el 2025 podríamos estar consumiendo un 90% del agua disponible. Una relación entre consumo de agua potable por persona y lo usado para riego urbano, nos indica que de manera irracional se usa actualmente un 20% más del agua potable de consumo por persona en actividades de riego urbano; por lo tanto podemos deducir que no sería posible regar las áreas verdes urbanas con agua potable para el año 2025.

Juan Carlos Calizaya



Un vaso de prevención hoy, un río de Soluciones Mañana

El caso de Lima, Perú

En el Perú, como en otros países de Latinoamérica la ocupación informal de terrenos en zonas periurbanas de las ciudades más importantes trae consigo la enorme dificultad de lograr un lugar habitable que permita satisfacer los principales derechos del ser humano en cuanto a una vivienda y un hábitat dignos.

Los servicios básicos de agua y desagüe presentan principales déficits en los asentamientos humanos periféricos de las ciudades, y lo seguirán haciendo tomando en cuenta lo caro de las instalaciones de sistemas convencionales en estas zonas, debido a dificultades de accesibilidad, suelo rocoso, ausencia de factibilidad de servicios y, sobre todo, a los bajos ingresos que perciben las familias y que les impiden cubrir los costos de una inversión semejante;

EL CASO DE LIMA

Según la revista Population Reports, para el año 2025 se prevé que 48 países enfrentarán estos déficits. Entre los más afectados, junto a

Etiopía, India, Kenya y Nigeria se encuentra el Perú.

Ubicada en la costa central del Perú, en una franja extremadamente árida de Sudamérica, Lima no deja de ser un caso de urgente atención. Algunos estudios consideran que mundialmente se dispone de 9 m³/hab/año de agua dulce; así mismo proyectan que para el año 2025 solo se dispondrá de 5.1 m³/hab/año; en la costa peruana para ese año existirá solo 1 m³/hab/año de agua dulce disponible. (Ing. José Rivas, Director General de Aguas y Suelos del Instituto Nacionales de Recursos Naturales INRENA. Ecodiálogo abril del 2002)

Por otro lado, en Lima existen más de 1.1 millones de habitantes sin servicio, solamente el 4% de las aguas residuales de Lima son tratadas, el resto son arrojadas al mar, ríos o suelos. (Ing. Augusta Dianderas, Viceministra de Saneamiento Ecodiálogo, abril del 2002); al respecto nos alarma el hecho de que aproximadamente un 40% de las aguas negras producidas resulten del traslado

de excretas y orina. Esto se vuelve aún más grave si reconocemos que para el año 2025, los países que actualmente tienen escasez de agua (aproximadamente 80 países que albergan el 40% de la población mundial), sólo podrán disponer de 40 litros/día/persona. El mínimo requerido actualmente por la OMS es de 150 litros/día/persona.

LA NECESIDAD DE PREVENIR A CORTO PLAZO, COMO ESTRATEGIA DE LARGO PLAZO

Una solución a un problema tan profundo necesita de un tratamiento progresivo y sostenido de largo plazo. El problema prioritario para toda política de inversión pública está centrado en dotar de cobertura de servicio a la mayor cantidad de personas que no tienen acceso a agua y saneamiento, con mayor razón si se trata de población en estado de exclusión social. Si para subir el tratamiento de agua residual de 19% a no más del 25% a nivel nacional se tiene que invertir 700 millones de dólares y que la crisis económica que afecta de manera directa a los más pobres obliga a que las inversiones sean dirigidas para resolver la urgencia alimentaria, la salud y la producción interna; podemos evidenciar que nos encontramos con "una soga en el cuello" que se ajustará cada vez más, a menos que reaccionemos y nos demos cuenta de la necesaria e im-

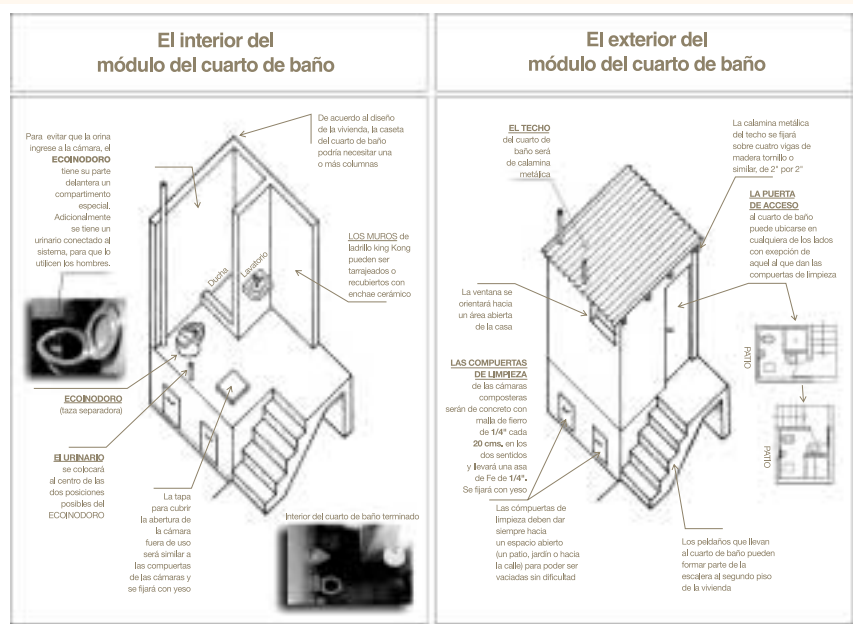
postergable generación de nuevas formas de encarar el problema de saneamiento, el uso y reúso del agua potable en el país.

No debemos olvidar que de ninguna manera podremos solucionar la alimentación y la salud de la población en extrema pobreza si en los próximos años nos falta el agua potable y aumenta la contaminación por aguas residuales. Es el momento de que el Estado promueva políticas con una mayor prevención, tomando conciencia que el agua dulce para consumo humano es un recurso agotable, y que se requiere de la aplicación de tres políticas nacionales: declarar en emergencia el sector de saneamiento en el país, asumiendo una conciencia de la gravedad del problema; promover una sostenida e intensa campaña de cambios de actitudes de la población en relación al consumo irracional del agua potable, sobre todo en la evacuación de excretas y riego urbano; y finalmente promover y apoyar a los gobiernos locales en la implementación de sistemas de reúso de aguas grises tratadas para riego urbano y cultivos de Agricultura Urbana, definiendo nuevos patrones de consumo y tratamiento.

EL CASO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

Desde 1998, el Instituto de Desarrollo Urbano CENCA, ha asumido el reto de impulsar y promover una actitud sostenible en cuanto al uso del agua potable en el Perú; apoyado por OXFAM GB y el Programa APGEP SENREM/USAID, ha impulsado el Saneamiento Ecológico en el país. Los resultados no pudieron ser mejores. A cuatro años de iniciado el proceso, para instancias locales y del gobierno, el sistema se ha constituido en un referente de Saneamiento Alternativo de factible implementación y con múltiples aplicaciones en otros aspectos como lo es por ejemplo la agricultura urbana y el riego urbano. Si bien aún no está consolidado como una política explícita debido a una mayor necesidad de apropiación de los técnicos de los sectores, el primer paso de reconocimiento ya está dado.

El desarrollo para muchos de nosotros tiene que ver con el mejoramiento de la calidad de vida. Lamentablemente el modelo dominante de gestión del agua y saneamiento se centra en un enfoque altamente consumista y de rentabilidad. Ello ha producido y produce una irracional explotación de nuestros recursos naturales y sobre todo del agua, a través del fomento de actitudes y tecnologías consumistas, sin importar que ello pueda ori-



ginar un desequilibrio en nuestro planeta y alterar los ecosistemas para las generaciones futuras. La propuesta que el proyecto promueve y difunde se ubica bajo el enfoque del desarrollo sostenible y bajo la perspectiva del saneamiento ecológico.

Por otra parte, nuestra propuesta aporta al mundo un sistema que reduce la contaminación, preserva el ambiente, mejora nuestra educación y conciencia ambiental; promueve la creación de áreas verdes, genera ahorro familiar y brinda insumos (agua y compost) para la agricultura urbana; entendiéndola como una estrategia de producción de alimentos en la ciudad. De esta manera el proyecto apuesta por la producción social de un hábitat más favorable y busca recoger las enseñanzas de las mejores prácticas de gestión y educación ciudadana en relación con el ambiente. Socialmente, no es exclusivo para sectores pobres ya que puede ser asumido por otros tipos de población con mayores ingresos, sin embargo no puede negarse que se sitúa en la línea de las genuinas expectativas de los pobladores de contar con áreas verdes y con servicios higiénicos. Al mismo tiempo, toma en cuenta las restricciones objetivas de acceso al sistema convencional que dichos pobladores tendrán durante un buen número de años. Sin embargo, la naturaleza innovadora de la propuesta deberá enfrentar las lógicas resistencias que encuentra toda alternativa distinta al sistema convencional y ello implica una atención especial a los aspectos culturales de los beneficiarios. En este sentido estamos conscientes del reto.

EL ECODESS

La experiencia piloto se desarrolla en el distrito de San Juan de Lurigancho y su sistema tecnológico

basado en el Saneamiento Ecológico, es denominado - ECODESS que significa Ecología y Desarrollo con Saneamiento Sostenible. Se trata de un micro sistema integrado de recolección, tratamiento y reúso de residuos sólidos y líquidos domésticos; se divide en dos subsistemas:

- ❖ Un sistema doméstico, ubicado en su integridad dentro de la vivienda, que incluye un cuarto de baño completo, un lavadero y una red colectora de aguas grises que desemboca a su vez en una " cámara atrapagrasas " (retiene las grasas y los sólidos en suspensión) y un canal de fitotratamiento para su filtración.
- ❖ Un sistema vecinal, que con una segunda red colectora recoge el agua proveniente de todos los lotes que utilizan el sistema ECODESS y la conduce a un canal de fitotratamiento para filtrarla nuevamente antes de almacenarla en una cisterna, de la que pasa a una red subterránea de riego para el mantenimiento de las áreas verdes.

El sistema convencional de arrastre hidráulico aplicado en el Perú y sobre todo en Lima Metropolitana, nos presenta un problema difícil de solucionar. El hecho de que alrededor del 80% de las aguas residuales sin tratamiento sean dispuestas en el ambiente o usadas para fines agrícolas, constituye un problema sanitario de envergadura.

La sostenibilidad de este proyecto, desde la perspectiva técnica, radica en la relativa sencillez de su tecnología en términos de su aplicación, uso y mantenimiento. A ello hay que agregar la capacitación realizada a los maestros de obra de la zona que permite garantizar la continuidad de la instalación del sistema en

el lugar. Asimismo, los materiales son fáciles de conseguir y están disponibles en las zonas de implementación; la participación en el ámbito local del Sector Salud en cuanto al seguimiento del sistema es otro elemento que contribuirá a una apropiada supervisión, luego de finalizada la ejecución del proyecto.

En lo referido a la sostenibilidad social, las formas organizativas a través de las cuales la población se involucra directamente en el funcionamiento del sistema, tales como los Comités de Gestión Ambiental y los Comités de Parques, garantizan su continuidad en el tiempo. Por otra parte, el nivel familiar resulta decisivo, pues es a partir de la identificación y compromiso de los miembros de cada hogar, que la propuesta se convierte en una práctica cotidiana inmediata y de largo aliento. Dentro de todo ello es importante resaltar el desarrollo de la conciencia ecológica en el conjunto de la población y no sólo en los usuarios directos.

La sostenibilidad económica radica en que los costos resultan menores a los del sistema convencional, fundamentalmente en lo referido al monto requerido para la instalación de la red externa hasta el frente del domicilio. El alcantarillado convencional supone un gasto no menor a 600 dólares por vivienda, mientras que en esta alternativa el desembolso por familia para la instalación externa no sobrepasa los 150 dólares. Por otra parte, el sistema de baño ecológico seco con uso de ecoinodoros significa un ahorro importante en el consumo de agua para las familias y proporciona a éstas insumos para el mejoramiento de jardines o suelos cultivables cuyos productos pueden ser comercializados. Actualmente existen más de 100 viviendas en asentamientos en el distrito de San Juan de Lurigancho y 700m² de área irrigada.

Por otro lado, un análisis de costos realizado en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho determinó que el gasto mensual que supone trasladar agua para riego hacia el 40% de áreas de parques en el distrito, serviría para implementar 8 nuevos parques de 400m² con sistema de riego con agua gris fitotratada. El sistema de reúso local de las aguas para irrigar áreas verdes urbanas y cultivos de Agricultura Urbana constituye una alternativa capaz de reemplazar en espacios

micro o barriales a las lagunas de oxidación, que necesitan grandes espacios e implican elevados costos. Es ambientalmente sostenible porque contribuye a la protección del hábitat, evitando el despilfarro del recurso hídrico y generando áreas verdes y para el cultivo de Agricultura Urbana. A través del reúso de las aguas servidas se favorece al estado general del ecosistema. Los principios de intervención generan además empleo, tanto temporal como permanente, así como un mercado local de insumos y subproductos del sistema tales como: microempresas de producción de ecoinodoros, canales de fitotratamiento, trampas atrapagrasas, abono en forma de compost, viveros en áreas Verdes y Agricultura Urbana.

DESAFÍOS PARA EL FUTURO

Los desafíos que encontramos en el proceso desarrollado en Lima, están centrados en la implementación de una estrategia a largo plazo que permita consolidar una política de disciplina en el consumo del agua y de un tratamiento sostenible de la misma. Ello debe pasar por el reconocimiento de que estamos en una zona de tensión hídrica; situación de la que aún no somos concientes. Para el año 2015 los gastos para superar esta crisis serán mayores “un vaso de prevención hoy, para un río de soluciones en el mañana”; no es solamente el título del artículo, en el caso del agua potable es un mensaje sobre el cual debemos actuar de inmediato.

El ECODESS es solo un instrumento en este desafío. Pueden y deben existir otros que contribuyan en el mismo sentido. Sin embargo, desde la perspectiva del saneamiento ecológico y el reúso del agua para áreas verdes y cultivos de Agricultura Urbana, las estrategias tendrán por objetivo consolidar una política de saneamiento sostenible y ahorro del agua. Para ello, institucionalmente, estamos comprometidos en las siguientes acciones:

- ❖ Conformar grupos de trabajo con Universidades, ONG's, movimientos ambientales, Agricultura Urbana y gobiernos locales.
- ❖ Difundir las ventajas del sistema a todo nivel, para lo cual se debe estar consciente que el sistema no es solamente para los sectores de extrema pobreza, sino que, por el contrario, es un sistema que puede ser

aplicado en todos los sectores sociales tanto en lo urbano como en lo rural.

- ❖ Capacitar tecnológicamente a los funcionarios y técnicos de las diversas instituciones competentes en los temas de agua, saneamiento, salud, producción de Agricultura Urbana, seguridad alimentaria y gestión local del ambiente urbano. Al respecto, existe la necesidad de transmitir el conocimiento generado en las últimas investigaciones en relación al tipo de fertilizante que puede ser generado a partir de los orines y de las excretas y lo inofensivo que puede ser éste luego de un proceso de tratamiento. En el último análisis bacteriológico y parasitológico (realizado en el laboratorio del Instituto de Medicina Tropical de la Universidad Nacional Mayor San Marcos) de una muestra extraída de una de las cámaras composteras con un año de reposo, se determinó que no contenía gérmenes coliformes (0%) y había presencia de huevos de parásitos (áscaris) que resultaron no viables, es decir, que no tenían capacidad infectante; por lo tanto resultaba una muestra no peligrosa para su manipulación y uso en Agricultura Urbana. A través de talleres y seminarios se capacitará a técnicos de cada uno de los sectores y a las universidades nacionales.
- ❖ Producir e influir en la normativa. En principio la normatividad debe dar paso a la exploración de sistemas alternativos, como el saneamiento ecológico. Las experiencias piloto deben contribuir a generar normas que den mayor apertura a estos sistemas.
- ❖ Educar ambientalmente para el desarrollo sostenible, evidenciando que un cambio de actitud de las personas debe ser el principal elemento para el cambio hacia una estructura de gestión ambiental. El trabajo en colegios se constituye en uno de los medios más importantes para el trabajo con la juventud; es ahí donde estaremos generando una verdadera actitud de desarrollo sostenible.
- ❖ Promover una gestión ambiental urbana con perspectiva local, considerando el involucramiento de las organizaciones sociales para que puedan cumplir un rol de vigilancia y control ambiental.

Saneamiento Ecológico y Agricultura Urbana

Las soluciones domésticas para el tratamiento y reuso de aguas grises (jabonosas) y la no generación de aguas negras son opciones viables que merecen ser atendidas y apoyadas como parte de una política municipal de gestión de saneamiento, aguas grises y agricultura urbana.

Estas soluciones se han mostrado como válidas ante la imposibilidad de muchos municipios de realizar costosas obras de drenaje y plantas de tratamiento de agua, aún en su versión más económica y viable como son las plantas de estabilización. Lo anterior resulta especialmente válido cuando las zonas urbanas se localizan en terrenos de mucha pendiente y/o mucha pedregosidad, a lo que se suman los municipios con problemas de abastecimiento de agua, que en América Latina y El Caribe rondan el 60%.

Sin embargo, la principal dificultad de este tipo de soluciones, radica en la necesidad de brindar información, establecer lugares demostrativos con algunas familias y/o edificios públicos, realizar reuniones y talleres participativos de análisis de la problemática y sus posibles soluciones, y establecer incentivos municipales a quienes adopten estas tecnologías, como aportes de material de construcción y/o rebajas en los impuestos prediales o en las cuotas de uso de agua.

UN CAMBIO DE PARADIGMA

El saneamiento ecológico es una alternativa a las “soluciones” lineales que llevan los desechos (excretas, aguas jabonosas, aguas industriales, etc.) a los ríos, lagunas, aguas subterráneas y mares, provocando graves problemas de contaminación y salud pública. En municipios con escasez de agua y otros recursos no es viable

ni recomendable “utilizar 15.000 litros de agua tratada o potable por persona al año para evacuar 35 kg de heces y 500 litros de orina per cápita anualmente. En los países en desarrollo más del 90% de las aguas negras se descarga sin tratamiento alguno”.

El saneamiento ecológico es también una alternativa a las “letrinas”, la solución convencional para la gente pobre de países en desarrollo basada en el modelo de “caída y depósito” que presenta serios inconvenientes, especialmente en zonas densamente pobladas, donde el subsuelo es impermeable, los mantos acuíferos están a poca profundidad o donde hay problemas de inundaciones. Existe el riesgo de que los mantos freáticos se contaminen tanto con patógenos como con nitratos y, con ello, el suministro de agua potable y agua para riego de AU.

El saneamiento ecológico se basa en un enfoque de ecosistémico. Los nutrientes y materia orgánica contenidos en la excreta humana deben ser considerados como un recurso, ya que, adecuadamente tratados, aportan organismos benéficos para las tierras que producen alimentos.

El saneamiento ecológico permite recuperar y reciclar los nutrientes de manera segura y no contaminante, con un enfoque de cero descarga y tratamiento doméstico de las aguas grises, centrado en las familias y la participación comunitaria.

Esto es especialmente relevante en su vinculación con la AU, pues permite cerrar el ciclo de los nutrientes, facilitando el cultivo de hortalizas y otros vegetales de manera ecológica, sin agroquímicos (figura 1).

Con la técnica de la “organoponia” desarrollada en México por CEDICAR A.C., la producción de pequeños huertos en contenedores, utiliza la orina como fertilizante líquido y las aguas jabonosas son filtradas domésticamente para riego de los huertos.

CONCLUSIÓN

Con estas acciones, además de lograr el saneamiento ambiental, es posible mejorar tanto la dieta y la economía familiar, así como la autoestima y el reforzamiento de relaciones comunitarias benéficas, responsables y solidarias.

Como técnicas aplicables al saneamiento ecológico se cuenta con:

1. Los baños secos con desviación de orina
2. Los filtros de grava, arena y plantas acuáticas depuradoras
3. El composteo, que da un tratamiento secundario a las excretas sólidas del baño seco
4. La organoponia, sistema de producción que aprovecha la orina como principal fuente de fertilidad

Finalmente, una reflexión en torno a la selección y la adaptación de la tecnología. En México hay diversas experiencias, unas positivas y otras negativas. Las positivas coinciden con un trabajo previo con la población usuaria que incluye: demostraciones en la misma comunidad o visitas a otras comunidades.

Francisco Arroyo Galván Duque, *Centro de investigación rural, Red de Agricultura Urbana AGUILA*
✉ farroyo@laneta.apc.org

REFERENCIAS

- Arroyo, Francisco. 2000. Organoponia. Un sistema de producción adecuado a la agricultura urbana. CEDICAR AC, Mexico.
- Ersey, SA, et al. 2001. Cerrando el ciclo. Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria. UNDP, Sida, Mexico.



Tratamiento y uso de aguas residuales en Agricultura Urbana

Cuatro buenas razones para interesarse en la Agricultura Urbana

El hambre aumenta

En América Latina, en menos de treinta años, el número de personas que cada día duermen con hambre aumentó en un 20%, alcanzando los 65 millones de personas. Alimentar a toda la población es un reto al que las ciudades deben responder.

Medicina natural para todos

Los pobres gastan entre el 40 y 60% de sus escasos ingresos en alimentación y casi un 15% en gastos de salud y medicinas. La producción de plantas medicinales y productos derivados como infusiones, extractos y esencias facilita el acceso a la salud de los/as más pobres y excluidos/as.

Los residuos y las aguas tratadas al servicio de la seguridad alimentaria urbana

Sólo el 2% de los residuos que producen nuestras ciudades son tratados adecuadamente. Millares de metros cúbicos de aguas residuales son desperdiciados o tratados a un costo elevado. Sin embargo, pueden transformarse en excelentes fuentes de abono, agua para riego y un complemento alimenticio para los animales.

Empleo de bajo costo y generación de ingresos

La Agricultura Urbana (AU) genera empleos cuyo costo de inversión es muy bajo en relación a los costos estimados para otros sectores productivos. Crear empleo en AU cuesta menos de 500 dólares, y su inversión puede ser recuperada con micro-créditos.

Estos beneficios en las áreas de alimentación, salud, ambiente y creación de empleos explican porqué más y más municipios quieren desarrollar y modernizar su AU.

La presente serie de lineamientos es el fruto de los últimos adelantos científico-tecnológicos y las prácticas innovadoras experimentadas por las ciudades de la Región, las que constituyen una buena fuente de inspiración que les invitamos a compartir y enriquecer.

¡ Buenas cosechas urbanas!

Y.C.

Desafíos

El tratamiento y uso de aguas residuales constituye un reto y a la vez una oportunidad para los municipios de América Latina y El Caribe. Un reto porque con frecuencia el uso de aguas residuales no tratadas, es la única opción con la que cuentan los/as agricultores/as (peri)urbanos/as. En la actualidad, cerca del 80% de las aguas residuales son dispuestas sin tratamiento a cuerpos de agua o usadas para riego agrícola, representando un problema sanitario significativo (por la presencia de bacterias, virus y parásitos). Una oportunidad porque estas aguas representan un recurso valioso, tanto desde el punto de vista económico como ambiental (conservación de recursos hídricos, reciclaje de nutrientes).

Desarrollar programas de tratamiento y uso de aguas residuales para la AU supone principalmente, manejar los riesgos de salud y facilitar la adopción de tecnologías apropiadas a escala ciudad o barrio.

Así mismo, es necesario adoptar una normativa facilitadora y promover la sostenibilidad financiera, integrando sistemas de tratamiento y uso.

El presente documento aporta lineamientos y orientaciones para la formulación e implementación de programas de AU que incorporen el uso de aguas residuales.

"El uso de aguas residuales ha surgido como una alternativa frente a las carencias de acceso a los servicios de agua potable en las zonas peri-urbanas y rurales. A su vez responde a las necesidades inmediatas de la población".

Donatilda Gamarra. Regidora y Presidenta de la Comisión Especial del Programa Medio Ambiente. Municipalidad Distrital de Villa El Salvador, Perú (1998-2002).



Cuatro orientaciones para la formulación de políticas

Desde el enfoque de tratamiento y uso de aguas residuales en la AU

1. Aplicar estrategias de manejo de riesgos

En muchas situaciones las aguas residuales son la única fuente de riego. Aceptando esta realidad, se debe, por un lado, desarrollar directrices y mecanismos para reducir los riesgos de salud asociados con el uso de aguas residuales no tratadas para la agricultura y por otro, promover el tratamiento de las mismas.

CAMPAÑAS EDUCATIVAS Y POLÍTICAS

Muchos consideran que las campañas participativas de concientización o información dirigidas a varios actores son la medida más realista, barata y efectiva para facilitar el conocimiento de las estrategias que existen para manejar los riesgos de salud. Estas incluyen: el monitoreo de la calidad del agua, la selección de cultivos, el manejo adecuado de técnicas de riego y del tratamiento de los productos.

MONITOREAR LA CALIDAD DEL AGUA

Se debe realizar un monitoreo continuo de la calidad del agua, del suelo y del producto, pudiendo certificar y vender a mejor precio cultivos "limpios".

También es necesario coordinar acciones con laboratorios municipales, nacionales y/o estatales, o firmar convenios con universidades u órganos privados de control para asegurar este monitoreo.

En San Juan de Lurigancho (Lima, Perú), la ONG CENCA y la Municipalidad lograron un acuerdo con la Universidad Agraria La Molina para el monitoreo de la calidad del agua residual utilizada en la AU.

SELECCIÓN DE CULTIVOS

Seleccionar los cultivos a producir en relación a la calidad de aguas residuales es importante, debido a que existen grandes variaciones en la forma cómo las plantas se contaminan con patógenos y metales pesados.

El Complejo Bioecológico de San Juan (Lima, Perú), asesorado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS/OPS-OMS), incorpora 23 Ha. de la-

guas de estabilización, que permiten el uso de aguas en varios momentos de su tratamiento. Según el nivel de tratamiento (de menor a mayor), las aguas se aplican en diferentes sistemas de producción: bosques y parques recreativos, forraje, vegetales y la acuicultura (cría de carpas).

APLICAR TÉCNICAS ADECUADAS DE RIEGO Y TRATAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

Adecuadas prácticas de riego deben incorporar: a) la irrigación a las raíces para prevenir el contacto directo con las hojas de las plantas, y b) aplicar el riego por goteo en lugar de riego por inundación, para evitar el riego excesivo y la contaminación del agua subterránea.

Igualmente es importante lavar con agua limpia los productos antes de su comercialización, y evitar la contaminación durante el transporte, transformación y venta.

2. Adoptar tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas residuales

Es necesario promover el tratamiento de aguas residuales para su uso productivo o recreativo. La selección e inversión en una tecnología de tratamiento, debe ser la resultante de un proceso de evaluación de minimización de la contaminación, en función de los costos, la escala de trabajo (ciudad, barrio, domiciliaria) y en términos de la calidad de agua deseada para fines específicos.

SEPARAR FLUJOS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y DOMÉSTICAS

Separando los flujos industriales de los domésticos, se reducirá la contaminación del agua con metales pesados. Las zonas industriales necesitarán plantas de tratamiento especial. Se debe fomentar la adopción de ciertos procesos industriales (evitando la contaminación durante el proceso) y el tratamiento en la fuente antes de disponer el agua a la red de alcantarillado de la ciudad. Sin embargo, se requiere un adecuado planeamiento urbano y un cálculo de costos debido a que, en muchas ciudades, las industrias son de tamaño pequeño y están ubicadas en diferentes lugares.





SELECCIONAR LA TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO

Las opciones de tratamiento más interesantes son aquellas que eliminan los patógenos, pero retienen los nutrientes presentes en el agua, como las lagunas de estabilización. Sus costos son hasta un 80% más bajos en inversión y 90% menores en operación con relación a tecnologías más sofisticadas, tales como las plantas aireadas o activadas por fango. Sin embargo, requieren mayor área que otros sistemas, por lo que se recomienda ubicarlas algo alejadas de las áreas urbanas.

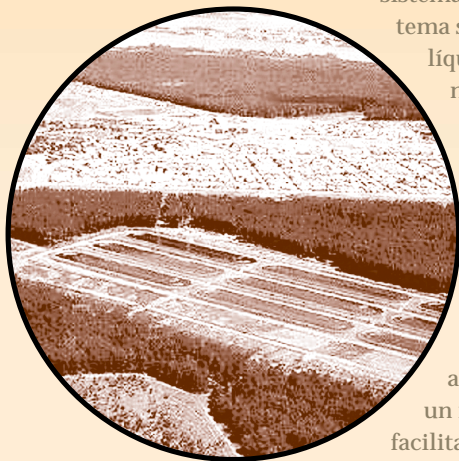
En 1976 la municipalidad de Mendoza (Argentina) licitó la concesión de operación de su planta de casi 300 ha de lagunas de estabilización y se la otorgó a una empresa privada. La empresa cobra a la ciudad una tasa de \$0.05/m³ de agua residual que ingresa a las instalaciones y trata 50.7 millones de m³ por año (1,6 m³/s). Deriva el efluente tratado a un área agrícola de más de 2.500 ha donde se cultiva uvas, hortalizas, árboles frutales y forestales, mezclando las aguas residuales tratadas con agua de riego. Pese a su estrecha relación, la empresa de agua y los/as agricultores/as aún no han negociado una instancia de co-gestión y enfrentan regularmente conflictos por el manejo del agua y el acceso al recurso.

Existen también sistemas de saneamiento alternativo, que permiten dar una respuesta adecuada al tratamiento de aguas negras y grises a escala domiciliar y/o barrial con un costo inferior a 200 US\$/unidad.

Las ONGs CEDICAR en México DF (México) y CENCA en Lima (Perú), desarrollaron un sistema de tratamiento de excretas. El sistema separa las excretas sólidas de las líquidas. Luego de un período de almacenamiento (18 meses), las excretas sólidas se transforman en abono. Las excretas líquidas son canalizadas a plantas de fitotratamiento y usadas para regar espacios verdes o agrícolas.

3. Establecer un marco político facilitador

El tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales debe formar parte de un marco legal y normativo coherente y facilitador, que busque su integración a la planificación física. Se debe considerar el desarrollo o la reforma de normas legales (nacionales o locales) existentes, como la legislación sanitaria, ambiental y agrícola.



CONCERTACIÓN DE ACTORES

Es también necesario crear mecanismos y espacios de coordinación y concertación entre las instituciones responsables de la regulación, el manejo de las aguas residuales y los grupos de usuarios/as. Incorporar el tratamiento y uso en la planificación municipal

Es necesario definir la ubicación de los sistemas de tratamiento en coordinación con los departamentos de planificación y gestión territorial, considerando: a) la cantidad de terrenos requeridos, b) el vínculo directo entre los espacios para el tratamiento y el uso de las aguas, y c) el crecimiento urbano futuro (Ver Lineamiento 3).

En el Distrito de Villa El Salvador (Lima, Perú), la Municipalidad incorporó a su Plan de Desarrollo Urbano, la construcción de plantas de tratamiento y uso para riego en espacios colectivos de recreación. Actualmente se estudia la posibilidad de destinar en las mismas zonas, espacios familiares o comunales de AU.

4. Determinar la sostenibilidad financiera

Para hacer económicamente sostenible la implementación de plantas de tratamiento es necesario desarrollar sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales. Aquí es importante calcular todos los costos y beneficios directos e indirectos del sistema y definir quien cubre los costos del tratamiento y uso de las aguas residuales.

CÁLCULO DE COSTOS Y BENEFICIOS

Es necesario tomar en cuenta los costos de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento, al igual que los beneficios del uso de las aguas tratadas. Estos pueden ser directos (ingresos económicos generados a través de la producción) e indirectos (ahorro en el uso de agua potable y fertilizantes).

DEFINICIÓN DEL COSTO PARA TRATAMIENTO Y USO

Aplicar el principio de "el que contamina paga" debe ser prioritario: la industria o la población urbana debe asumir el costo de tratar las aguas residuales que producen.

Al mismo tiempo, los/as agricultores/as deberían pagar por el uso de agua tratada, similar al pago por el agua potable. Sólo en casos de productores/as excluidos/as de escasos recursos, el costo debería ser asumido por el gobierno central o local, como política social.

"Se debe salvaguardar y fortalecer los medios de vida y la seguridad alimentaria, mitigando los riesgos a la salud y al ambiente y conservando los recursos de agua, enfrentando la realidad del uso de aguas residuales en la agricultura a través de la adopción de políticas apropiadas y el compromiso de recursos financieros para su implementación".

Declaración de Hyderabad, firmado por 27 instituciones nacionales e internacionales de 18 países. Hyderabad, India 2002. (www.iwmi.org)

Bibliografía selectiva:

CENCA. Propuesta innovadora y sostenible de evacuación, tratamiento y reuso de residuos sólidos y líquidos domésticos. USAID, COSUDE y Banco Mundial. Lima, 2002. (www.chez.com/cenca)

Helmer, Richard y Hespagnol, Ivanildo. Control de la contaminación del agua. Guía para la aplicación de principios relacionados con el manejo de la calidad del agua. CEPIS/OPS-OMS. Lima, 1999. (www.cepis.ops-oms.org)

León, Guillermo y Moscoso, Julio. Curso de tratamiento y uso de aguas residuales. CEPIS/OPS-OMS. Lima, 1996. (www.cepis.ops-oms.org)

CEPIS/OPS-OMS. Resumen ejecutivo, Proyecto Regional "Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial". CIID y CEPIS/OPS-OMS. Lima, 2002. (www.cepis.ops-oms.org. Ver aguas residuales-proyecto regional)

CEPIS/OPS-OMS. Guía para la formulación de proyectos, Proyecto Regional "Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial". CIID y CEPIS/OPS-OMS. Lima, 2002. (www.cepis.ops-oms.org. Ver aguas residuales-proyecto regional)

Contactos de los casos mencionados:

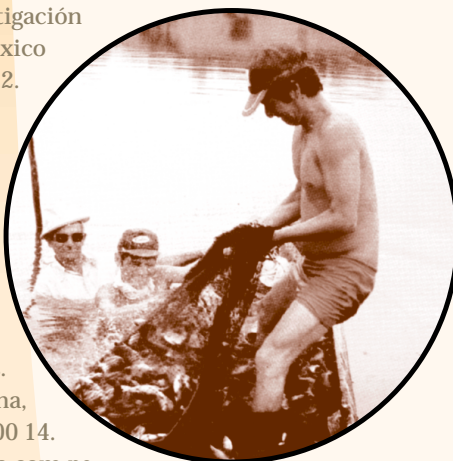
Francisco Arroyo. Director. Centro de Investigación y Capacitación Rural AC, CEDICAR. México D.F., México. Tel: (52 5) 641 90 22. Correo: farroyo@laneta.apc.org.

Jaime Zea. Alcalde Distrital de Villa El Salvador, Lima, Perú. Tel. (511) 909-8250 Fax (511) 287-6485. Correo: jazu37@latinmail.com / jzea10@hotmail.com

Juan Carlos Calizaya. Asesor en ríos urbanos. Instituto de Desarrollo Urbano, CENCA, Lima, Perú. Tel: (51 1) 421 58 66 / 466 00 12 / 466 00 14. Correo: cenca@terra.com.pe.

Julio Moscoso. Asesor en uso de aguas residuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (CEPIS/OPS-OMS). Lima, Perú. Tel: (51 1) 437 10 77. Correo: jmoscoso@cepis.ops-oms.org

Eduardo Barbeito. Asesor en uso de aguas residuales. Mendoza, Argentina. Correo: edubarbeito@infovia.com.ar



Tratamiento y uso de aguas residuales en Agricultura Urbana

El presente documento se elaboró a partir de un Texto Base redactado por Jorge Price (Director Ejecutivo, IPES)

Editado por: Marielle Dubbeling y Alain Santandreu (IPES/PGU-ALC)

Revisión de texto: Nancy Sánchez y Mónica Rhon D.

Asesoría en comunicación y diseño: Roberto Valencia (Zonacuario)

Este Documento Político forma parte de una serie de 9 lineamientos que resumen diferentes temas relacionados con la Agricultura Urbana (AU):

1. AU: motor para el desarrollo municipal sostenible
2. AU y participación ciudadana
3. AU: gestión territorial y planificación física
4. Micro-crédito e inversión para la AU
5. Aprovechamiento de residuos orgánicos en AU
6. Tratamiento y uso de aguas residuales en AU
7. AU: una oportunidad para la equidad entre mujeres y hombres
8. AU y soberanía alimentaria
9. Transformación y comercialización de la AU

Toda la serie se encuentra disponible en la página Web del Programa de Gestión Urbana: www.pgualc.org

El trabajo fue coordinado y financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID-Canadá), el Programa de Gestión Urbana para América Latina y El Caribe (PGU-ALC/UN-HABITAT, Ecuador) e IPES, Promoción del Desarrollo Sostenible (Perú)



Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
250 Albert Street.
P.O. Box 8500. K1G 3H9
Tel.: 1 6132 36 61 63 ext. 2310
Correo: blwilson@idrc.ca
www.idrc.ca
Ottawa-Canadá



Jorge Price, Director Ejecutivo
Calle Audiencia N° 194, San Isidro
Apartado Postal 41-0200
Tel.: 51 1 440 60 99 / 421 66 84
Correo: ipes@ipes.org.pe
Lima-Perú



Yves Cabannes, Coordinador Regional
García Moreno 751 entre Sucre y Bolívar.
Telefax: 593 2 258 39 61 / 228 23 61 Correo: pgu@pgu-ecu.org
www.pgualc.org Quito-Ecuador

www.cgiar.org/iwmi/

Una importante fuente de información sobre el tópico del agua es el Instituto Internacional para el Manejo del Agua, cuyo mandato es "mejorar el manejo de los recursos de agua y tierras para la producción de alimentos, la subsistencia y la naturaleza". Su sitio ofrece una serie de actualizaciones, documentos de política, publicaciones y una suscripción gratuita a sus boletines electrónicos.

www.iwapublishing.com/template.cfm?name=water_intelligence_online

International Water Association (IWA) Publishing ofrece servicios de información sobre todos los aspectos relacionados con el agua, las aguas residuales, el medio ambiente, y temas afines. Incluye Water21, la revista de suscripción del IWA, y una amplia gama de periódicos, libros, informes científicos y técnicos, manuales, boletines y servicios electrónicos. Water Intelligence Online es un nuevo servicio en línea que brinda acceso a una amplia selección de información valiosa. También están disponibles los extractos de los trabajos del taller "Use of Appropriately Treated Domestic Wastewater in Irrigated Agriculture", Universidad Wageningen, Países Bajos (Abril 24, 2002).

www.cleanh2o.com/ww/

Esta biblioteca virtual de ingeniería en aguas residuales es parte de VL, uno de los catálogos de la web más antiguos. A diferencia de los catálogos comerciales, es manejado por una confederación libre de voluntarios, que reúnen páginas de enlaces claves para las áreas específicas de su conocimiento técnico. Esta parte de VL se concentra en los EE.UU.

www.sandec.ch

SANDEC es el departamento dedicado a los temas de agua y saneamiento en países en desarrollo del Instituto Federal Suizo de Ciencias y Tecnologías del Medio Ambiente (EAWAG www.eawag.ch/e_welcome.html) con sede en Duebendorf, Suiza. Sus actividades se centran en problemas de desarrollo sostenible en países menos desarrollados económicamente. Su mandato es ayudar a desarrollar conceptos y tecnologías de agua y saneamiento adecuados y sostenibles, adaptados a las diferentes condiciones físicas y socioeconómicas que predominan en los países en desarrollo. Las actividades de investigación de SANDEC se centran en el uso de desechos, aguas residuales y últimamente en otro tópico: la agricultura urbana.

www.cepis.ops-oms.org

El sitio web del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, disponible en español e inglés, se concentra en América Latina. Contiene una gran riqueza de información sobre publicaciones, eventos, materiales de capacitación, etc.

weather.nmsu.edu/hydrology/wastewater/

El Middle East Wastewater Use Clearinghouse es un sitio creado para promover el conocimiento sobre el uso de aguas residuales en suelos agrícolas para aumentar los limitados recursos hídricos en el Oriente Medio. El proyecto es una cooperación entre el programa de Desarrollo del Medio Oriente de la Universidad Estatal de San Diego, el Centro Peres para la Paz y el Consorcio Internacional para Tierras Áridas, y recibe el apoyo de USAID. El sitio tiene información sobre el proyecto y sobre temas afines.

www.ihia.org.uk/

El Consorcio Internacional para la Evaluación de los Impactos en la Salud (IMPACT) es una asociación multi-agencias creada para ayudar aun más en la investigación, estudio y ejecución de Evaluaciones de Impactos sobre la Salud.

Abreviaturas y Definiciones

- ❖ **DBO** Demanda Bioquímica de Oxígeno
- ❖ **DQO** Demanda Química de Oxígeno
- ❖ **SST** Sólidos Suspendidos Totales
- ❖ **SDT** Sólidos Disueltos Totales
- ❖ **Aguas grises** (domésticas) aguas residuales de la cocina y el baño
- ❖ **Aguas negras** aguas con excrementos, orines y lodos afines
- ❖ **Lodo** es la materia asentada después de la estabilización de la materia orgánica en las aguas residuales por medio de algún proceso. Puede tener un olor desagradable y un aspecto parecido al fango.
- ❖ **Coliformes fecales** son bacterias presentes en las heces de animales de sangre caliente; las cantidades halladas en el agua indican el nivel de contaminación fecal o con aguas residuales, y las cantidades halladas en las aguas residuales tratadas indican la efectividad del tratamiento de éstas.
- ❖ **Nematodos intestinales** los más comunes son los ascárides, anquilostomas y triquinas que acarrear el mayor riesgo de infección.
- ❖ **Límites de lineamientos** indican el máximo nivel de contaminación en el que las personas no estarían en riesgo de infección. En el riego restringido solamente se permite la presencia de un huevo de nematodo humano intestinal por litro, mientras que para el riego sin restricción no se permiten más de mil bacterias fecales coliformes por cien mililitros.
- ❖ **Piscinas de estabilización de aguas residuales** comprenden una o más series de piscinas anaerobias, facultativas y de maduración. Consisten en "lagunas" poco profundas, generalmente rectangulares, en las que el agua servida fluye continuamente y de las que se descarga un efluente estabilizado. Las piscinas anaerobias y facultativas sirven básicamente para eliminar la materia orgánica, aunque son muy eficaces para eliminar huevos de nematodos intestinales. Las piscinas de maduración son usadas básicamente para eliminar bacterias y virus excretados.
- ❖ **Biorremediación** se logra mediante el uso de plantas y árboles que absorben agua y reducen el nitrógeno y los organismos microbianos huéspedes, así como algunos metales pesados hallados en el agua.
- ❖ Otros **métodos alternativos** consisten en grava, juncos o la hierba vetiver, que sirven como mecanismos de filtración y también reducen la cantidad de nitrógeno en el agua. A veces se los combina con el uso del jacinto acuático o la lenteja de agua, que actúan como biorremediadores, y con piscinas acuáticas donde la radiación solar mata los patógenos.
- ❖ **Riego restringido** se aplica a las aguas usadas para regar una lista restringida de cultivos, por ejemplo, cereales, pienso, pastos, árboles y otros productos que son procesados antes del consumo.
- ❖ **Riego sin restricciones** se refiere a aguas que pueden ser usadas para cultivar cualquier producto empleando cualquier método de riego, sin riesgos para la salud, incluyendo productos que pueden consumirse crudos.
- ❖ **Diluido** Efluente mezclado con otras aguas antes de ser usado para el riego.
- ❖ **No diluido** El efluente no ha sido significativamente diluido en un río u otra masa de agua antes del riego.
- ❖ **Uso formal** Uso de aguas residuales con un cierto nivel de autorización o control potencial por parte de agencias estatales (se sugieren también los términos: uso autorizado y planificado).
- ❖ **Uso informal** Uso de aguas residuales sin autorización ni control de agencias estatales (se sugieren también los términos: uso no autorizado y no planificado).

Próximos Números



Revista Agricultura Urbana

No. 8, Agosto 2003
ISSN No. 13902334

La Revista AU es publicada por el Centro de Recursos para la Agricultura Urbana (RUAF), un programa coordinado por ETC Países Bajos, y el CIID, Canadá.

La Revista AU se publica 3 veces por año, y está también disponible en www.ruaf.org

La Revista AU cuenta con versiones en español, francés, y chino y es distribuida en ediciones separadas a través de las instituciones socias del programa RUAF.

Comité Editorial

- Marielle Dubbeling, IPES / Programa de Gestión Urbana-América Latina y el Caribe, Ecuador
- Ndéye Fatou Gueye, Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU), Senegal Dagmar kunze, Oficina Regional de la FAO para África (RAF), Ghana
- Shingirayi Mushamba, Municipal Development Programme, África oriental y del Sur, Zimbabwe
- Stephanie Buechler, IWMI-India, Hyderabad
- Jianming Cai, Natural Resource Research of the Chinese Academy of Sciences, Beijing
- Ismail El Bagouri, Centre for Environment and Development in the Arab Region and Europe, El Cairo
- Jac Smit, TUAN, Washington
- Luc Mougeot, CIID, Canadá
- Gordon Prain, CIP-Iniciativa Sostenida para Agricultura Urbana y Periurbana (SIUPA), Perú
- Henk de Zeeuw, ETC-Centro de Recursos para la Agricultura Urbana y Silvicultura (RUAF), Países Bajos.

Editores, No. 8

Esta edición fue recopilada por René van Veenhuizen (Editor responsable) conjuntamente con Stephanie Buechler de IWMI-INDIA y Wilfrid Hertog de ETC-RUAF

Edición en la web

Lucy Browne, Michael Baumeister y René van Veenhuizen

Administración
Michael Baumeister

Editor de Idiomas
Amunda Salm

Diseño
Jan Hiensch, Leusden

EDICIÓN EN ESPAÑOL

Una Publicación del Programa de Gestión Urbana, Oficina Regional para América Latina y El Caribe PGU-ALC/UN-HABITAT, el IPES Promoción del Desarrollo Sostenible y la RED AGUILA.

Comité Editorial ALC

Vilda Figueroa, Proyecto Comunitario conservación de Alimento, Cuba, Patricio Yañez Rodríguez, Movimiento Agroecológico Chileno, Chile, Mario Gonzalez Novo, Red Latinoamericana de Investigación en Agricultura Urbana, Cuba, Alain Santandreu, IPES/PGU-ALC/UN-HABITAT Uruguay.

Coordinación
Gunther Merzthal, Alvaro Muriel, IPES/PGU-ALC/UN-HABITAT

Traducción
Isabel Aguirre

Revisión del texto
Mónica Rhon D. IPES/PGU-ALC/UN-HABITAT

Diagramación e Impresión: AH/editorial
tel.: (593-2) 2559732/35

Suscripciones
PGU-ALC/UN-HABITAT
García Moreno 751, entre Sucre y Bolívar
Teléfax: (593-2) 2282361 / 2282364 / 2282371
Casilla: 17-01-2505
E-mail: pгу@pгу-ecu.org
www.pгуalc.org
Quito - Ecuador

No. 9 FINANCIANDO LA AGRICULTURA URBANA

Setiembre 2003

(versión en español)

El aumento del interés del público y el apoyo político a la agricultura urbana ha creado una mayor demanda de información sobre mecanismos efectivos para financiar la agricultura urbana. Nos vamos a concentrar en dos niveles de discusión

a) ¿Cómo financiar los programas de agricultura urbana?

b) ¿Cómo satisfacer las necesidades de financiamiento de los agricultores urbanos?

Un llamado anterior para esta edición estaba relacionado con la iniciativa de UN-HABITAT, PGU y CIID, apoyada por RUAF, sobre Crédito e Inversión para la Agricultura Urbana. Las contribuciones a esta iniciativa enviadas desde la India, Nepal, Filipinas, Sudán, Kenya, Zimbabwe, Botswana, y América Latina (Ecuador y Brasil) fueron presentadas y discutidas en un taller realizado en Nairobi, Kenya, en mayo de 2002. Las experiencias se relacionaban con los siguientes temas: cooperativas, apoyo activo de municipalidades en actividades de producción y comercialización, iniciativas de inversiones privadas, y agricultura bajo contrato.

Algunos de estos casos serán in-

cludidos en este número así como también otras experiencias.

Nº 10 TECNOLOGIAS APROPIADAS PARA LA AGRICULTURA URBANA

Noviembre 2003

(versión en español)

Este número de la RAU busca presentar (micro) tecnologías innovativas que han sido desarrolladas y/o adaptadas en el entorno urbano, como por ejemplo tecnologías para espacios limitados o confinados (características de la agricultura en zonas urbanas), hidropónicos y organopónicos, tratamiento de aguas residuales e irrigación a pequeña escala, compostaje, procesamiento de productos urbanos, etc. Las experiencias incluidas en este número son sobre el desarrollo y uso de estas tecnologías, evaluando los pros y contras. Los artículos responden a preguntas como: ¿porqué y cómo estas tecnologías fueron desarrolladas?, ¿qué factores críticos tienen el uso de estas tecnologías?, ¿cómo pueden ser mejorados?, ¿qué políticas públicas existen o deben implementarse para apoyar el desarrollo y la capacitación sobre estas tecnologías?.

NO. 11 ACCESO A TIERRA, AGUA Y OTROS RECURSOS NATURALES PARA AGRICULTURA URBANA

Octubre 2003 (versión en inglés)

Un número creciente de ciudades y países está incluyendo la agricultura urbana en sus estrategias y programas para reducir la pobreza y reforzar la seguridad alimentaria urbana. Desde hace pocos años, varias Municipalidades y organizaciones de desarrollo locales han estado explorando diversas estrategias para reforzar el acceso de los pobres urbanos a la tierra para las actividades agrícolas. Algunas de estas estrategias se dirigieron en general a las familias urbanas pobres, otras a familias cuyas cabezas de familia son mujeres, a los inmigrantes que no tienen fuentes de ingreso, o a familias con problemas de SIDA/VIH, o personas discapacitadas. Estas estrategias fueron empleadas para (a) facilitar y/o asegurar el acceso de recursos a los pobres (o a uno de los grupos especificados) a la tierra urbana para el uso agrícola con el objetivo de reforzar la seguridad alimentaria urbana y le generación de ingresos; (b) facilitar la integración del pobre urbano en el Sistema socio-económico urbano y reforzar la confianza en si mismo y en el desarrollo de la micro-empresas; (c) estimular la participación de la comunidad en la utilización de la tierra urbana y el manejo del medio ambiente. En este número de la revista serán presentadas experiencias que ilustren estas estrategias.

VERSIONES EN ESPAÑOL, FRANCES, CHINO Y ARABE

La Revista AU es traducida al español, francés, chino y árabe por los socios del RUAF, que son responsables de su publicación y distribución.

Para recibir la versión en español de la revista envíe un correo electrónico a pгу@pгу-ecu.org / gunther@pгу-ecu.org incluyendo:

❖ Su nombre y/o el nombre de su organización

❖ Dirección postal, teléfonos, fax, dirección electrónica

Si desea recibir la revista en otro idioma, escriba a

ruaf@etcnl.nl



CONTRIBUCIONES

Nuestra política es tratar un tema específico en cada edición, pero siempre podemos considerar la posibilidad de publicar aportes sobre otros tópicos. Nos gustaría recibir artículos de hasta 2500 palabras, acompañados preferentemente de un resumen, cifras e ilustraciones (digitales) de buena calidad, y (hasta 10) referencias bibliográficas. Los artículos deben estar escritos de tal modo que un extenso grupo de interesados puedan realmente entenderlo. También recibimos con agrado cualquier información sobre publicaciones y vídeos recientes, fotos, cartas, información sobre talleres, cursos de capacitación, conferencias, enlaces en internet, redes, etc.