

Múltiples fuentes para usos múltiples: estudios de caso del uso de agua familiar alrededor de Cochabamba, Bolivia

Rocio Bustamante¹, John Butterworth², Ivan del Callejo¹, Alfredo Duran¹, Daniel Herbas¹, Benoit Hillion³, Magaly Reynaga¹, and German Zurita¹

¹Centro- AGUA, Universidad Mayor de San Simon, PO Box 4926, Cochabamba, Bolivia (Corresponding author: vhrocio@entelnet.bo)

²Natural Resources Institute (NRI), University of Greenwich, Chatham Maritime, ME4 4TB, UK (j.a.butterworth@gre.ac.uk)

³Institut National Agronomique de Paris-Grignon, France (benoit_hillion@yahoo.fr)

Resumen

Este artículo trata sobre una serie de estudios de caso del uso de agua familiar alrededor de la ciudad de Cochabamba en Bolivia. En particular, examina el uso múltiple del suministro de agua doméstica, y el uso por familias de múltiples fuentes para cubrir sus necesidades de agua para sus actividades domésticas y productivas. Como la ciudad se extiende, se alega que los usos productivos del agua como el riego de jardines o huertas probablemente tendrán demandas significativas en los nuevos sistemas de suministro de agua domésticos. Es igualmente probable que estos usos tengan un impacto importante, ya sea positivo o negativo dependiendo del punto de vista, de la disponibilidad global de recursos hídricos así como también de los medios de sustento de los usuarios de agua urbanos y peri-urbanos.

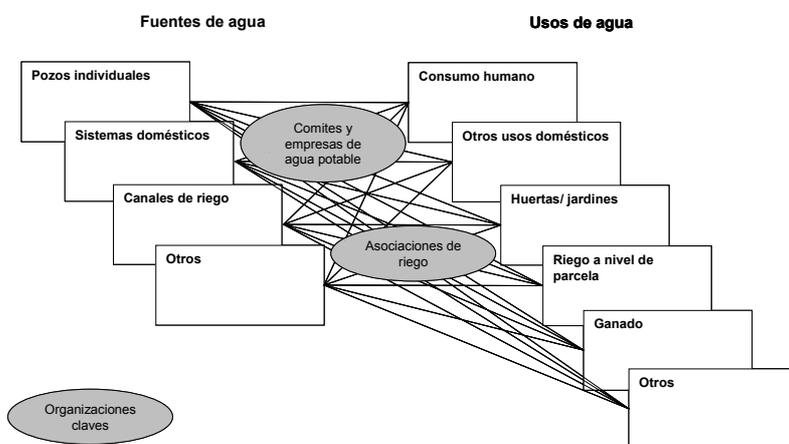
Palabras clave

Usos múltiples, suministro de agua, riego, urbano, peri-urbano, agricultura, Bolivia

Antecedentes

En general, diferentes instituciones y especialistas están comprometidos en satisfacer las necesidades de agua para uso doméstico y riego. En este aspecto, la situación de Bolivia es típica de muchos países en desarrollo (y desarrollados). Comités comunales de suministro de agua o empresas proporcionan el agua de uso doméstico, y una serie de comités de riego, asociaciones y autoridades desarrollan y manejan el agua de riego. Este enfoque segregado o sectorial, está siendo cambiando cada vez más a nivel internacional (Moriarty *et al.*, 2003). En

Figura 1 Múltiples fuentes de agua y usos



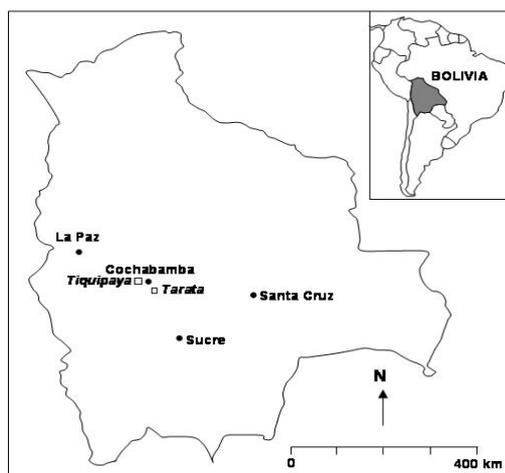
la realidad, el agua de riego se usa normalmente para el ganado o las necesidades domésticas, y el agua de uso doméstico se utiliza a menudo para actividades productivas en pequeña escala (Figura 1). Como veremos después en este artículo: pozos, tuberías u otros sistemas de agua, canales de riego y otras fuentes (como aguas residuales o almacen-

Por favor refiérase a este papel como:

Bustamante, R., Butterworth, J., Callejo, I. d., Duran, A., Herbas, D., Hillion, B., Reynaga, M. y Zurita, G. 2004. *Múltiples fuentes para usos múltiples: estudios de caso del uso de agua familiar alrededor de Cochabamba, Bolivia*. [en la red] Disponible en www.irc.nl (Fue leído [Fecha]).

adas) pueden encontrarse normalmente siendo usadas para un amplio espectro de usos incluyendo para consumo humano, otros usos domésticos como ser lavado, riego de pequeños jardines, riego a gran escala de terrenos, y para el ganado. Es normal encontrar múltiples fuentes siendo usadas para cualquier propósito particular, y para usos múltiples para ser asociado con cualquier fuente particular. Por consiguiente las personas y las comunidades tienen un enfoque integrado para el uso de agua (en áreas rurales, peri-urbanas y urbanas) que es raramente reflejado por las instituciones involucradas en la planificación, desarrollo y manejo de sus suministros de agua.

Figura 2 Localización de las zonas de estudio



Este artículo informa los hallazgos de dos estudios sobre usos de agua a nivel familiar emprendidos por estudiantes investigadores relacionados con el centro de investigación “Centro-AGUA” en Cochabamba, Bolivia (Herbas et al., 2003; Hillion, 2003). Ambos estudios, uno en Tarata-Arbieto y el otro en Tiquipaya, fueron estudios de caso detallados de una pequeña muestra de patrones de uso de agua a nivel familiar en estas diferentes áreas alrededor de Cochabamba.

Area de estudio

La ciudad de Cochabamba en el centro de Bolivia (Figura 2) se encuentra en el borde de los Andes y en la parte superior de la cuenca del Amazonas. El clima es templado pero relativamente seco, y con sólo una corta estación lluviosa entre diciembre y marzo, el riego tiene un impacto grande en la producción agrícola (Tabla 1). La ciudad está rodeada por valles productivos que incluso en los tiempos modernos sigue siendo la cesta de pan para el país en su conjunto, mientras que además está siendo vulnerable a los impactos de la urbanización. Tarata es un pueblo pequeño al sur-este de la ciudad, y Tiquipaya se localiza en las franjas peri-urbanas de la ciudad que crece rápidamente.

Tarata

Tarata se localiza a 35 km de la ciudad de Cochabamba en la provincia Esteban Arze. Es un pequeño pueblo comercial con una población de alrededor de 4000 personas. El pueblo se encuentra en una importante área agrícola, siguiendo el desarrollo extensivo del riego sobre todo en los años noventa. La gran represa Laka Laka en el Río Calicanto y su área de captación se localizan en el municipio de Tarata. Sin embargo, la mayoría de las

Tabla 1 Antecedentes estadísticos importantes para las áreas del estudio

	Tarata-Arbieto	Tiquipaya
Area (km ²)	326	320
Población (2001)		
-urbano	3323	26732
-rural	5392	11059
Pob. densidad (personas/ km ²)	26.7	118.1
Pob. crecimiento (% 1992-2001)	0.39	11.23
Temperatura media anual (°C)		16.4
Precipitación media anual (mm)	478.5	561.5
Evaporación potencial anual de la represa		1,883
Angostura (mm)		
Altitud (msnm)	2721	2610

áreas de riego aguas abajo se encuentran en el municipio vecino de Arbieta.

Además del cultivo y la cría de ganado, las actividades económicas más importantes en Tarata son la pesca, la elaboración y venta de chicha (una bebida de maíz), alfarería cerámica y pirotecnia. Ingresos relativamente bajos de las fuentes principales de sustento en el área – 88 % de las personas trabajan principalmente en agricultura, cría de ganado o trabajos de artesanía tradicional – ha producido niveles altos de migración temporal y permanente. En la provincia de Estaban Arze (1994) los ingresos medios anuales son sólo de 637 \$US pero son más altos en áreas urbanas (1211 \$US) que en las áreas rurales (577 \$US) (Bustamante *et al.*, 2004).

Tradicionalmente el trigo, maíz, alfalfa y papa han sido los cultivos más importantes en el área. Sobre todo en Arbieta, las árboles frutales de alto valor, las flores y las verduras son ahora más importantes como resultado del riego mejorado. La mayoría de los propietarios de tierras, posee propiedades individualmente y varía entre 0.5 y 10 ha (promedio de 1.2 ha por familia).

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Tarata (SEAPA-Tarata), una empresa municipal, suministra agua de uso doméstico al pueblo de Tarata principalmente de fuentes de agua subterráneas. El agua subterránea también se explota en las áreas rurales circundantes y de riego para complementar el agua superficial para riego y para el suministro de agua de uso doméstico particular o comunal. En Tarata, la tradicional separación entre los sectores domésticos y de riego también fueron confrontados por la empresa de suministro de agua. El año 2002, SEAPA promovió infraestructura física e institucional adicional (incluyendo una nueva organización, Asociación Agropecuaria Tarata o AGROTAR) para proporcionar agua adicional al pueblo y las áreas peri-urbanas circundantes para agricultura urbana, utilizando la asignación de “agua doméstica” de la represa. Esta agua resulto ser demasiada cara para ser tratada según las normas para consumo humano debido a la pobre calidad (el reservorio padece de elevadas cargas de sedimentos). Este desarrollo lamentablemente produjo un serio conflicto con los regantes de aguas abajo, que objetaron el hecho de proporcionar agua al pueblo para agricultura urbana. Este conflicto se discute en el artículo asociado por Bustamante *et al.* (2004).

Tiquipaya

Tiquipaya se localiza a 11 km al noroeste de la ciudad de Cochabamba y dada su proximidad a la ciudad que se expande, es un municipio de urbanización rápida. Sin embargo, debido a su topografía variada, la municipalidad tiene contrastes importantes en su geografía en distancias relativamente cortas. Al norte están las áreas rurales tropicales, en el centro están las montañas altas, y al sur cerca de la ciudad, el área del valle. Mientras que la urbanización es fuerte en el valle (el área urbana aumentó de 3 a 40% entre 1983 y 2003, y el crecimiento de la población excede el 11% por año) esta parte del municipio todavía mantiene un carácter agrícola relativamente fuerte basado en los sistemas de riego tradicionales.

Una serie de pequeños reservorios en la cuenca montañosa cosecha agua para el riego en la estación seca en el valle, siendo también importante para la pesca. Los derechos de agua en estos reservorios pertenecen a los miembros de varios sistemas de riego diferentes en el valle, aunque el agua se lleva usando el mismo cauce del río principal. El riego incluye producción agrícola muy intensiva que incluye flores, lechería y producción hortícola. El área de la cuenca también incluye reservorios de almacenamiento para agua de uso doméstico suministrada a la ciudad de Cochabamba y una pequeña planta de energía hidroeléctrica.

En el área peri-urbana de Tiquipaya, el suministro de agua para uso doméstico es manejado actualmente por un número grande de asociaciones comunales relativamente pequeñas, y una asociación más grande para el centro urbano (proporcionando agua superficial parcialmente tratada). Los comités de agua más pequeños típicamente manejan sistemas de agua conducidos por tuberías que benefician a 50-200 familias de una fuente de agua subterránea. Se cobran tarifas de agua a los usuarios para financiar el mantenimiento, aunque a veces nuevas inversiones en los sistemas son financiadas también por la municipalidad u otras instituciones gubernamentales. Se considera que estos sistemas autónomos funcionan bastante bien, el agua es a menudo disponible 24 horas al día, y las tarifas de agua mensuales son bajas (1-1.5 Bs/mes o 0.13-0.19 \$US comparadas con las tarifas normales de 0.4-0.5 \$US en áreas urbanas (Ministerio de Servicios y Otras Públicas, sin fecha)) aunque el rendimiento es variable y uniendo las cuotas pueden ser altas (alrededor de 300-500 \$US). Una fortaleza particular es el nivel alto de participación y propiedad de la comunidad en su funcionamiento.

Sin embargo, un proyecto amplio de agua y alcantarillado (el proyecto EPSA-Macoti) que esta siendo planificado actualmente producirá cambios mayores. Se planea el desarrollo de nuevas fuentes de agua y trabajos de tratamiento de agua para proporcionar volúmenes de agua a los sistemas existentes y satisfacer las necesidades de nuevos usuarios, y se construirán una red del desagüe de aguas residuales y una planta de tratamiento. Este proyecto ha sido muy polémico, con muchas preocupaciones expresadas y manifestaciones sostenidas, incluyendo objeciones a: una pérdida percibida de control y involucramiento de la comunidad, el alto costo del proyecto y préstamos asociados, y las elevadas tarifas de agua y alcantarillado que podrían imponerse como resultado. Woudstra (2003) estimó que un volumen medio de agua proporcionado por el nuevo sistema costaría a las familias el 11% de su ingreso medio (además de un adicional de 11% para el alcantarillado) comparado con los costos existentes que son equivalente al 3.5-6.5 % del ingreso (y cerca de los rangos aconsejados por los gobiernos de 3-5 %).

Metodología

Ambos estudios incluidos en el presente artículo, fueron estudios de caso detallados de muestras pequeñas para investigar los patrones de uso de agua a nivel familiar de estudios de caso de familias representativas. Sin embargo, estas familias no fueron seleccionadas al azar y el pequeño tamaños de la muestra (un total de 11 familias) limita las conclusiones que pueden determinarse. Los métodos de estudio y recolección de datos empleados se resumen en la Tabla 2.

Hubieron algunas diferencias importantes en las metodologías adoptadas en los dos estudios de caso. En Tarata-Arbieto, se entrevistaron a las familias sobre el uso de agua durante un ciclo anual pero basadas en pocas visitas cortas. En Tiquipaya, se hicieron observaciones extensivas (se observó el uso de agua durante los días enteros) para complementar las entrevistas pero éstas sólo se enfocaron en el periodo de agosto a octubre del 2003 que es el periodo más seco del año. En Tarata-Arbieto las familias del estudio de caso incluyeron a tres familias en el área de riego en Arbieto, dos familias con huertas (jardines) en el área peri-urbana o urbana de Tarata, y dos familias involucradas en el uso de agua productivo no-agrícola en Tarata. En cada área, se hizo un esfuerzo por seleccionar una familia más pobre y una familia mejor acomodada aunque esto era sólo indicativo. En Tiquipaya, las familias estudiadas fueron involucradas en un estudio previo en 1994, incluye tres familias en la zona central y una en el norte. Estas familias han sido seleccionadas con el propósito de cubrir la variación de sistemas de producción en el área peri-urbana de Tiquipaya.

Tabla 2 Resumen de metodologías empleadas en las dos áreas de estudio

	Tarata-Arbieto	Tiquipaya
Número de familias	7	4
Selección de familias	<p>Muestra útil de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 familias en el área de riego (Arbieto), • 2 familias con <i>huertas</i> en Tarata (una en el área peri-urbana y otra en el pueblo), • 2 familias en Tarata sin <i>huertas</i> pero involucradas en otras actividades productivas. <p>En cada área se identificaron una familia bien acomodada y una familia más pobre basadas en estudios anteriores, el conocimiento local y las sugerencias de contactos importantes.</p>	<p>Muestra existente (4 familias estudiadas a detalle) de un estudio anterior realizado por Saenz (1994) que era basado en representar la variación de la producción agrícola y la disponibilidad de agua</p>
Métodos de recolección de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas estructuradas con cada familia • Medición de superficies de tierras • Observación de actividades de riego (y medición de volúmenes de riego a nivel de campo usando aforadores) • Observaciones y estimaciones (e.g. rendimientos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas semi estructuradas • Observación participante en periodos extensos incluyendo mediciones y estimaciones del uso del agua en todas las actividades • Observaciones y estimaciones (e.g. rendimientos)
Tiempo de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas cortas de Mayo a Agosto del 2003 (estación seca con riego intensivo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas extendidas de Agosto a Octubre del 2003 (estación seca con riego intensivo)
Indicadores/ análisis	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua total por familia (m^3 / lpcd) • Extracción de agua de diferentes fuentes (m^3 / lpcd) • Uso de agua para diferentes actividades (m^3 / lpcd) • Costos de agua de diferentes fuentes ($\\$/m^3$) • Beneficio por actividades ($\\$) • Productividad del agua por actividades ($\\$/m^3$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua total por familia (m^3 / lpcd) • Extracción de agua de diferentes fuentes (m^3 / lpcd) • Uso de agua para diferentes actividades (m^3 / lpcd)

En la tabla 3 se resumen algunas características de las familias del estudio de caso, incluyendo las principales actividades de la familia o de sus miembros componentes, y el acceso a fuentes de agua. Además de las principales actividades identificadas, muchas familias tienen otras fuentes menores de alimentos o ingresos incluyendo la cría de ganado menor como ser cuyes y pollos. Las familias típicamente incursionan en una serie de actividades diversificadas, y utilizan múltiples fuentes de agua en éstos (ver la caja 1 por ejemplo).

Caja 1 Múltiples fuentes y usos múltiples

En una parcela de 2500 m² en Tiquipaya una familia [9], o podría decirse tres familias relacionadas, tienen un interesante patrón de uso de agua.

- Una familia (9a) no tiene una conexión de agua potable pero usa agua de un pozo excavado para lavar ropa, limpiar la casa y para las vacas, flores y la huerta con pimienta y plantas medicinales. Ellos usan el agua de riego del canal para cultivar maíz y alfalfa para las vacas pero usan el agua del pozo para riego complementario de cultivos de alfalfa cuando las plantas sufren de estrés hídrico. Ellos consumen 20 litros de agua potable por día para cocinar y beber de un pozo de otra casa, y se bañan usando el agua de la tercera casa.
- La segunda familia (9b) tiene una conexión de agua potable (ellos comparten el agua con la familia 9a) pero no usan el pozo excavado. Tienen también acceso al agua del canal de riego y riegan maíz.
- En la tercera casa vive un electricista que no riega ningún cultivo. Además el tiene una conexión domiciliar de agua potable, el depende del agua del pozo excavado para construir su casa, ya que esta es mas barata que usar el agua potable.

Tabla 3 Principales características de las familias de estudio de caso

Código	Localización/ tipo	Condición de riqueza	Tamaño familiar	Area de propiedad (total ha)	Principales actividades de la familia	Tipos de fuentes de agua
1	Tarata-Arbieto	Pobre	6	0.312	Agricultura bajo riego <i>Canalero</i> Migración (Argentina)	Reservorio <i>Riadas</i> (crecidas de tormentas) 2 pozos excavados (además de uso doméstico)
2	Tarata-Arbieto	Pobre	6	0.5	Agricultura bajo riego Operador de la represa	Reservorio <i>Riadas</i> Pozo
3	Tarata-Arbieto	Mejor acomodada	3	1.5	Fruticultura bajo riego (duraznos) Vacas lecheras Elaboración de queso Cerdos	Reservorio <i>Riadas</i> 3 pozos excavados 1 pozo perforado Agua de uso doméstico por cañería
4	Tarata-periurbano (con huerta)	Pobre	3	1.4	Agricultura bajo riego Agricultura a secano Profesor jubilado	Reservorio Rio Lorohuachana Pozo perforado comunal <i>Riadas</i> Agua de uso doméstico por cañería
5	Tarata-pueblo (con huertas)	Mejor acomodada	1	0.04	Agricultura bajo riego Agrónomo retirado	Agua de uso doméstico por cañería (SEAPA)
6	Tarata-pueblo	Pobre	5	0	Elaboración de <i>chicha</i> Textiles Arreglos florales Migración (US) Profesor	Agua de uso doméstico por cañería (SEAPA)
7	Tarata-pueblo	Mejor acomodada	5	0	Pequeño restaurant	Agua de uso doméstico por cañería (SEAPA)
8	Tiquipaya-Norte	-	11	0.9	Cultivos de flores, alimentos y forraje bajo riego Chofer de camión Venta de flores	<i>Mita</i> (caudal básico) Reservorios (Lagum Mayu, Chankas, Piscina de Montecillos) Agua de uso doméstico por cañería (Montecillos)
9*	Tiquipaya-Central	-	6	1	Cultivo de hortalizas, alimentos y forraje bajo riego Vacas lecheras Secretario de la asociación de regantes Sastre Electricista	Reservorios (Lagum Mayu) Pozos excavados Agua de uso doméstico por cañería (Canarancho)
10	Tiquipaya-Central	-	4	0.16	Hortalizas bajo riego Carpintero Venta de productos agrícolas Trabajo en un restaurant Cerdos	Agua superficial (sin derechos) Agua de uso doméstico por cañería (Villa Esperanza)
11	Tiquipaya-Central	-	10	3.5	Forraje bajo riego Vacas lecheras Carpinteros (2) Contador Cerdos	<i>Mita</i> (caudal básico) Reservorios (Lagum Mayu, SNR1 Angostura) Agua residual mezclada con agua de vertiente (Cala Cala) (40%) Agua de uso doméstico por cañería (Chiquicollo)

Nota: * En análisis sub secuentes, dos familias (9a y 9b) fueron consideradas como familias separadas. Una tercera, una familia no agrícola en la misma parcela no fue estudiada.

Como se discutió anteriormente, las fuentes de agua en las zonas de estudio incluyen pozos, suministros domésticos conducidos por tuberías, y canales de riego que distribuyen agua superficial. Cada uno de estos tipos principales de fuentes se encuentra en muchas variedades diferentes. Los pozos pueden ser excavados a mano o perforados, de propiedad privada o comunales. Los sistemas domésticos distribuyen agua subterránea y superficial tanto a los domicilios como a las pilas comunales. Los canales de riego distribuyen agua que puede ser el flujo base (mita), agua almacenada que se suelta de los reservorios, y los flujos altos del río (riadas): cada tipo de agua superficial típicamente tiene derechos de uso diferentes. Hay otras fuentes también: los aguateros que distribuyen agua en algunas áreas urbanas, y las aguas residuales domésticas e industriales que se utilizan para riego.

Resultados y discusión

La dependencia de las familias sobre múltiples fuentes de agua se ilustra en la Tabla 4. Cuando la precipitación calculada (sólo para familias con códigos 1-5) era una fuente importante (no agua de lluvia cosechada o almacenada, pero la cantidad estimada de lluvia usada por los cultivos a secano), incluso para las familias con acceso al riego. De hecho para las familias estudiadas en Tarata en el principal sistema de riego (familias 1-3), la lluvia, el agua superficial (del reservorio o riadas) y los pozos eran aproximadamente igual de importantes en volumen. El agua doméstica conducida por tuberías considerada para una proporción pequeña del uso de agua total, entre 1 y 6 % para las familias rurales y periurbanas, salvo para la familia 5 que utiliza esta agua para una huerta y las dos familias solamente dependientes del agua de uso doméstico en el pueblo de Tarata (familias 6 y 7). Sin embargo como se discute después, no es el volumen, sino la seguridad y conveniencia de uso que hace al agua de uso doméstica conducida por tuberías, valiosa para algunas actividades productivas.

Estacionalmente otras fuentes menores, como ser las vertientes, también pueden estar disponibles para estas familias. En Tiquipaya, la familia 11 mezcla aguas residuales con agua de una vertiente (a una proporción 60:40) por regar alfalfa y para el ganado. Este agricultor piensa que en el futuro él tendrá que contar cada vez con más y mas agua residual debido a la disminución de los niveles del agua subterránea asociada con la explotación indiscriminada de este recurso que afecta el caudal de la vertiente.

Tabla 4 Uso actual de diferentes fuentes de agua por familia

Código	Precipitación %	Agua superficial %			Pozos %	Agua de uso doméstico por cañería	Otros (e.g. agua residual)	Uso total (excepto precipitación)		
		Reservorio	Mita	Riadas		%	%	m ³ / mes	m ³ / año	Lpcd
1	19	39	0	5	37	0	0	-	3745	1387
2	44	37	0	16	2	0	0	-	2578	659
3	32	24	0	9	33	3	0	-	10558	6532
4	79	7	0	13	0	1	0	-	4012	761
5	42	0	0	0	0	58	0	-	216	342
6	0	0	0	0	0	100	0	-	172	94
7	0	0	0	0	0	100	0	-	138	76
8	-	77	22	0	0	1	0	3381	-	10245
9-a	-	83	14	0	2	1	0	425	-	4720
9-b	-	0	98	0	0	2	0	256	-	2843
10	-	94	0	0	0	6	0	203	-	1693
11	-	22	19	0	0	1	58	3296	-	10987

Notas: Los datos para las familias 8-11 (Tiquipaya) fueron calculadas durante Agosto-Octubre, la estación mas alto de uso de agua. La precipitación no es considerada para estas familias. La precipitación también es excluida de los cálculos del uso total.

Caja 2 Agua doméstica para riego complementario y ganado

En Tiquipaya, la familia 8 paga una tarifa fija por el agua doméstica, sin tener en cuenta la cantidad usada. Algunas veces, el agua doméstica es usada para complementar el agua de riego del canal:

- Los nuevos plantines de flores necesitan poco de riego cuando son trasplantados, pero a menudo el agua de riego no está disponible en el momento óptimo de plantación (cuando los plantines están listos o la mano de obra está disponible) porque los turnos de riego son en momentos fijos. Por lo que en septiembre del 2003, la familia usó una manguera para tomar agua de dos pilas, de la propia y de la de un vecino (un caudal total de 0.3 l/s por 8 horas haciendo un total de 8640 litros) para empezar el cultivo de crisantemos (tamaño de parcela de 665 m²). Otras familias en este área adoptan similares prácticas.
- En otra parcela donde se cultivan flores (el principal ingreso de la familia) no hay a menudo bastante agua del canal para adicionalmente regar una pequeña parcela de alfalfa (340 m²) que es usada como forraje para los conejos o vendida a los vecinos. El agua doméstica a menudo se usa (aproximadamente una vez al mes en la estación seca) para completar el riego de esta parcela (2.1 m³/mes)

En Tarata, la familia 3 además paga una tarifa fija por el agua doméstica:

- Un volumen grande de agua doméstica se usa por regar una manada de 11 vacas que se ordeñan para la producción de queso, aproximadamente cuatro veces la cantidad consumida para los usos básicos de la familia.

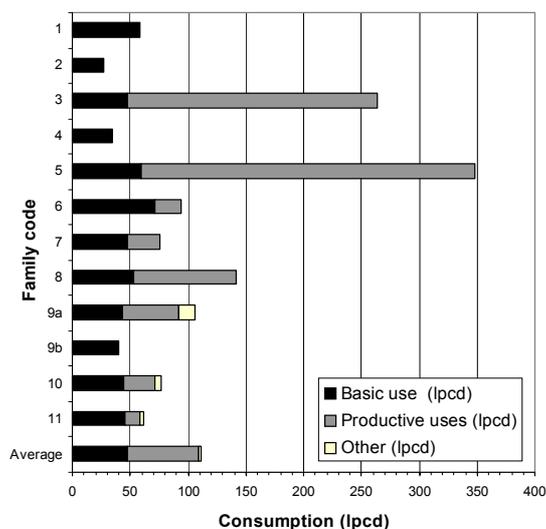
Tabla 5 Uso de agua doméstica por familia

Código	Tarifa del agua de uso doméstico	Uso básico (lpcd)	Usos productivos (lpcd)				Otros usos (lpcd)	Uso total (lpcd)
			Huerta/cultivos	Ganado	Otros	Total		
1	na	58.1	0	0	0	0	0	58.1
2	na	27.2	0	0	0	0	0	27.2
3	Fixed (7 Bs/ month)	48.0	38.0	178.0	0	216.0	0	264.0
4	Variable (1.2 Bs/m ³)	35.0	0	0	0	0	0	35.0
5	Variable (1.2 Bs/m ³)	59.0	289.5	0	0	289.5	0	348.5
6	Variable (1.2 Bs/m ³)	71.6	0	0	22.5	22.5	0	94.1
7	Variable (1.2 Bs/m ³)	48.0	0	0	27.5	27.5	0	75.5
8	Fixed (10 Bs/month)	53.4	28	0	60	88	0	141.4
9-a	na	42.9	19	30	0	49	14.3	106.6
9-b	Variable (1.05 Bs/m ³)	40	0	9.3	0	9.3	0	49.3
10	Variable (1.4 Bs/m ³)	44.0	12.0	12.0	3.4	27.4	5.8	77.2
11	Variable (1.5 Bs/m ³)	45.4	0	12.5	0	12.5	3.7	61.6
	Promedio	47.7	-	-	-	61.8	2.0	111.5

Hay además una variación grande en el uso de agua total por las familias que reflejan ambos la naturaleza de los recursos de agua disponibles, y el tipo y escala de actividades diferentes en las que las familias están involucradas. Por ejemplo las familias 6 y 7, sólo con acceso al agua doméstica conducida por tuberías y utilizando el agua solamente para uso doméstico o empresas en pequeña escala, consumió 94 y 76 lpcd respectivamente. En contraste, familias como la 8 y 11 con acceso al agua de riego del canal usaron más de 10000 litros por persona por día (lpcd) excluyendo la lluvia.

En la Tabla 5 (y la Figura 3) se resume la utilización de agua doméstica suministrada en cada familia. El promedio del total de agua doméstica usada por las familias era 111.5 lpcd. Esta cantidad es relativamente alta para los niveles de países en desarrollo (el objetivo de la Organización Mundial de la Salud es 50 lpcd) pero es bastante típico en América Latina. Había también una variación grande de un nivel bajo de 27 lpcd para la familia 2 que usan un pozo para agua doméstica y tienen acceso a varias otras fuentes para riego y otros propósitos, a un nivel alto de 349 lpcd para la familia 5 donde el relativamente mejor acomodado único residente usa cantidades significativas de agua doméstica conducida por tuberías para regar

Figura 3 Consumo de agua doméstica para usos básicos y productivos



una huerta. En promedio, un poco más de la mitad de estos 111.5 lpcd promedio per cápita del consumo de agua doméstico (61.8 lpcd) fue usado para actividades productivas como ser el riego de huertas, agua para el ganado, u otras empresas como la elaboración de chicha (cerveza local), mientras que menos de la mitad (47.7 lpcd) se usó para las necesidades básicas (beber, lavar, cocinar). Algunos ejemplos de usos productivos del agua doméstica son incluidos en la Caja 2.

El tamaño de la muestra es demasiado pequeña para determinar conclusiones con respecto al impacto del tipo de tarifa y el precio del agua (u otros factores) en la cantidad de agua

doméstica usada para las actividades productivas, sin embargo en la Tabla 5 se indican además las tarifas. Para las dos tarifas, fijas y variables, hay casos que muestran niveles altos de usos productivos. Esto implicaría que algunas personas están a favor de pagar por agua extra para las actividades productivas, o que los precios volumétricos son demasiado bajos para tener impacto en la demanda. Sin embargo otra evidencia, particularmente de entrevistas con familias en Tiquipaya, sugiere que las tarifas volumétricas y el precio son un factor importante en el uso de agua doméstica para las actividades productivas, y que las familias con medidores de suministro de agua minimizan cuidadosamente el uso de agua doméstico para estas actividades (Caja 3 y Hillion, 2003). Los hallazgos informados en la Tabla 6 (aunque solo de Tarata) apoya estas últimas observaciones.

Caja 3 El costo alto del agua doméstica medida restringe los usos productivos

The cabeza femenina de la familia 10, además en Tiquipaya, tiene una pequeña parcela de verduras que son regadas cada día usando agua doméstica por baldes (60 litros por día en la estación seca). Las mangueras no son utilizadas por las familias que tienen que pagar por el agua doméstica por volumen. Una cantidad similar de agua (60 litros/día) es usada por sus chanchos. El uso de agua doméstica es importante además para lavar las verduras para la venta. Otras verduras e.g. brócoli, puerro crecen en parcelas grandes usando agua de riego del canal. Sin embargo, cuando el canal de riego no está disponible para estas tierras, especialmente el puerro, ella no usa el agua doméstica debido al alto costo y ella dice que podría más bien perder el cultivo que provocar cuentas elevadas.

El costo del agua doméstica en Tarata, 0.15 \$us/m³ (1.2 Bol/m³), es relativamente alto comparado con los ingresos calculados para muchos cultivos bajo riego (en parte porque sólo se estudiaron cultivos de campo como maíz y papa – deben esperarse que los ingresos del cultivo de verduras deben ser mucho más altos), aunque el agua de riego para las huertas proporcionado por AGROTAR (y el agua de riego en Arbieta) es mucho más barato y probablemente más económico comparado con los ingresos posibles. Debe esperarse por consiguiente que el uso de agua doméstica para los usos productivos sea confinado a los cultivos de más alto valor y actividades (incluyendo el ganado), al uso ocasional para complementar otras fuentes sobre todo la lluvia y el agua de canal de riego (como se ve en los ejemplos de Tiquipaya en la Caja 2), o donde los motivos de los usuarios de agua son sociales, medioambientales y recreativos así como económicos. En Tarata, hay una fuerte tradición e identidad asociados con el cultivo de huertas por ejemplo.

El agua de riego se además comúnmente usada para algunas actividades domésticas e.g. lavado de ropa o agua para el ganado. En Tiquipaya, el lavado de ropa a lo largo de los canales de riego es una práctica común pero no consuntivo porque el agua es regresada al canal de riego, aunque contaminada. Generalmente las personas usan agua de riego para lavar ropa, no para ahorrar agua doméstica, sino porque es más práctico usar el agua del canal que tiene un flujo bueno por enjuagar la ropa. También se usa a menudo el agua del canal de riego para regar jardines de flores alrededor de las casas para minimizar el uso de agua doméstico. Los canales de riego son además importantes fuentes de agua para el ganado.

Tabla 6 Ingresos de actividades y productividad del agua por familia (solo Tarata-Arbieto)

Código	Actividad	Ingresos (\$us)	Ingresos (\$us/ha)	Productividad (\$us/m ³)
1	Maíz	78.92	631.4	1.32
	Papa	77.42	1238.8	0.22
2	Maíz	54.42	435.36	0.14
	Papa	309.67	1238.68	0.48
	Trigo	49.03	392.24	0.23
3	Maíz	110.45	441.8	0.31
	Durazno	14451.6	11561.3	2.42
	Queso	2218.1*	-	22.40
4	Maíz	42.5	340	0.01
	Papa	348.38	1393.5	0.80
	Trigo	412.9	412.9	A secano
5	Maíz	55.5	1380.6	0.53
6	Restaurante	136.8*	-	-
7	Elaboración de chicha	2709.7*	-	72.26
	Artesanías textiles manuales	458.1*	-	-
	Arreglos florales	588.4*	-	-

*Dato solo de empresas y no en base a hectárea

**El costo del agua doméstica es de 0.15 \$us/m³ (1.2 Bol/m³), el costo del agua de riego es de 0.04 \$us/m³ para huertas (0.28 Bol/m³), y el agua del canal de riego en Arbieto alrededor de 0.001-0.002 \$us/m³ (además de las contribuciones de mano de obra)

*** Vegetales y otros cultivos menores son excluidos por lo que los ingresos por hectárea pueden ser altos.

Como hemos visto, las familias del estudio usan múltiples fuentes para usos múltiples, incluyendo el realizar el uso productivo de del agua doméstica incluso cuando otras fuentes de agua de riego pueden estar disponibles. De hecho estos usos productivos contabilizan aproximadamente mas de la mitad del consumo de agua doméstico. ¿Qué posibles lecciones pueden determinarse para los proyectistas de infraestructura, especialmente para los nuevos suministros de agua doméstica? ¿Y, que cambios a las reglas de gestión puede requerirse con respecto a los usos productivos del agua doméstica?

Como se mencionó antes, como el área se urbaniza y la población aumenta, la planificación en Tiquipaya se dirección a por mayores inversiones para actualizar los sistemas de suministro de agua y de alcantarillado. Claramente los estudios de caso presentados tienen implicaciones para el sistema de la EPSA-Macoti. La demanda relativamente alta (y potencial) para el uso de agua doméstica en actividades productivas en el área debe ser considerada, planificada y gestionada si las nuevas inversiones van a ser sustentables. Por otra parte, el alto uso de agua per cápita para los usos productivos del agua en algunas zonas probablemente será como comprometer el suministro de agua en otras partes bajas del sistema. Además, se perderán oportunidades de apoyar los medios de sustento a menos que estas demandas se cubran. Esto debe ser considerado de una manera integrada que tome en cuenta el papel de los sistemas de agua doméstica junto a otras fuentes de agua incluyendo la variabilidad en la disponibilidad y el acceso a varias fuentes pero sobre todo el agua del canal

de riego. Los usos productivos deben ser considerados en estudios de la valoración de los impactos sociales del agua y el alcantarillado, así como también en los estudios de planificación para estimar la demandas de agua y en el diseño hidráulico.

La realidad de los usos múltiples fue reconocida por la empresa SEAPA en Tarata que además de proporcionar agua segura de fuentes subterráneas a través de la red doméstica, buscó proporcionar adicional (y más barata) agua para agricultura urbana y peri-urbana a través de un sistema de canales. Este esfuerzo innovador se constituye en un ejemplo para otras empresas de suministro de agua. Es claramente pertinente en Tiquipaya donde ya hay un sistema extenso de canales de riego, y es probable que estos sistemas tengan que cambiar en respuesta a los procesos del urbanización. Sin embargo, hay otra lección importante de la experiencia de Tarata. A menos que se definen claramente y se negocien los derechos de los sistemas de riego y los sistemas de agua para uso doméstico, hay posibilidades para una considerable contestación y conflicto sobre los recursos hídricos en el corto plazo entre el riego y el uso doméstico i.e. sobre los usos productivos del agua a nivel familiar (Bustamante et al., 2004). ¿Hay potencial para problemas similares en Tiquipaya?

Claramente el conflicto en Tarata sobre el agua para agricultura urbana y peri-urbana era único. Sin embargo, la evidencia de los comités de agua en Tiquipaya sugiere que hay una falta de claridad alrededor del problema del uso productivo del agua a nivel familiar que inhibe la provisión apropiada de agua para apoyar estas actividades. A menudo los representantes de los comités de agua hablan sobre el uso del agua proporcionado por sus sistemas para fines domésticos. Estos usos domésticos claramente incluyen el consumo humano, la cocina, y el lavado de ropa, pero muchos comités de agua citan además el riego de jardines familiares como uso doméstico. En varias comunidades el agua proporcionada se usa para el ganado, y en un caso se dijo que si el agua no se usara para este propósito también entonces el uso de agua mensual sería tan bajo que el comité no molestaría para coleccionar los pagos. Algunos comités de agua han escrito sus normas que establecen los propósitos por los que el agua de uso doméstico puede y no puede usarse. Estas regulaciones a veces dicen que no puede usarse agua en actividades de construcción (o sólo a un costo adicional), para el lavado de vehículos, y esa agua no puede venderse o darse a los vecinos. A menudo estas regulaciones mencionan que no puede usarse agua doméstica para los propósitos agrícolas, esto se refiere al riego de parcelas mas grandes. Sin embargo, las regulaciones no están claras acerca de la escala a la que el riego de una parcela o huerta se vuelve una actividad agrícola prohibida.

Resumen y conclusiones

Aunque los resultados de los estudios incluidos en el presente artículo son solo indicativos y necesitan ser seguidos por estudios de investigaciones a escala grande, pueden realizarse unas cuantas conclusiones preliminares:

- La necesidad por usos múltiples fue reconocida por la empresa SEAPA en Tarata que además de proporcionar agua segura de fuentes subterráneas a través de la red doméstica, buscó proporcionar agua adicional (y más barata) para la agricultura urbana y peri-urbana a través de un sistema de canales. Similarmente, los diseñadores de la propuesta del sistema de agua y alcantarillado en Tiquipaya debe tomar en cuenta la demanda relativamente alta (y potencial) para el uso de agua doméstica para las actividades productivas en Tiquipaya y la necesidad de planificar de forma integrada para los usos múltiples de las múltiples fuentes. Caso contrario, se perderán oportunidades de apoyar los medios de sustento y el alto uso de agua per cápita para las actividades productivas puede comprometer el suministro en otras partes bajas del sistema.

- A nivel familiar, una proporción significativa (casi la mitad) de la denominada agua de uso doméstico suministrada en Tarata y Tiquipaya fue usada por las familias del estudio de caso para las actividades productivas: incluyendo el riego de huertas, agua para el ganado u otras empresas. Igualmente, el agua de riego se usa, en momentos, para propósitos domésticos.
- En algunos casos el agua doméstica proporciona la única fuente y realiza el riego en pequeña escala de huertas u otras empresas posibles. Más a menudo el agua doméstica proporciona una fuente complementaria importante y reduce los riesgos en plantaciones bajo riego donde el agua del canal es inadecuada o inestable. En general, las fuentes no-domésticas proveyeron una mayor cantidad de agua para propósitos productivos, pero las fortalezas de los suministros de agua doméstica son su disponibilidad (a menudo 24 horas por día), seguridad, y conveniencia.

Referencias

- Bustamante, R., Butterworth, J., Flierman, M., Herbas, D., den Hollander, M., van der Meer, S., Ravenstijn, P., Reynaga, M. & Zurita, G. 2004. *Medios de vida en conflictos: Disputas sobre agua para usos productivos a nivel familiar en Tarata, Bolivia*. [en la red] Disponible en www.irc.nl (Fue leído 1 March 2004).
- Herbas, D., Zurita, G. and Reynaga, M. 2003. *Usos del agua en Tarata*. Report de investigación no publicado. Centro AGUA, Cochabamba.
- Hillion, B. 2003. *Estudio de los multi-usos del agua de familias campesinas de Tiquipaya, Bolivia*. Unpublished research report. Institut National Agronomique de Paris-Grignon, France and Centro AGUA, Cochabamba, Bolivia.
- Ministerio de Servicios y Obras Públicas, undated. *Plan Bolivia: sector agua y saneamiento*. Ministerio de Servicios y Obras Públicas, La Paz.
- Moriarty, P and Butterworth, J. 2003. *The productive use of domestic water supplies: how water supplies can play a wider role in livelihood improvement and poverty reduction*. IRC Thematic Overview Paper [en la red] Disponible en www.irc.nl/page.php/256 (Fue leído 23 October 2003)
- Woudstra, R. 2003. Desempeño de los Comites de Agua Potable en Tiquipaya y análisis del Proyecto EPSA Macoti. Unpublished research report. University of Twente, Netherlands and Centro-AGUA, Cochabamba, Bolivia.

Agradecimientos

Los autores quisieran agradecer a todas las familias de Tarata, Arbieta y Tiquipaya quienes dieron su tiempo para participar en la investigación presentada. Los estudios fueron financieramente apoyados por el Centro AGUA, el grupo temático en “Usos Productivos del Agua a Nivel Familiar” (www.irc.nl/prodwat) coordinado por la IRC (International Water and Sanitation Centre, Delft, Holanda), y por el proyecto “Facilitating negotiations over land and water management in peri-urban Latin American catchments” (NEGOWAT) (www.negowat.org) financiado por la Comisión Europea y el Departamento Inglés para el Desarrollo Internacional (ICA-2002-10061 y el proyecto R8324). Sjoerd van der Meer proveyó información útil adicional sobre el funcionamiento de los comités de agua en Tiquipaya. A Benoit Hillion además le gustaría agradecer al Señor Prod’homme del Institut National Agronomique Paris-Grignon. La traducción de este documento fue realizada por Rigel Rocha.