

## MÚLTIPLES USOS DEL AGUA EN UNA CUENCA DE LOS ANDES Y SU RELACIÓN CON EL USO DEL SUELO

*Clara Eugenia Roa*<sup>18</sup>

La microcuenca Los Sainos, con 447 ha, está ubicada en el municipio de El Dovio (Valle del Cauca, Colombia), y comprende las veredas Bellavista y Los Sainos como se observa en la figura 10.1. El municipio se encuentra en el noroccidente del Departamento del Valle del Cauca (Colombia), en la cordillera occidental. La mayor altura en la vereda Bellavista es de 1.870 msnm y la menor altura en Los Sainos es de 1.570 msnm. En Bellavista nacen las quebradas Los Sainos y Arenosa, esta última se encuentra con Arenosita en la parte baja y luego se une con la quebrada Los Sainos para desembocar en Quebradagrande. En la microcuenca hay 58 casas de familia, dos escuelas, una casa de hospedajes en la vereda Bellavista de la Reserva El Ciprés y una casa para una organización de mujeres –Las Amigas del Buen Sabor– dedicadas a la preparación de alimentos.

Los usos del suelo en la microcuenca están relacionados con la ganadería, los cultivos, el cuidado de cerdos y de gallinas. Se observan grandes diferencias en los usos del suelo entre la parte alta y media frente a la parte baja. Mientras que en las dos primeras el porcentaje de bosque es de 15%, en la parte baja sólo es de 9%; la parte baja está más dedicada al pastoreo ya que tiene 59% de área dedicada a potreros y un porcentaje de área de 35% dedicada a cultivos, mientras que la parte media tiene 35% de área dedicada a potreros y 46% dedicada a cultivos, la parte alta dedica a los potreros un porcentaje de 29% y al cultivo 41%.

---

<sup>18</sup> Ingeniera Química, MSc en Ingeniería, Fundación Evaristo García

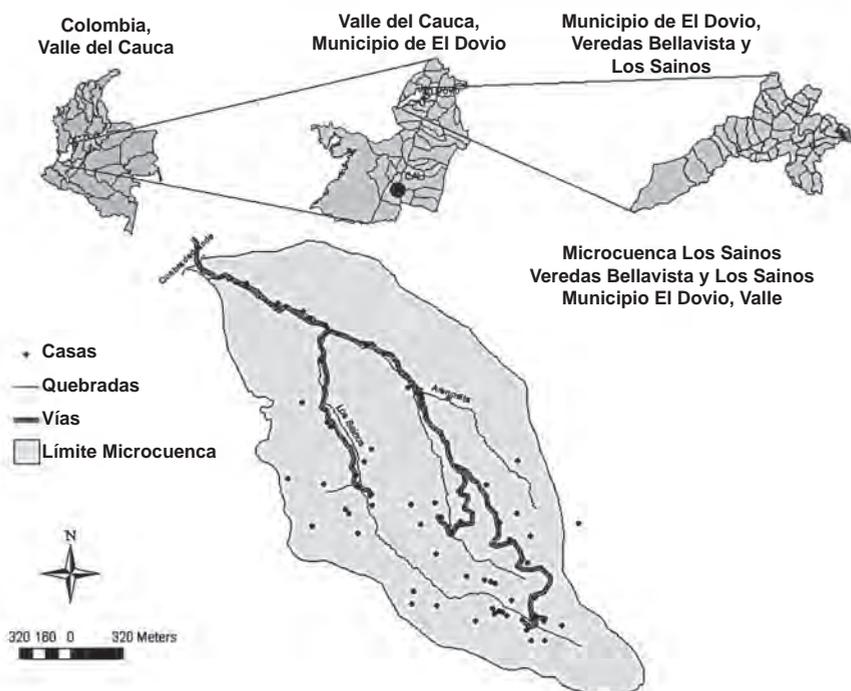


Figura 10.1 Localización de la microcuenca Los Sainos.

En cuanto a actividades pecuarias, en la figura 10.2 se observa una mayor población de gallinas (322 animales) en la parte baja, a diferencia de las partes media y alta que tienen 159 y 160 respectivamente, mientras que en la parte media no se crían tantos cerdos como en las otras partes de la microcuenca, siendo su población de sólo 21 cabezas comparada con la de las parte baja y alta con 80 y 88 respectivamente. Igualmente hay una población mayor de ganado en la parte baja igual a 89 cabezas, 19 más que en la alta y 39 más que en la media.

El 84% de las casas se surten de agua de la misma microcuenca, siendo la mayoría de las casas abastecidas por la quebrada Los Sainos (75%), la quebrada Arenosa abastece un 5% de las viviendas y la quebrada Arenosita un 3% (figura 10.3). Las fuentes de agua externas a la microcuenca son la quebrada Quebradagrande que surte un 13% de las viviendas y la quebrada La Estrella un 3%. La gran mayoría de las casas (88%) hierven el agua que consumen para beber y preparar alimentos. Sólo en siete casas no lo hacen, tres en la parte alta y media y una en la parte baja. En la parte alta hay ocho casas que utilizan filtros de arena y sólo una en la parte media. Dos casas utilizan tratamiento con cloro para desinfectar el agua.

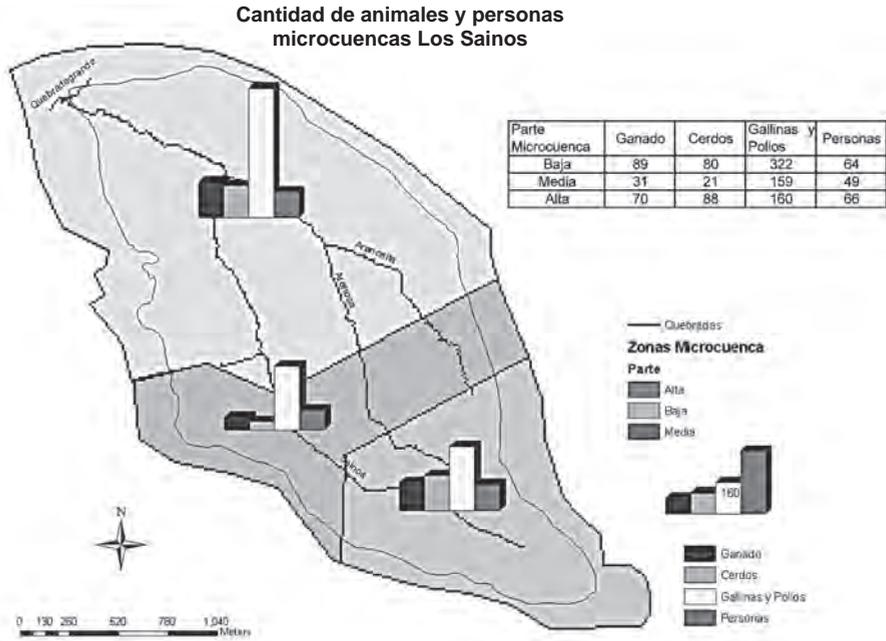


Figura 10.2 Población humana y animal en la microcuenca.

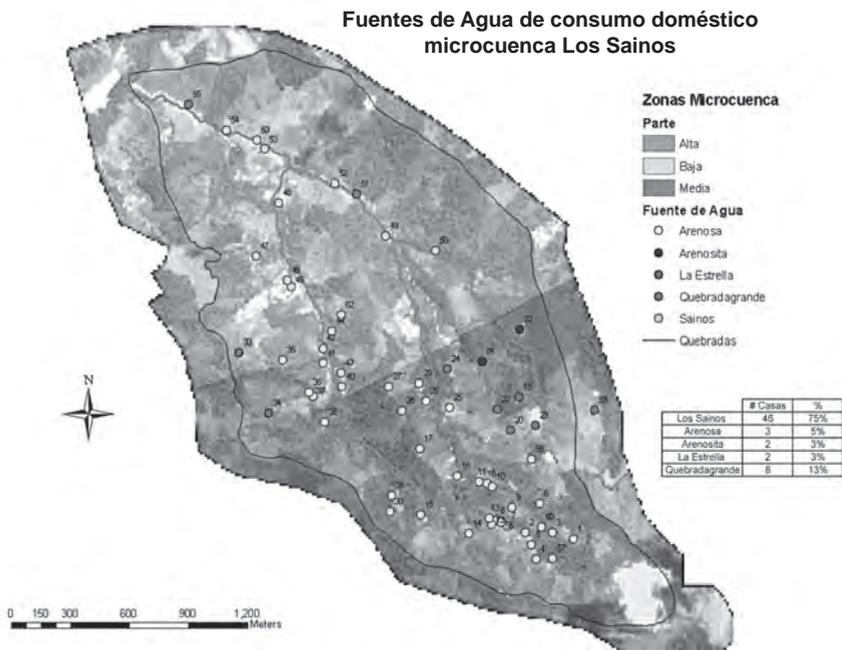
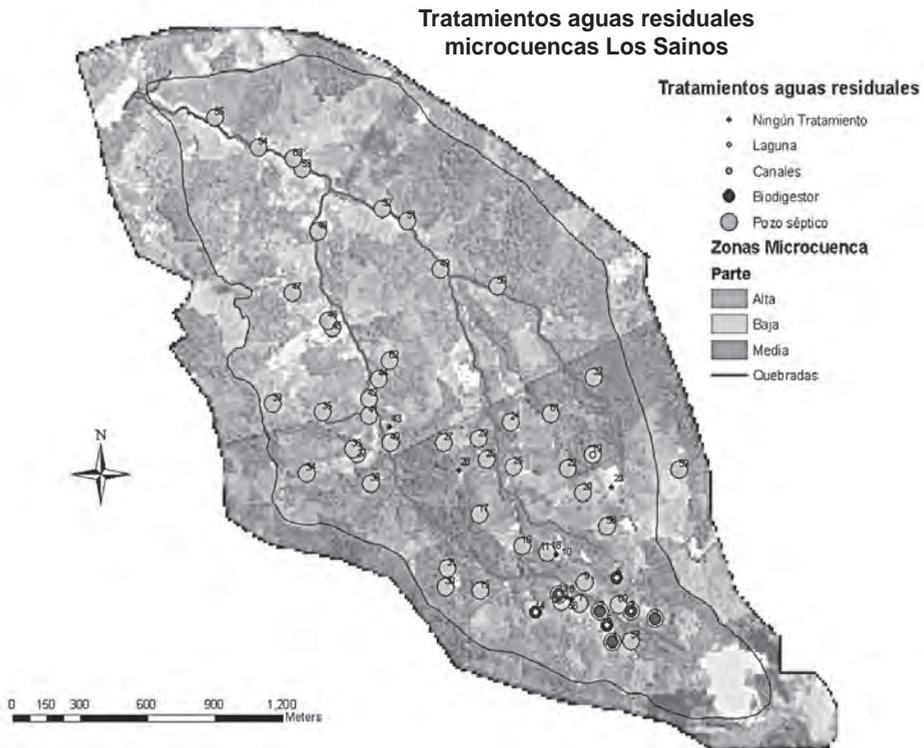


Figura 10.3 Abastecimiento de agua en las viviendas de la microcuenca.

Para el manejo de las aguas residuales se observa un mayor desarrollo de las tecnologías de tratamiento en la parte alta, donde además de existir pozos sépticos en la mayoría de las casas, existen biodigestores, canales con plantas acuáticas y en una casa una laguna (figura 10.4). Existen seis casas en toda la microcuenca que no cuentan con pozo séptico, cuatro en la parte alta, una en la parte media y una en la parte baja.



*Figura 10.4 Manejo de aguas residuales domésticas.*

## OBJETIVO

El objetivo de esta investigación era caracterizar los usos del agua con el fin de determinar la cantidad de agua que necesita una familia rural para las actividades domésticas y productivas, la cantidad de agua disponible en la cuenca para el total de familias que la habitan, y la calidad del agua disponible para relacionarla con las actividades agrícolas y pecuarias.

---

## METODOLOGÍA

Para desarrollar la investigación se convocaron los estudiantes de secundaria entre los 11 y 17 años residentes en la cuenca. Doce estudiantes participaron en el proyecto en las fases de planeación del trabajo de campo, el análisis de los resultados, la presentación de los resultados a la comunidad y la propuesta de mejoras. Para la medición de los consumos de agua y las comparaciones de consumos entre las 58 familias que viven en la cuenca, esta se dividió en tres zonas: alta, media y baja. Se midió el consumo en seis casas de cada zona para un total de 18 casas, usando un día para hacer la medición en cada zona desde las 7.00 a.m. hasta las 5.00 p.m. Los consumos por fuera de este horario se supusieron como 1/3 de excedente en lavado de platos, 1/3 de excedente en vaciado del inodoro y 1/3 de excedente en higiene personal.

Usando equipos sencillos como un cronómetro, una bureta, un balde y formatos de registro, se midió la cantidad de agua empleada para cada uso: lavado de platos, preparación de alimentos, bebida, ducha, lavado personal (manos y dientes), inodoros, lavado de ropa y aseo de la casa y otros usos domésticos como lavado de moto. También se midieron otros consumos como el riego de la huerta, riego de cultivo, bebida para gallinas, aseo y bebida para cerdos y lavado de café. Para la medición del agua saliente de mangueras o llaves (por ejemplo de la llave de la cocina o el lavamanos) se usó el método de la llave, midiendo el flujo en cada una de ellas y anotando el tiempo en el que está abierta, obteniendo así el volumen total. Para medir el agua consumida desde un tanque (por ejemplo en un lavadero), se midió el volumen del recipiente usado y las veces en las que se usó el recipiente, obteniendo el volumen total. La cantidad de agua disponible en el acueducto se midió en las dos bocatomas principales de la quebrada Los Sainos, la fuente de agua de mayor importancia, a través de aforos en los tubos de captación del agua. El aforo se hizo tomando el tiempo en que se llenaba un balde de un volumen determinado.

Se obtuvieron imágenes satelitales de la microcuenca. Sobre una imagen satelital (Ikonos, 2004) se ubicaron las quebradas y se hizo un reconocimiento, ubicando los nacimientos, las bocatomas y los tanques de almacenamiento de agua. Del mismo modo, se ubicaron los puntos de muestreo, se identificaron para ellos las zonas de influencia y las zonas de amortiguamiento, y el número de animales y personas que habitan sobre estas áreas. Se retomó adicionalmente información disponible para la zona correspondiente al año 2003 (Roa y Brown, 2005).

Se realizaron cuatro tipos de muestreo: muestreo exploratorio (1) con el fin de determinar los mejores puntos para el muestreo de línea base (2), que permitan continuar con un seguimiento en la calidad del agua, y

---

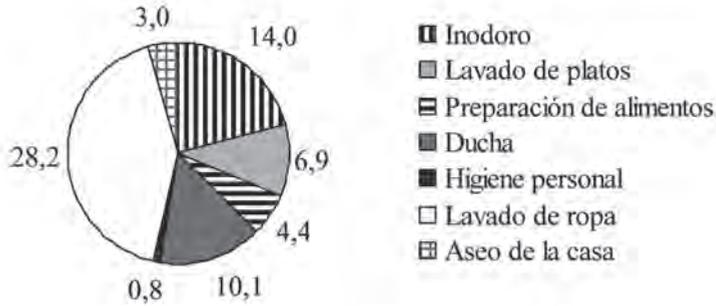
establecer los puntos más significativos en cuanto a cambios en la calidad del agua para el muestreo causa-efecto (3), y muestreo de cumplimiento (4) que permite comparar frente a los requisitos legales de calidad del agua. Para el muestreo exploratorio se midieron los siguientes parámetros: Conductividad, sólidos disueltos totales, pH, oxígeno disuelto, temperatura. Para el muestreo de línea base se midieron: los tres primeros anteriores y turbiedad, coliformes fecales y totales, dureza cálcica y total, nitratos y fosfatos. Para el muestreo de causa-efecto sólo se tomaron los parámetros de conductividad, sólidos disueltos totales, dureza cálcica y total y para el muestreo de cumplimiento se tuvieron en cuenta los mismos parámetros del muestreo de línea base, excluyendo dureza cálcica y total, nitratos y fosfatos.

## RESULTADOS

Una familia promedio de la microcuenca Los Sainos está constituida por 4 personas, con 1 perro, 10 gallinas, 5 cerdos y 5 cabezas de ganado, con 350 m<sup>2</sup> de cultivo, y un jardín alrededor de la casa, puede gastar 191 l/hab. día, en los usos domésticos y productivos, incluyendo riego de cultivos, y el cuidado de animales. Se debe tener en cuenta que este consumo corresponde a un día en el que hubo riego, sin embargo no todos los días se realiza esta actividad. Normalmente se hace cada tres días en temporada seca. Si esta misma familia tiene un cultivo de café, el consumo se incrementa para su procesamiento hasta 249 l/hab. día. Se debe tener en cuenta que el cultivo de café en esta zona no se riega y que este uso tampoco es de todos los días del año. Si además una familia tiene un estanque de peces en su finca, el consumo de agua se incrementa hasta 669 l/hab. día.

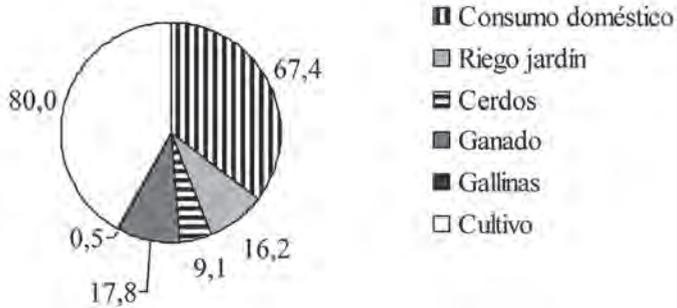
No se encontraron diferencias significativas entre los consumos domésticos de las partes alta, media y baja de la microcuenca de Los Sainos, aunque hay un mayor consumo en la parte baja de la cuenca de 83 l/hab. día frente a 66 y 70 l/hab. día de la parte media y alta respectivamente. La distribución del consumo promedio de las familias (67 l/hab. día) en la cuenca se muestra en la figura 10.5. Este consumo doméstico está por debajo del valor encontrado en Colombia, el cual va desde 80 hasta 240 l/hab. día (Corcho, 2005; López, 2006). Se anota que la implementación de inodoros de bajo consumo en la microcuenca realmente implica un menor consumo de estos artefactos en comparación con el reportado en la literatura (casi 50% del consumo doméstico). La figura 10.6 presenta la distribución del consumo incluyendo actividades productivas. Los consumos productivos de la microcuenca son en su mayoría para el cuidado de animales –cerdos, gallinas, ganado– y para riego de cultivos.

**Consumo de agua doméstico (l/hab/día)**



*Figura 10.5 Distribución del consumo promedio en la microcuenca Los Sainos.*

**Consumo por familia (l/hab/día)**



*Figura 10.6 Distribución del consumo incluyendo actividades productivas.*

En la tabla 10.1 se observa que para el ganado, el consumo de la microcuenca es inferior al relacionado en Ramírez (1992). Esta diferencia puede existir, al estar el ganado a campo abierto en la microcuenca y no usar agua para el lavado de establos, siendo únicamente utilizada para la bebida de estos animales. La cantidad usada para las gallinas en la parte baja y alta está dentro del rango establecido por Ramírez, pero se debe tener en cuenta igualmente que éstas se mantienen en el campo y no se usa agua para la limpieza de galpones y además, el número máximo de gallinas en una finca es de 20 animales aproximadamente. Para el cuidado de cerdos existe una diferencia levemente significativa entre el consumo de la parte alta y baja, siendo esta última superior en aproximadamente 35 l/cabeza día.

Tabla 10.1 Consumo pecuario en la microcuenca Los Sainos.

Tipo de uso	Consumo (l/unidad día)			
	Los Sainos			Literatura*
	Baja	Media	Alta	
Ganado	8	-	14	45
Cerdos	47	-	10	16
Gallinas (x100 animales)	21	15	37	20-40

\* Ramírez (1992)

Esto se debe a que las personas de la parte alta de la microcuenca usan llave en la manguera, lo que permite detener el flujo de agua en medio del remojo de las cocheras y la limpieza final, mientras que en la parte baja se deja la manguera abierta por aproximadamente media hora mientras se limpia cada una de las cocheras, barriendo el estiércol. Sin embargo, se encontraron otras formas de limpieza de las cocheras en la parte baja, que no tienen desperdicio de agua y es el uso de baldes con agua tomada desde un tanque de almacenamiento. Con la utilización de este método de uso de agua, el consumo es de 10 l/cabeza día, igual al usado en la parte alta de la microcuenca.

En la tabla 10.2 se observan los otros consumos medidos en la microcuenca. En la parte baja se midieron estos consumos en dos días diferentes. En la parte baja se ha prohibido el uso del agua del acueducto para el riego y por lo tanto las personas deben sacar el agua para este uso de una fuente distinta. Se observa entonces que el lavado de café, riego de cultivos y el agua usada para estanque con peces requieren mayor cantidad de agua y las fuentes para estos dos últimos es distinta al acueducto.

Tabla 10.2 Otros consumos

Tipo de uso	Otros consumos (l/día)			Parte alta
	Parte baja (primer día)	Parte baja (segundo día)	Parte media	
Riego de cultivo	260	13.675	-	320
Riego de jardín	28	-	-	42
Lavado de café	79	230	-	-
Fuga de agua	374	-	-	-
Estanque de agua		-	1.679	214

La tabla 10.3 muestra la cantidad de agua estimada para riego en litros/ciclo, es decir, la cantidad de agua necesaria para cada cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Para conocer la cantidad de agua en litros/ciclo con la información recolectada, se toma el agua consumida para cada cultivo en el área estimada y se multiplica por el número de días, pero teniendo en cuenta que en la microcuenca sólo se riega cada tercer día. Para comparar esta información con lo recomendado por la FAO (Food and Agriculture Organization), cuya medida es en milímetros de lámina de agua, se multiplica este dato por el área del cultivo y esto se lleva a litros. En la tabla 10.3 se observan las diferencias entre el agua usada para riego en la microcuenca Los Sainos y lo recomendado por la FAO (Doorenbos, 1986): los cultivos regados en Los Sainos con aspersor presentan mayor consumo de agua que el recomendado por la FAO y sólo el cultivo de repollo que es regado con regadera está por debajo del valor recomendado.

Tabla 10.3 Consumo de agua para riego

Cultivo	Ciclo (días)	Los Sainos			Recomendado por FAO*
		Área aproximada (m <sup>2</sup> )	Consumo (l/día)	Ciclo (l/ciclo)	Ciclo (l/ciclo)
Repollo	140	352	320	14.933	133.760
Fríjol	240	240	6.312	504.960	103.200
Pimentón	150	280	7.363	368.173	210.000
Habichuela	120	4	1.393	57.732	21.600
Pepino	250	476	12.282	1.023.475	54.740

\* Doorenbos *et al.* (1996)

Las buenas prácticas en el uso del agua observadas por los jóvenes investigadores durante las mediciones del consumo fueron las siguientes:

- Ahorro de 5 a 10 l/hab día en la descarga del inodoro al hacerlo sólo en caso de excretas.
- Reuso de agua de lavado de ollas para la alimentación de animales como cerdos (aguamasa) que corresponde a un reuso de aproximadamente 2 l/día.
- Uso de agua lluvia.
- Riego sólo en época seca.
- Flotadores en tanques de almacenamiento de agua y llaves terminales en mangueras.

---

Las prácticas inadecuadas observadas durante el muestreo, que aumentan el consumo de agua fueron:

- Fugas de agua (por ejemplo, de conexión de manguera a llave), desperdicio de aproximadamente 350 l/día.
- Mangueras abiertas innecesariamente por espacios de tiempo para el lavado de cocheras, desperdicio de 35 l/cabeza día aproximadamente.

La parte alta de la microcuenca –donde ha habido mayor influencia de organizaciones no gubernamentales como el CIPAV, Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria, que han apoyado el manejo sostenible de los recursos naturales– cuenta con tecnologías para un mejor uso del agua. Entre ella se tiene: utilización del agua lluvia, uso de flotadores en los tanques de almacenamiento de agua para impedir el desborde del agua, llaves en el extremo de las mangueras para el lavado de las cocheras y riego con regadera, lo que localiza más el agua en la planta.

Frente a la calidad del agua, los parámetros de *conductividad y sólidos disueltos totales* mostraron cambios en la calidad a lo largo de la cuenca. Aumentos en estos parámetros indican un impacto en la calidad del agua por descargas de aguas servidas provenientes de la limpieza de las cocheras (conductividad de 180 a 240 s/cm) y otro por un tanque séptico en mal funcionamiento (de 150 a 190  $\mu$ s/cm). En la parte superior de la cuenca en un área protegida, el agua proveniente de un humedal aumentaba su conductividad (de 80 a 140  $\mu$ s/cm) pero esto debido a la carga con sales naturales del suelo, comprobado luego con el parámetro de dureza cálcica y total (dureza total de 39 a 65 mg/l  $\text{CaCO}_3$ ).

Comparando los parámetros de calidad del agua de la cuenca frente al Decreto 475 de 1998 (vigente al momento del muestreo) para agua potable y agua segura –dado que no hay tratamiento de agua–, se cumple con los rangos establecidos para conductividad, sólidos totales, pH a excepción del humedal de donde no se capta agua, dureza cálcica y total y nitratos, pero incumple con los rangos de turbiedad, coliformes fecales y totales y fosfatos. Esto último debido a las descargas de las cocheras, pozos sépticos y el acceso del ganado a las corrientes de agua. En la misma microcuenca se encontró que los filtros de arena individuales para el tratamiento del agua de consumo directo son una solución efectiva y económica para eliminar microorganismos y llevar la turbiedad al rango aceptado (menor de 5 UNT). Frente a los rangos definidos para los usos recreativo, agrícola y pecuario según el Decreto 1594 de 1986 (pH, nitratos, coliformes fecales y totales) se cumplen todos los parámetros a excepción de los coliformes.

---

## CONCLUSIONES

El consumo doméstico rural en esta cuenca de los Andes (67 l/hab. día) es muy bajo si se compara con los estándares colombianos (89 a 240 l/hab. día) y aún cuando se considera el consumo para los usos que en el sector rural son básicos como el cuidado de los animales, el jardín, la huerta o los cultivos y para lavar el café, el consumo está sólo un poco por encima del máximo para los estándares colombianos (249 l/hab. día).

La comparación del consumo de agua de los usuarios frente a la disponibilidad de la fuente que los abastece, pone en alerta a las juntas administradoras del agua en el sector rural para la toma de medidas que mitiguen la escasez del agua en los años secos. Por otra parte, aún en zonas protegidas se encontraron coliformes fecales, lo que hace necesario un tratamiento para el consumo humano a nivel domiciliario si no se construye una planta de tratamiento.

La participación de los jóvenes fue clave para la apropiación del conocimiento y la participación de la comunidad en la presentación de los resultados, discusión de temas ambientales y alternativas de manejo. Realizar investigación en recursos naturales con jóvenes promueve el interés de los adultos, pues comparten las tecnologías que manejan y facilitan el intercambio de conocimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADERASA, Asociación de entes reguladores de agua potable y saneamiento de las Américas (2005). Base de datos e indicadores de gestión para agua potable y alcantarillado: Benchmarking
- CORCHO ROMERO FH (2005). Acueducto: teoría y diseño. Universidad de Medellín. Colombia
- DOORENBOS J, KASSAMAH, BERTNELSEN CLM BRANSCHIED V. (1996). Yield response to water. FAO. Irrigation and drainage. Paper 33. Italy
- IMAGEN IKONOS 06/15/2004, Proveedor Space Imaging, www.spaceimaging.com. Geo 1m Ortho Kit.
- LÓPEZ CUALLA RA (2006). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado. Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1984). Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984. Republica de Colombia.
- MINISTERIO DE SALUD (1998). Decreto 475 de 1998. En Diario Oficial No. 43259 del 16 de Marzo de 1998. República de Colombia.
- RAMÍREZ RM (1992). Guía de planificación del uso del agua. Estadísticas del recurso agua en Colombia HIMAT, Ministerio de Agricultura. Colombia.