

Capitulo XIV

Análisis económico para el diseño de políticas ambientales en el Lago de Tota



Claudia Durana
Economista. Consultora Ambiental

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. LA POLÍTICA AMBIENTAL Y SUS INSTRUMENTOS	2
3. TASAS POR USO DE AGUA: ASPECTOS LEGALES Y METODOLÓGICOS	2
3.1 Metodología para el cálculo de las TUA	3
3.2. APLICACIONES DE LA TASA POR USO DE AGUA EN COLOMBIA	6
4. DEMANDA HÍDRICA EN EL LAGO DE TOTA	6
4.1 Consumo de agua en la cuenca del Lago de Tota	6
4.1.1 Consumo doméstico	7
4.1.2 Consumo pecuario	7
4.1.3 Consumo agrícola	8
4.2 Consumo de agua en el Valle de Sogamoso	10
5 CÁLCULO DEL MONTO DE LA TASA POR USO DE AGUA EN EL LAGO DE TOTA	10
5.1 Cálculo del factor regional en la cuenca del Lago de Tota	10
5.2 Quiénes deben pagar las Tasas por Uso de Agua?	16
6 IMPACTO ECONÓMICO DE LAS TUA SOBRE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA	16
7 PROYECCIÓN DE RECAUDO DE TUA EN EL LAGO DE TOTA	18
7.1 Recaudo de TUA en cultivos de cebolla	18
7.2 Recaudo por el cobro de TUA en la industria	19
7.3 Recaudo para consumo agrícola, pecuario y doméstico en el Valle de Sogamoso	19
7.4 TUA para el acueducto de Aquitania	19
8 CONCLUSIONES	20
9 BIBLIOGRAFÍA	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Viviendas por Zona _____	7
Tabla 2. Consumo de agua para uso doméstico _____	7
Tabla 3. Consumo de agua para uso pecuario en la cuenca del Lago de Tota _____	8
Tabla 4. Frecuencia de riego en el cultivo de cebolla en el lago de Tota _____	9
Tabla 5. Consumo de agua para riego de cebolla en la cuenca del Lago de Tota _____	9
Tabla 6. Resumen del consumo de agua en la cuenca del Lago de Tota _____	9
Tabla 7. Índice de Escasez en la Cuenca del Lago de Tota _____	11
Tabla 8. Coeficiente de Escasez (Ce) en la Cuenca del Lago de Tota _____	11
Tabla 9. Coeficiente socioeconómico _____	12
Tabla 10. Factor Regional (FR) en la Cuenca Del Lago de Tota para consumo no doméstico _____	12
Tabla 11. Factor Regional (FR) en la Cuenca del Lago de Tota para consumo doméstico _____	13
Tabla 12. Valores de la Tasa por Uso de Agua en la Cuenca del Lago de Tota para uso no doméstico _____	13
Tabla 13. Valores de la Tasa por Uso de Agua en la Cuenca del Lago de Tota para uso doméstico _____	14
Tabla 14. Índice de escasez de la cuenca del Lago de Tota _____	14
Tabla 15. Cálculo del Factor Regional para el Lago de Tota _____	15
Tabla 16. Valor de las TUA para el Valle de Sogamoso _____	15
Tabla 17. Valor a pagar por TUA al año para los cultivadores de cebolla _____	17
Tabla 18. Costos anuales de producción de cebolla _____	17
Tabla 19. Proyección del Valor anual del recaudo de TUA a productores de cebolla _____	18

1. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas vulnerables, que por su importancia ecológica y económica y por el ritmo de deterioro al que se han visto sometidos, se han convertido en objeto de conservación a nivel mundial. Uno de los humedales de agua dulce más grandes de Colombia es el Lago de Tota, situado en el Departamento de Boyacá. La estrategia actual para su conservación se basa en un plan de ordenamiento y manejo de la cuenca complementado con los instrumentos de política ambiental disponibles para garantizar su conservación y uso sostenible.

La cuenca del Lago de Tota tiene un área de 22.375 has, conformados por 23 subcuencas agrupadas en este trabajo en 5 zonas. El Lago tiene una superficie de 5.596 has, con una capacidad de almacenamiento de 1.920 millones de metros cúbicos.

De la cuenca aferente al Lago hacen parte tres municipios, Aquitania, con el 72% del área de la cuenca, y Tota y Cúitiva en el área restante, cada uno con sus cabeceras municipales cuyos acueductos se surten de esta cuenca. Una de las características del Lago de Tota son los cultivos de cebolla que cubren cerca de 4.300 has de la cuenca (Plan de Ordenamiento del Municipio de Aquitania, 1997) y que han cambiado la economía tradicional campesina de la zona por una agricultura de tipo empresarial, transformando el paisaje de la cuenca (Raymond, 1990). Estos productores de cebolla riegan sus cultivos con agua del lago y sus afluentes.

Por otra parte, del lago se extrae agua de la que se proveen las industrias Acerías Paz del Río y Cementos Boyacá, los acueductos de Sogamoso, Iza y Firavitoba y productores agropecuarios situados en el Valle de Sogamoso.

Uno de los principales problemas ambientales del Lago de Tota son la contaminación por el uso agroquímicos y gallinaza fresca en la fertilización del cultivo de cebolla y por la disposición inadecuada de las aguas servidas de la cabecera municipal de Aquitania

Otro problema es la deforestación de la parte alta de la cuenca que ha traído como consecuencia altas tasas de aporte de sedimentos al lago, alcanzando cerca de 4 millones de toneladas anuales, lo que representa una reducción de 2,2% en la capacidad de almacenamiento del lago en 20 años. (Cañón y Rodríguez, 2002).

Aunque todavía existe discusión sobre si actualmente se está extrayendo el agua de manera excesiva, sí existe claridad de que, teniendo en cuenta la demanda actual y futura del agua de la cuenca, hay que racionalizar el uso del recurso, especialmente por parte de productores agropecuarios e industriales.

En este caso se identifica que la relación entre oferta y demanda de agua en las diferentes subcuencas presenta un índice de escasez entre medio y alto en los tres meses más secos (Pontificia Universidad Javeriana, 2005). El nivel del lago disminuye en estos meses en 0,4m, pero aumenta su nivel en los meses de lluvia hasta 1 m (Cañón y Rodríguez, 2002). Estos mismos autores deducen que las actividades humanas no parecen estar sobreexplotando el recurso ni son la causa directa de su disminución, pero sí se ven afectados durante las épocas secas, razón por la cual deben hacer uso eficiente del agua. Como se presenta más adelante en los cálculos de la demanda de agua para los cultivos de cebolla, éstos son los que consumen el mayor porcentaje de agua en la cuenca.

El objetivo de este capítulo es dar criterios a CORPOBOYACA para la aplicación de instrumentos económicos para la protección de la cuenca del Lago de Tota, dentro del marco del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica, con miras a garantizar el uso eficiente del agua y lograr la sostenibilidad de este recurso.

2. LA POLÍTICA AMBIENTAL Y SUS INSTRUMENTOS

La protección de los recursos naturales y del medio ambiente se ha regulado principalmente por medio de instrumentos de comando y control que se basan en la imposición de límites y prohibiciones que si no se cumplen, tienen sanciones como multas, cierre de establecimientos y otras medidas legales. Este modelo de control no ha logrado la eficiencia esperada, ya que requiere mucha vigilancia por parte de la autoridad encargada y no genera ningún estímulo a los individuos para cumplir las normas.

Frente a esta situación se desarrollaron nuevos instrumentos para la protección del medio ambiente y los recursos naturales, que complementan los instrumentos de comando y control. Estos se basan en la idea de que al tomar decisiones económicas, se dejan por fuera los elementos que no tienen precio en el mercado, entre ellos muchos recursos naturales. Si su aprovechamiento o su protección no representan costos ni beneficios económicos, las personas no racionalizan su uso. Esto trae como consecuencia impactos negativos para otros individuos y para la sociedad en general, como son el deterioro y la escasez de recursos naturales. Estos impactos se denominan costos externos o externalidades.

Los instrumentos económicos de política ambiental procuran que las personas que causan las externalidades asuman estos costos, de manera que se vean incentivados a reducir su impacto y a racionalizar la utilización de los recursos.

El Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en su función de desarrollar instrumentos para la prevención y el control de factores de deterioro ambiental incluyó en la legislación varios de tipo económico, como son las tasas de uso del agua y las tasas retributivas y compensatorias, así como los incentivos a la conservación, como el Certificado de Incentivo Forestal (CIF) de conservación, que está en proceso de ajuste, y el CIF de reforestación.

3. TASAS POR USO DE AGUA: ASPECTOS LEGALES Y METODOLÓGICOS

Las Tasas por Uso de Agua (TUA) son un instrumento económico que busca en primera instancia incentivar a los usuarios a utilizar racionalmente el recurso hídrico, y en segundo lugar, pretenden recaudar fondos para invertirlos en la protección de cuencas y así garantizar la oferta y la calidad del agua para esos mismos usuarios y para las generaciones futuras.

En el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 se establece que *“la utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos”* y que *“el Gobierno Nacional calculará y establecerá las tasas a que haya lugar por el uso de las aguas”*.

Así mismo, en el Artículo 23 del Decreto 1729 de 2002 prescribe que la financiación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas se hará, con cargo, entre otros, a los recursos que se recauden por tasas compensatorias y de utilización de aguas.

El Artículo 43 de la Ley 99 de 1993 está reglamentado en el Decreto 0155 de 2004 en lo relativo a la utilización de aguas superficiales. En el caso del Lago de Tota, la autoridad competente para recaudar las Tasas por Uso de Agua (TUA) es CORPOBOYACA, según el Artículo 3° de este Decreto.

En el Artículo 4° dice que *“están obligadas al pago de la tasa por utilización del agua todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen el recurso hídrico en virtud de una concesión de aguas.”*

En el Artículo 6° del Decreto 0155 de 2004 está estipulado que *“la utilización del agua se cobrará por el volumen de agua efectivamente captada, dentro de los límites y condiciones establecidos en la concesión de aguas.”*

Si el usuario tiene instalado un sistema de medición, el cobro se hará según el reporte que el usuario haga periódicamente del volumen utilizado. Si no lo tiene, se cobrará la TUA con base en lo establecido en la concesión de aguas.

En el caso del Lago de Tota, para los usuarios cuenca abajo, los acueductos de Sogamoso y la industria de Acerías Paz del Río hay una concesión de aguas. En el caso de Paz del Río se está cobrando una tasa por esa concesión, que es de X. De los usuarios de las subcuencas tributarias del Lago de Tota y del agua del lago, no más del 5% tienen legalizado el uso del agua mediante concesiones (Pontificia Universidad Javeriana, 2005). Para cobrar la TUA a estos últimos, es necesario legalizar el consumo del agua.

3.1 Metodología para el cálculo de las TUA

El Artículo 7° del Decreto 0155 de 2004 presenta la metodología de cálculo para la fijación de la tarifa de la TUA. Esta debe ser establecida por la autoridad ambiental competente para cada cuenca hidrográfica, acuífero o unidad hidrológica de análisis. La tarifa de la TUA se expresa en pesos/ m³, y está compuesta por el producto de dos componentes: la tarifa mínima (TM), expresada en pesos por metro cúbico (\$/m³) y fijada anualmente por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante resolución (Artículo 8°), y el factor regional (FR), que integrará los factores de disponibilidad, necesidades de inversión en recuperación de la cuenca hidrográfica y condiciones socioeconómicas de la población (Artículo 9°).

$$TUA = TM * FR$$

El factor regional (FR) se calcula anualmente por la autoridad ambiental competente para cada cuenca hidrográfica, acuífero o unidad hidrológica de análisis, y corresponde a un factor adimensional de acuerdo con la siguiente expresión (Artículo 10°):

$$FR = 1 + [C_K + C_E] * C_S$$

Los componentes del factor regional son:

C_S : coeficiente de condiciones socioeconómicas que toma los siguientes valores de acuerdo con el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) determinado por el Departamento Nacional de Planeación del municipio en donde se ubique el usuario que utiliza el agua para abastecimiento doméstico, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C_S = (100 - NBI)/100 \quad \text{para consumos de agua asociados con el abastecimiento doméstico}$$

$$C_S = 1 \quad \text{para los demás casos}$$

Este coeficiente tiene un rango de variación entre 0 y 1.

C_K : coeficiente de Inversión, que representa la fracción de los costos totales del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca de que trata el Decreto 1729 del 2002, no cubiertos por la tarifa mínima.

$$C_K = (C_{PMC} - C_{TM})/C_{PMC}$$

Donde,

C_K : coeficiente de inversión de la cuenca hidrográfica.

C_{PMC} : costos totales anuales del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del año inmediatamente anterior.

C_{TM} : facturación anual estimada de la tasa por utilización de aguas, aplicando la Tarifa Mínima a los usuarios de la cuenca.

En ausencia del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca, el valor del coeficiente de inversión es igual a 0, lo que se toma en el caso del lago de Tota.

C_E : coeficiente de escasez. Este coeficiente varía de acuerdo con la escasez del recurso hídrico considerando si la captación se realiza sobre agua superficial o subterránea según las siguientes fórmulas:

Coeficiente de escasez para aguas superficiales.

$$C_E = 0, \text{ si } I_{ES} < 0.1$$

$$C_E = (5/6) / [1 - (5/3) * I_{ES}], \text{ si } I_{ES} \text{ está entre } 0.1 \text{ y } 0.5$$

$$C_E = 5, \text{ si } I_{ES} > 0.5$$

Donde:

C_E : Coeficiente de escasez para aguas superficiales.

I_{ES} : Corresponde al índice de escasez para aguas superficiales estimado para la cuenca, tramo o unidad hidrológica de análisis.

$$I_{ES} = \text{Demanda hídrica superficial} / \text{Oferta hídrica superficial disponible}$$

En el caso del Lago de Tota, los índices de escasez fueron calculados en el capítulo de diagnóstico del recurso hídrico de este trabajo, y sirven como insumo para el cálculo de la fórmula más adelante.

El factor de costo de oportunidad toma en cuenta si el usuario del agua se encuentra haciendo un uso consuntivo o no consuntivo, generando costos de oportunidad para los demás usuarios aguas abajo. El valor del factor de costo de oportunidad se calcula así (Art. 11°):

$$F_{op} = (V_C - V_V) / V_C$$

para los usuarios que retornen el recurso hídrico a la misma cuenca o unidad hidrológica de análisis

$$F_{op} = 1 \text{ para los demás casos}$$

Donde:

F_{OP} : factor de costo de oportunidad de uso del agua

V_C : volumen de agua concesionada o captada durante el periodo de cobro

V_V : volumen de agua vertido a la misma cuenca o unidad hidrológica de análisis durante el período de cobro.

Este factor no podrá tomar un valor inferior a 0.1 ni mayor a 1.

En el Lago de Tota los productores de cebolla, lo mismo que otros productores agropecuarios, tienen un F_{OP} igual a 1, ya que el agua de riego no se devuelve directamente al Lago; así mismo los usuarios cuenca abajo e toman el agua del Lago y no la retornan a él. El caso de los acueductos, como el del municipio de Aquitania sí retorna parte del agua. El tema de discusión está en relación con la calidad del agua devuelta al lago.

Si no hay información sobre la relación entre el agua captada y vertida, este factor tomará el valor de 1.

En el Artículo 12 del Decreto 0155 de 2004 se resume el cálculo del monto a pagar que está compuesto por el producto de la tarifa de la tasa por utilización de aguas (TUA), expresada en pesos /m³, y el volumen captado (V), expresado en metros cúbicos (m³), corregido por el factor de costo de oportunidad de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VP = TUA * [V * F_{OP}]$$

Donde:

VP: es el valor a pagar por el usuario en el período de cobro que determine la autoridad ambiental, expresado en pesos.

TUA: es la tarifa de la tasa por utilización del agua, expresada en pesos por metro cúbico (\$/m³).

V: es el volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen de agua captada por el usuario sujeto pasivo de la tasa que presenta reporte de mediciones para el período de cobro determinado por la autoridad ambiental, expresado en metros cúbicos (m³).

En los casos que el usuario no presente los reportes sobre los volúmenes de agua captada, el cobro se realizará por el caudal concesionado teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$V = Q * 86.4 * T$$

Donde:

V: volumen de agua base para el cobro. Corresponde al volumen concesionado en el período de cobro y expresado en metros cúbicos.

T: número de días del período de cobro.

Q: caudal concesionado expresado en litros por segundo (litros / seg.)

86.4: factor de conversión de litros / seg. a m³/día.

3.2. APLICACIONES DE LA TASA POR USO DE AGUA EN COLOMBIA

En Colombia la Corporación Autónoma Regional del Valle CVC reglamentó el cobro de tasas por uso de agua (TUA) en su jurisdicción, mediante el acuerdo 09 de marzo 30 de 2005. Para ello calculó el Factor Regional y la TUA en cada una de sus cuencas hidrográficas, con base en el monto mínimo que estableció el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con la Resolución 0240 de marzo 8 de 2004, que es de \$0,5 / m³. Dado que el límite máximo del factor regional es 7, el monto máximo de la TUA es de \$3,50/ m³.

Las TUA en el Valle del Cauca oscilan entre \$0,50 y \$2,30 por m³. Para las concesiones por encima de 20 litros / seg. se hace la facturación semestral y por debajo de 20 litros / seg. se factura cada tres meses.

4. DEMANDA HÍDRICA EN EL LAGO DE TOTA

El consumo de agua en el Lago de Tota se divide aquí en el consumo en el área que compuesta por la cuenca y el lago, y en el consumo del agua que sale del lago por el Túnel hacia el Valle de Sogamoso.

4.1 Consumo de agua en la cuenca del Lago de Tota

A continuación se hace un resumen de la demanda de agua tanto para uso doméstico, como para usos productivos, con el fin de determinar cuáles son las actividades que mayor uso del agua hacen.

4.1.1 Consumo doméstico

El consumo doméstico en las veredas se calculó en el capítulo del Informe del *Diagnóstico cuantitativo del recurso hídrico* (Pontificia Universidad Javeriana, 2005). Con base en el número de viviendas por zona, habitantes por vivienda y consumo por habitante se calcula el consumo de agua para uso doméstico en las veredas (Tabla 1).

Tabla 1. Viviendas por Zona

Zona	Área (km2)	No. de Viviendas
A	55,87	393
B	8,29	49
C	31,85	152
D	41,02	314
E	30,76	104
Lago	55,96	1
Totales	223,75	1013

Fuente: PUJ (2005)

Para el cálculo de la demanda para consumo doméstico en la cuenca se toman 4 habitantes por vivienda en promedio con base en las encuestas realizadas en la zona por Pedraza (2005) y se supone un promedio de consumo de 170 litros por habitante día (Tabla 2).

Tabla 2. Consumo de agua para uso doméstico

Zona	No. de Viviendas	Consumo Mensual (m3)
A	393	8.017,20
B	49	999,60
C	152	3.100,80
D	314	6.405,60
E	104	2.121,60
LAGO	1	20,40
Total Cuenca	1013	28.679,2

Fuente: PUJ (2005)

El consumo doméstico total de agua para las veredas de la cuenca del Lago de Tota es de 28.679 m³/ mes, que corresponden a 344.150 m³ al año.

El acueducto del Municipio de Aquitania consume 20 litros/ seg. del Lago, que son 630.720 m³/ año (Pérez Preciado, 2001).

El total aproximado sumando el consumo doméstico de las veredas y el consumo del municipio de Aquitania es de 974.870 m³/ año.

4.1.2 Consumo pecuario

El consumo pecuario en la cuenca se calcula con base en el diagnóstico cuantitativo del recurso hídrico realizado por la Pontificia Universidad Javeriana en el año 2005. Este consumo es de 65.700 m³ al año, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Consumo de agua para uso pecuario en la cuenca del Lago de Tota

Zona	Pastos (Ha)	No. Bovinos/Ha	No. Bovinos	F.Consumo (l/animal/día)	Consumo Mensual(m3)	Consumo Anual (m3)
A	630.82	2	1.262	50	1.893	22.716
B	209.56	2	419	50	628	7.542
C	640.27	2	1.281	50	1.921	23.058
D	7.43	2	15	50	22,5	270
E	336.67	2	673	50	1.009	12.114
Total						65.700

Fuente: PUJ (2005)

4.1.3 Consumo agrícola

En el consumo de agua para uso agrícola el análisis se centra en la demanda para el riego de los cultivos de cebolla, que además de ser la principal actividad económica de la cuenca, se constituye en la práctica que más agua consume en la cuenca. Sin embargo la información al respecto es muy variable.

Se calcula el total del agua utilizada por el riego de los cultivos de cebolla en la cuenca del Lago de Tota para las 4300 has. reportadas en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Aquitania de 1997, que se aproximan a los datos del diagnóstico realizado por la Pontificia Universidad Javeriana (2005), en que se estableció que hay 4.560 Has. en cultivos transitorios, que en su mayoría corresponden a cultivos de cebolla.

Por otra parte, el Primer Censo de la Cebolla realizado en el 2001 por el DANE afirma que en ese año había en los tres municipios de la cuenca, Aquitania, Tota y Cuitiva, un total de 3.800 has de cebolla sembradas. Aquí se hacen los cálculos teniendo en cuenta el primer dato.

Con base en información obtenida en salidas de campo del estudio de Diagnóstico de la Cuenca del Lago de Tota (Universidad Javeriana, 2005), se establece que se riega cada ocho días durante dos horas en época seca y dos horas cada 15 días en época de lluvias. Según los tipos de riego que se encuentran en la región, se tiene que una hora del sistema típico de riego por aspersión de la zona corresponde en promedio a 2 m³ de agua que abarcan aproximadamente 400 m². (Vela, J. F., Com. Pers., 2005) Aunque en épocas muy secas se riega hasta tres horas cada cuatro días, tomaremos aquí el dato más conservador para hacer la generalización del consumo total de agua en la cuenca.

Para este cálculo se supone que un 70% del área sembrada en la cuenca efectivamente se riega en esta intensidad y que el resto obtiene la humedad del riego aledaño, o son suelos anegadizos, y que algunas áreas cultivadas no logran este nivel de humedad (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia de riego en el cultivo de cebolla en el lago de Tota

Época	# meses	Frecuencia (# de veces al mes que riega)	# de horas por riego	Total horas riego/ mes
Seca	6	4	2	8
Lluvias	6	2	2	4

El riego promedio que se utiliza abarca 50 m³/ hora/ ha (2 m³/ hora/ 400m²) (Vela J.F., Comn. Pers., 2005) (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo de agua para riego de cebolla en la cuenca del Lago de Tota

Época	Total Agua / ha/ año ¹	Total agua (m ³)/ mes (para el 70% de 4300 has)	Total agua año (m ³) (para el 70% de 4300 has)
Seca	2.400	1.204.000	7.224.000
Lluvias	1.200	602.000	3.612.000
Total (m3)	3.600		10.836.000

Se obtiene un consumo total de 10'836.000 m³ al año, que corresponde a un caudal de 343 litros/ seg. . Según el cálculo de la demanda para uso agropecuario de la cuenca realizado en el Diagnóstico del Recurso Hídrico (Pontificia Universidad Javeriana, 2005), la demanda agrícola anual adicional a las lluvias de ese período es de 1'660.335 m³, que, según este cálculo, representa el 15% del total de la demanda por riego en la cuenca.

Si se toma el dato del Primer Censo de la Cebolla del año 2001 realizado por el DANE de 3.800 has de cebolla sembradas en la cuenca, y se supone que el 70% de estas reciben el nivel de riego antes descrito, se deduce que se utilizan 9'576.000 m³ de agua al año, que corresponden a un caudal promedio de 303 litros/ seg. . Si se toma el dato de Pérez Preciado (2001) citado en Balaguera 2004, de 1300 has de cebolla con riego se obtiene un consumo de agua de 4'680.000 de m³ al año, corresponde a un caudal de 148 litros/ seg.

Tabla 6. Resumen del consumo de agua en la cuenca del Lago de Tota

Usuario	Caudal (litros/ seg.)	Consumo (m ³ / año)
Veredas uso doméstico	10,91	344.150
Acueducto de Aquitania	20	630.720
Uso pecuario	2,08	65.700
Riego cultivos de cebolla (se riega el 70% de 4300 Has)	9.203	10'836.000

Suponiendo que se riega en el 70% de 4.300 has sembradas en cebolla, el consumo de agua para este cultivo en toda el área de la cuenca, incluyendo el lago, representa el 91% del consumo total. Esto muestra la importancia de generar acciones dirigidas a racionalizar el uso del agua en esta actividad agrícola.

¹ 50 m³/ hora/ ha

4.2 Consumo de agua en el Valle de Sogamoso

Según la Reglamentación de las Aguas Derivadas del Lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva, se está utilizando un caudal promedio de 997 Lts/ seg., que corresponden a 31'441.392 m³/año: para consumo industrial 211 Lts/ seg., para riego y abrevaderos 500 Lts/ seg. y para acueducto 286 Lts/ seg.

En la Reglamentación de las Aguas Derivadas del lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva (2005), el caudal dado en concesión para consumo agrícola, pecuario y doméstico es de 463,4 Lts/ seg (14'624.505 m³/ año)

5 CÁLCULO DEL MONTO DE LA TASA POR USO DE AGUA EN EL LAGO DE TOTA

Como se presenta más arriba, la TUA se calcula multiplicando el Valor Mínimo de la TUA establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo por un Factor Regional. A continuación se calcula el factor Regional para los distintos usuarios del agua en la cuenca del Lago de Tota.

5.1 Cálculo del factor regional en la cuenca del Lago de Tota

Retomando la fórmula se tiene que:

Tasas por uso de agua: $TUA = TM * FR$

TUA: Tasa por Uso de Agua

TM: Tarifa Mínima

FR: Factor Regional

$$FR = 1 + (C_K + C_E) * C_S$$

C_K : coeficiente de inversión en este caso es cero, porque no hay datos previos de inversión en Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica

C_E : coeficiente de escasez

El Coeficiente de Escasez se calcula con base en el estudio de Índice de Escasez calculado en este trabajo (Pontificia Universidad Javeriana, 2005), se calcula mensual en cada una de las zonas aplicando la fórmula de Decreto 0155 de 2004 (Tabla 7 y 8).

Tabla 7. Índice de Escasez en la Cuenca del Lago de Tota

Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D (Noroccidental)	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	416,88	43,46	0,91	3,09	4,77
Febrero	14,61	0,11	0,55	0,89	0,03
Marzo	0,26	0,01	0,01	0,01	0,01
Abril	0	0	0,01	0	0
Mayo	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0,01	0
Julio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0,01	0
Septiembre	0	0,01	0,01	0,01	0
Octubre	0,03	0	0	0,01	0
Noviembre	0,01	0,01	0,01	0	0
Diciembre	9,37	0,07	0,27	0,05	0,03

Fuente: Capítulo de diagnóstico del recurso hídrico. PUJ, 2005

Tabla 8. Coeficiente de Escasez (Ce) en la Cuenca del Lago de Tota

Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D (Noroccidental)	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	5	5	5	5	5
Febrero	5	1,02	5	5	0
Marzo	1,47	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	0	0
Diciembre	5	0	1,52	0	0

El Coeficiente socioeconómico es igual a 1 en consumos no domésticos. Para consumos domésticos se aplica la fórmula del Decreto 0155 de 2004 basado en el índice de NBI de cada Municipio (Tabla 9).

$$C_s = (100 - NBI) / 100$$

Tabla 9. Coeficiente socioeconómico

MUNICIPIO	NBI (%)	C _s
AQUITANIA	53	0,47
TOTA	49	0,51
CUÍTIVA	35	0,65
SOGAMOSO	17	0,827
IZA	30	0,7
FIRAVITOBA	34	0,66

Llama la atención que el NBI sea tan alto en municipios como Aquitania, ya que es una zona donde se desarrolla una actividad económica rentable como la cebolla.

El Factor Regional para consumo doméstico y para consumo no doméstico se calcula por zona y se presenta en la Tabla 10 y 11.

Tabla 10. Factor Regional (FR) en la Cuenca Del Lago de Tota para consumo no doméstico

Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D (Noroccidental)	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	6	6	6	6	6
Febrero	6	2,02	6	6	1
Marzo	2,47	1	1	1	1
Abril	1	1	1	1	1
Mayo	1	1	1	1	1
Junio	1	1	1	1	1
Julio	1	1	1	1	1
Agosto	1	1	1	1	1
Septiembre	1	1	1	1	1
Octubre	1	1	1	1	1
Noviembre	1	1	1	1	1
Diciembre	6	1	2,52	1	1

Tabla 11. Factor Regional (FR) en la Cuenca del Lago de Tota para consumo doméstico

Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D Tota	Zona D Cuítiva	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	3,35	3,35	3,35	3,55	4,25	3,35
Febrero	3,35	1,48	3,35	3,55	4,25	1,00
Marzo	1,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Abril	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mayo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Junio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Julio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Agosto	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Septiembre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Octubre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Noviembre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Diciembre	3,35	1,00	1,71	1,78	1,99	1,00

El Factor Regional se multiplica por el monto mínimo de la Tasa por Uso de Agua (TUA), que es de \$0,50/ m³ para establecer el valor de la TUA para cada una de las zonas, que se presentan en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Valores de la Tasa por Uso de Agua en la Cuenca del Lago de Tota para uso no doméstico

Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D (Noroccidental)	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Febrero	3,00	1,01	3,00	3,00	0,50
Marzo	1,24	0,50	0,50	0,50	0,50
Abril	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Mayo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Junio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Julio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Agosto	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Septiembre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Octubre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Noviembre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Diciembre	3,00	0,50	1,26	0,50	0,50
PROMEDIO	1,19	0,75	0,98	0,92	0,71

Tabla 13. Valores de la Tasa por Uso de Agua en la Cuenca del Lago de Tota para uso doméstico

Mes	Zona A Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C Cuenca Olarte	Zona D Tota	Zona D Cuítiva	Zona E Hatolaguna
Enero	1,68	1,68	1,68	1,78	2,13	1,68
Febrero	1,68	0,74	1,68	1,78	2,13	0,50
Marzo	0,85	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Abril	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Mayo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Junio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Julio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Agosto	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Septiembre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Octubre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Noviembre	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Diciembre	1,68	0,50	0,86	0,89	0,99	0,50
Promedio	0,82	0,62	0,73	0,74	0,81	0,60

El Factor Regional para calcular las Tasas por Uso de Agua de las actividades del Valle de Sogamoso que se surten de la cuenca del lago de Tota, se determina inicialmente con el Índice de Escasez promedio mensual de las zonas de la cuenca. (Tablas 14, 15 y 16)

Tabla 14. Índice de escasez de la cuenca del Lago de Tota

Mes	Promedio
Enero	141,69
Febrero	6,0812
Marzo	0,0934
Abril	0,0020
Mayo	0,0000
Junio	0,0024
Julio	0,0000
Agosto	0,0024
Septiembre	0,0048
Octubre	0,0125
Noviembre	0,0057
Diciembre	3,1999

Tabla 15. Cálculo del Factor Regional para el Lago de Tota

	Índice de escasez	Ce	FR Uso no doméstico	FR Uso doméstico	FR Uso doméstico	FR Uso doméstico
Mes				Sogamoso	Iza	Firavitoba
Enero	141,6903	5	6	5,135	4,5	4,3
Febrero	6,0812	5	6	5,135	4,5	4,3
Marzo	0,0934	0	1	1	1	1
Abril	0,0020	0	1	1	1	1
Mayo	0,0000	0	1	1	1	1
Junio	0,0024	0	1	1	1	1
Julio	0,0000	0	1	1	1	1
Agosto	0,0024	0	1	1	1	1
Septiembre	0,0048	0	1	1	1	1
Octubre	0,0125	0	1	1	1	1
Noviembre	0,0057	0	1	1	1	1
Diciembre	3,1999	5	6	5,135	4,5	4,3

Tabla 16. Valor de las TUA para el Valle de Sogamoso

	TUA Uso no doméstico	TUA Uso doméstico	TUA Uso doméstico	TUA Uso doméstico
Mes		Sogamoso	Iza	Firavitoba
Enero	3,00	2,57	2,25	2,15
Febrero	3,00	2,57	2,25	2,15
Marzo	0,50	0,50	0,50	0,50
Abril	0,50	0,50	0,50	0,50
Mayo	0,50	0,50	0,50	0,50
Junio	0,50	0,50	0,50	0,50
Julio	0,50	0,50	0,50	0,50
Agosto	0,50	0,50	0,50	0,50
Septiembre	0,50	0,50	0,50	0,50
Octubre	0,50	0,50	0,50	0,50
Noviembre	0,50	0,50	0,50	0,50
Diciembre	3,00	2,57	2,25	2,15
Promedio mensual	1,13	1,02	0,94	0,91

Una opción para cobrar las TUA son teniendo en cuenta el valor de cada mes según el índice de escasez correspondiente, o sacar un valor promedio anual y cobrar esa tarifa en períodos previamente establecidos. La primera alternativa tiene como argumento a favor que se cobra una tasa mayor en la época en que el agua es más escasa, lo que lleva a racionalizar su uso en épocas críticas. Sin embargo, el cobro mensual es costoso y dispendioso. Se podrían cobrar tasas diferenciales en los meses secos y en los meses restantes. Pero hay que tener en cuenta que las épocas de lluvia y sequía a veces varían y cobrar una tasa diferente según la época puede ser confuso para los usuarios del agua y se puede prestar para conflictos.

Aquí se recomienda cobrar la tasa promedio mensual en períodos trimestrales, para que los usuarios tengan claridad sobre lo que deben pagar por metro cúbico y para que las autoridades reduzcan los costos y puedan ejecutar más fácilmente el cobro de las tasas.

5.2 Quiénes deben pagar las Tasas por Uso de Agua?

Según la ley, todas las actividades que utilicen agua y tengan una concesión. Se esperaría que los productores de cebolla, que tienen una actividad económica rentable y dependen del agua de la cuenca paguen las tasas, con el fin de racionalizar el uso de agua para riego. Así mismo con el pago de las tasas los productores de cebolla aportarían a la protección y el mantenimiento de la cuenca para garantizar la oferta y la calidad del agua que es de vital importancia para su producción agrícola.

Por otra parte, la industria que utiliza el agua en la parte baja de la cuenca, entre las que se encuentran Acerías Paz del Río, también deben pagar tasas por uso por las mismas razones, lo mismo que los productores agropecuarios de la parte baja de la cuenca. Los acueductos pagarían las tasas por uso doméstico.

Uno de los puntos a tener en cuenta con el cobro de las TUA es que el monto sea lo suficientemente alto como para desincentivar un uso excesivo del recurso. La tasa es un incentivo a disminuir la contaminación, cuando los costos de reducir la contaminación son menores que el valor a pagar por la tasa. A la vez, el valor de la tasa debe ser tan alto como para no afectar la actividad económica a la que se le está cobrando. Por ello se hace a continuación un análisis del impacto de las tasas sobre la rentabilidad del cultivo de cebolla.

6 IMPACTO ECONÓMICO DE LAS TUA SOBRE LA RENTABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE CEBOLLA

Los estudios de la economía cebollera en el Lago de Tota han encontrado varios tipos de productores, que han clasificado por el tamaño de sus explotaciones, en pequeños, medianos y grandes productores.

Los pequeños productores son mayoría y se ubican tanto en la zona plana como en las lomas, lo mismo que los productores medianos. Los grandes están principalmente en la zona plana; los hay de tipo ausentista, así como grandes empresarios que reinvierten en el mejoramiento del proceso productivo y en infraestructura (Raymond, 1990). Para evaluar los sistemas de producción Raymond (1990) les adjudica un área promedio de cultivo a cada tipo de productor. Los pequeños entre 0.5 y 2 fanegadas (entre 0,32 y 1,28 has), los medianos entre 6 y 10 fanegadas (3,84 y 6,4 has respectivamente) y los grandes, más de 20 fanegadas (más de 12,8 has).

En el estudio de Velásquez (1990) se realiza un análisis económico de la producción de cebolla agrupando los pequeños, medianos y grandes productores según un tamaño promedio de cultivo. Los pequeños son los que tienen 1 ha, los medianos 3 has y los grandes 6 has en promedio.

En este análisis se toma este último estudio para mirar el impacto del cobro de las TUA sobre la rentabilidad de los productores de cebolla. Para ello se calcula el porcentaje de los costos totales que representa la TUA para el productor.

En la Tabla 16 se presenta el monto en el que tendría que incurrir anualmente cada uno de los tipos de productores por el pago de TUA, según los promedios de riego descritos anteriormente, de 3600m³/ ha/ año, y el valor a pagar por m³ de las TUA, que asciende máximo a \$3,5/ m³ (Tabla 17).

Tabla 17. Valor a pagar por TUA al año para los cultivadores de cebolla

Tipo de productor	Promedio has cultivadas	Pago de TUA, con la tasa de \$1,19/ m3
Pequeño	1	\$ 4.284
Mediano	3	\$ 12.852
Grande	6	\$ 25.704

El pago anual por TUA es muy bajo para todos los tipos de productores, para compararlos con los costos de producción, se toman los costos totales de cada uno de los productores para ver en cuánto aumentarían los costos y que porcentaje de los costos totales representan las tasas.

Teniendo en cuenta los costos de producción, se determina qué porcentaje de los costos totales representa el pago por tasas de uso de agua, en las zonas A y B, donde más alto es su valor.

Los costos de producción de cebolla se toman del trabajo de Velásquez (1999) y se actualizan a precios del 2005 (Tabla 18).

Tabla 18. Costos anuales de producción de cebolla

Costos/ año	Tipo de productor		
	Pequeño (1 ha)	Mediano (3 ha)	Grande (6 ha)
Instalación	\$ 13.071.125	\$ 50.833.518	\$ 120.480.602
Cosecha	\$ 12.173.484	\$ 36.520.452	\$ 73.040.904
Sostenimiento	\$ 4.987.747	\$ 32.158.287	\$ 72.178.616
Totales	\$ 30.232.356	\$ 119.512.257	\$ 282.352.647

El porcentaje de los costos totales correspondiente al pago de TUA es insignificante, de menos del 0,01% en los tres casos, tomando el mayor valor a pagar de la TUA que es de \$1,19/ m³, en la zona A.

Teniendo en cuenta la rentabilidad del cultivo (Ingresos/ Costos) calculados en el trabajo de Velásquez (1999) de 220% para pequeños productores, 170% para medianos productores y de 169% para grandes productores, una tasa por uso de agua no afectaría en absoluto la economía de los cultivadores de cebolla.

Así mismo, la tasa representa un porcentaje insignificante de los costos, que no representaría un incentivo para que los productores racionalicen el uso del agua. Al ser un monto tan bajo de dinero, prefieren pagar las tasas que modificar su consumo de agua. En este sentido, con un monto mínimo de las TUA tan bajo como el que está establecido actualmente en la ley, no se cumple el principal objetivo de este instrumento económico de política ambiental, que es el de inducir a un uso racional del recurso hídrico.

7 PROYECCIÓN DE RECAUDO DE TUA EN EL LAGO DE TOTA

A continuación se analiza si el segundo objetivo de este instrumento se cumple al cobrar las TUA en el Lago de Tota, calculando la magnitud del recaudo, que según la ley, se debe invertir en la cuenca para garantizar la cantidad y calidad del agua en la región.

7.1 Recaudo de TUA en cultivos de cebolla

El total de agua consumida por los cultivos de cebolla, tomando un sistema de riego promedio que se describe anteriormente, es de cerca de 10'836.000 m³/ año. Se hace un cálculo aproximado del valor a pagar en toda la cuenca, calculando que el 49% paga el monto máximo de la tasa que es de \$1,19/ m³, el 7% paga \$ 0,75/m³, el 12% paga \$0,98/ m³, el 30% paga \$0,92/ m³ y el 9%, \$0,71/ m³ (Tabla 19).

Tabla 19. Proyección del Valor anual del recaudo de TUA a productores de cebolla

	ZONA_A	ZONA_B	ZONA_C	ZONA_D	ZONA_E	TOTAL
Área de cultivos transitorios	1.908.657	306.471	562.511	1.382.354	400.870	4.560.864
Porcentaje del área	42%	7%	12%	30%	9%	100%
Valor a Pagar por TUA \$/ m ³	1,19	0,75	0,98	0,92	0,71	
Valor del recaudo	\$ 5.415.833	\$ 568.890	\$.274.314	\$ 2.990.736	\$ 692.420	\$ 10.942.193

Con este cálculo, tomando un área de cebolla sembrada de 4.300 has, de las cuales el 70%, es decir, 3010 has tienen un sistema de riego que en promedio consume 3600 m³/ ha al año, se obtiene como resultado que el monto anual del recaudo de TUA a los cultivadores de cebolla sería de aproximadamente \$11'000.000, que corresponde a \$916.000 al mes.

Según estos cálculos, el segundo objetivo de las TUA de conseguir fondos para invertir en la cuenca no se cumple, ya que el recaudo implica unos costos y la suma recaudada no es significativa.

La conclusión de este análisis es que mientras el monto mínimo que se utiliza como base para calcular las TUA sea tan pequeño, en el caso de los productores de cebolla del Lago de Tota no amerita cobrar las TUA, ya que por ser tan bajas no cumplen con el objetivo de incentivar un uso más racional del agua y el recaudo tampoco representa un incentivo para que la autoridad ambiental implemente este instrumento.

Para que la autoridad ambiental se vea incentivada a cobrar las tasas, su recaudo debe superar los \$ 100'000.000 al año, para lo que el monto mínimo tendría que ser por lo menos 10 veces mayor que el actual, es decir, de \$ 5/m³. De esta manera, las TUA representarían en el caso de los productores de cebolla, alrededor del 0,1% de sus costos, \$42.840 al año para los pequeños, \$128.520 para los medianos y \$257.040 para los grandes productores de las zonas A y B, donde serían más altas las TUA.

Para comenzar este parece un monto razonable para productores a los que no se les ha cobrado el agua hasta ahora, esta suma sería un estímulo para reducir los niveles de consumo de agua para riego. Las tasas se podrían subir a través del tiempo, teniendo en cuenta los

costos de reducir la utilización de agua por parte de los productores para llegar a un nivel óptimo de la TUA. Se podrían subir en este caso hasta \$50/ m³ sin afectar la economía cebollera, ya que con esta TUA, los costos de la tasa estarían alrededor del 1% de los costos de producción.

Para ello se tendría que modificar el monto mínimo de la TUA, que actualmente es tan bajo, que en muchas regiones no representa un incentivo a las autoridades para utilizar este instrumento de política ambiental.

Un primer paso que hay que seguir para el futuro cobro de las TUA en la cuenca del lago de Tota es legalizar las tomas de agua de los agricultores, especialmente los cultivadores de cebolla, para así tener unos cálculos más exactos del consumo y poder implementar más fácilmente las TUA en el momento en que el monto mínimo conlleve a lograr los objetivos propuestos.

7.2 Recaudo por el cobro de TUA en la industria

El recaudo requiere unas acciones de control y cobro de las tarifas, e inicialmente necesita de una inversión en la legalización de las tomas de agua, es decir, en la adjudicación de las concesiones, en medición y en el desarrollo del sistema de facturación. Más adelante la facturación y cobro serían costos fijos y el resto del recaudo se destinaría a inversiones en la cuenca.

El recaudo anual por Tasas de Uso de Agua a la Industria en el Valle de Sogamoso se calcula con base en la información de caudal del documento de la Reglamentación de las Aguas Derivadas del lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva (CORPOBOYACA, UPTC, 2005)

Según estos datos, se calcula que el consumo para uso industrial es de 211 Lts/ seg. (6'654.096 m³/ año). Se calcula el recaudo con una tasa de uso de agua de \$1,13, que es el valor máximo de la TUA, tomando para el Factor Regional el Coeficiente de Escasez promedio de toda la cuenca del Lago de Tota, con lo que se obtiene un resultado de aproximadamente \$7'500.000 anuales. Dado que es un consumo centralizado y monitoreado, esta tasa se puede cobrar, si los costos de cobrarla se son menores que este monto. Sin embargo, aunque no cumple el principal objetivo de racionalizar el uso de agua ni tampoco representa un ingreso significativo para la autoridad encargada.

7.3 Recaudo para consumo agrícola, pecuario y doméstico en el Valle de Sogamoso

Para riego en la parte de abajo del lago, el recaudo sería muy similar al de la industria, ya que se calcula que para este fin se consumen 14'624.505 m³/ año (CORPOBOYACA y UPTC, 2005). En este caso el cobro de la TUA sería de cerca de \$16'350.000 al año. Ya están reglamentadas las concesiones y habría que hacer un análisis de costo-beneficio del cobro de las tasas para ver si se justifica aplicar este instrumento.

7.4 TUA para el acueducto de Aquitania

El acueducto de Aquitania consume 630.720 m³/ año según Pérez Preciado (2001), con lo que se recaudaría un monto de cerca de \$500.000 anuales con una tasa de \$0,82/ m³. Esta suma es muy baja y no cumple con ninguno de los objetivos de las tasas que serían incentivar al uso racional del agua y financiar la protección de la cuenca hidrográfica.

8 CONCLUSIONES

El agua en la cuenca del Lago de Tota se toma principalmente para regar los cultivos de cebolla, donde se utiliza aproximadamente el 90% del consumo total de la cuenca, según los cálculos de este trabajo. La industria y las actividades agropecuarias en el Valle de Sogamoso toman una cantidad de cerca de 997 Lts/ seg. del Lago de Tota (Reglamentación de las Aguas Derivadas del lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva, 2005). Es necesario hacer un uso racional del agua para proteger el lago y para garantizar la oferta de agua a largo plazo. Esto debe difundirse y hay que concientizar y comprometer a los usuarios del lago utilizar el agua eficientemente.

Las tasas por uso de agua son un instrumento para incentivar el uso racional del agua y se constituyen en un mecanismo para conseguir fondos para el mantenimiento de la cuenca para los mismos usuarios, que necesitan garantizar la oferta y la calidad del recurso hídrico. Para que las tasas se constituyan en un incentivo económico que racionalice el uso de agua, su monto debe ser mayor que el costo de disminuir el consumo de agua al nivel deseado, de manera que prefieran reducir el consumo que pagar las tasa. En este caso, se pasa de una situación de un valor del agua igual a cero, lo que implica que el valor de las tasas no puede ser tan alto inicialmente.

En este documento se calcula el monto de las Tasas por Uso de Agua (TUA) en la zona del Lago de Tota para los diferentes usuarios. Se concluye que con el monto mínimo actual de \$0,5/ m³, las TUA son demasiado bajas. Se analiza que en el caso de los productores de cebolla, su cuantía es muy poco significativa frente a los costos de producción, ya que corresponde a menos del 0,01% de los costos totales. Esto implica que los productores no se verán incentivados a disminuir la utilización de agua en los cultivos y preferirán pagar la tasa que no afecta sus costos en absoluto.

El recaudo total por las TUA a los productores de cebolla es también muy bajo para las autoridades encargadas de su cobro, más si se tienen en cuenta los costos de recaudo a un gran número de productores dispersos. Esto se debe a que el monto mínimo establecido por el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial actualmente es de apenas \$0,5/ m³. En el caso de cobrar la tasa a los productores de cebolla, la autoridad ambiental solo recolectaría alrededor de \$11'000.000 al año, suma que no representa un incentivo para utilizar este instrumento. El recaudo debe ser como mínimo 10 veces este valor para comenzar, por lo que se requeriría aumentar el monto mínimo a \$5, por lo menos, inicialmente. Con este monto, los costos de las tasas corresponderían a menos del 0,1% de los costos totales de producción de cebolla para los tres tipos de productores clasificados por tamaño del cultivo, lo que indica que su rentabilidad no se verá afectada. Sin embargo, como nunca se ha pagado por el agua, esto puede constituir al principio un incentivo para reducir los consumos de agua para riego. Las tasas podrían subir hasta \$50/m³ sin afectar la rentabilidad de los productores de cebolla.

Es necesario comenzar a legalizar las tomas de agua de los productores de cebolla mediante concesiones, para tener avances y más adelante cobrar las TUA, en el caso en que su monto mínimo aumente.

En el caso del consumo agrícola, pecuario y doméstico de los usuarios del Valle de Sogamoso, no se calculó el impacto de las tasas sobre los costos de producción, pero se puede predecir que éste no será significativo por el monto tan bajo. El recaudo sería de 14'500.000 aproximadamente, una suma poco significativa teniendo en cuenta los costos de recaudo de una gran cantidad de usuarios.

Aunque son muy bajas, las TUA se deben cobrar a la industria si los costos de cobrarla son menores que el monto recaudado que es de \$7'500.000 al año , ya que el cobro es centralizado.

Es necesario poner en evidencia estos casos en los que las TUA son demasiado bajas y no cumplen con los objetivos propuestos, con el fin de lograr un nivel óptimo de las tasas que permitan hacer uso de este instrumento. Las Corporaciones Autónomas Regionales retroalimentan con este tipo de análisis al Ministerio del Medio Ambiente para lograr un nivel adecuado de las TUA.

Otro instrumento son las Tasas Retributivas que no son aplicables a los productores de cebolla, ya que la contaminación viene de la gallinaza y los abonos químicos que van al lago por escorrentía y no se pueden ubicar las fuentes de contaminación con exactitud. Estas tasas están especialmente diseñadas para vertimientos puntuales, por lo que no se pueden cobrar en el caso de los cultivos de cebolla.

Las políticas de conservación y reforestación de la cuenca son muy importantes, ya que uno de los principales problemas es la deforestación, que conlleva problemas de erosión y posterior sedimentación del lago, disminuyendo su capacidad de almacenamiento de agua.

Algunos temas de estudio relacionados con esta parte del trabajo serían:

1. Valoración económica del Lago de Tota. Está como ejemplo la valoración económica de la Laguna de la Cocha (Minambiente, 2003)
2. Análisis de los niveles de riego eficientes para los cultivos de cebolla en el Lago de Tota
3. Costos de reducción de los niveles de riego actuales en diferentes porcentajes, con el fin de encontrar las TUA óptima para los cultivos de cebolla
4. Incentivos económicos a la conservación y a la reforestación en la parte alta de la cuenca
5. Niveles de erosión y sedimentación del Lago y consecuente pérdida en la capacidad de almacenamiento

9. BIBLIOGRAFÍA

Balaguera, Mario Nel (2004) El dilema de la acción colectiva en la sostenibilidad de los recursos de uso común. El caso de los productores de cebolla del municipio de Aquitania y el Lago de Tota. Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Cañón, Barriga, Julio E., Rodríguez, César (2002). Balance Hídrico del Lago Tota. En: Memorias XV Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología. Universidad Nacional de Colombia-Sociedad Colombiana de Ingenieros. Medellín. Colombia

Corporación Autónoma Regional de Boyacá - CORPOBOYACA & Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC (2005) Reglamentación de las Aguas Derivadas del lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva

PEDRAZA, Jairo (2005), Reglamentación de las Aguas Derivadas del lago de Tota a través del Túnel de Cuítiva. Convenio CORPOBOYACA – UPTC.

PUJ. (2005) Proyecto: Formulación participativa del Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la cuenca del Lago de Tota, Documento de diagnóstico. Facultad de Estudios Rurales.

Raymond, Pierre. (1990) El Lago de Tota ahogado en cebolla: estudio socioeconómico del Lago de Tota. PUJ, escoe. Ed. Presencia, Bogotá.

Velásquez Nieto, Olga (1999) Diferenciación entre los procesos de producción, comercialización y asociaciones de carácter empresarial descritos en el libro “El Lago de Tota ahogado en cebolla” y los procesos actuales. Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.