

# DE LO GLOBAL A LO LOCAL: IMPACTO DE LAS POLÍTICAS INTERNACIONALES DE APERTURA COMERCIAL EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO BOLO, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

**Por: Mario Alejandro Pérez Rincón**

Profesor Asociado Universidad del Valle - Instituto CINARA. A.A. 21157, Cali, Colombia;  
A.A. 25157; Tel: 57-2-3392345; E-mail: [aleperez@univalle.edu.co](mailto:aleperez@univalle.edu.co)<sup>1</sup>

## Resumen

Una de las preocupaciones centrales en la política del agua a nivel mundial en la actualidad, tiene que ver con las acciones locales que es necesario implementar para cumplir con las denominadas Metas de Desarrollo del Milenio para el 2015. Sin embargo, pocos son los análisis que se hacen para tratar de relacionar los efectos de las políticas globales sobre el uso de los recursos hídricos, tanto a nivel nacional como a nivel local. En particular, pocos trabajos se han desarrollado para mirar el efecto de las políticas económicas internacionales, como por ejemplo la apertura comercial, sobre la intensidad en el uso del agua para diversos fines y sus implicaciones en el manejo integral del recurso hídrico. Este artículo pretende mostrar los efectos que la apertura comercial indiscriminada, tienen sobre el uso de recursos naturales a nivel local. El artículo mostrará, como los cambios en los patrones de comercio internacional promovidos por la agenda de los organismos globales de desarrollo, afecta la gestión integral del recurso hídrico a nivel local debido a los conflictos producidos por la intensificación en el uso del agua para la agricultura de exportación y su competencia con otros usos en la cuenca hidrográfica del río Bolo. Así, los efectos de las políticas globales sobre la sostenibilidad ambiental local pueden ser un impedimento adicional para el cumplimiento de las *Metas del Milenio*. El ejercicio se realizará utilizando los conceptos de "huella hídrica" y "agua virtual", conceptos que desde el planteamiento de la sostenibilidad fuerte se han construido para relacionar la evolución de la actividad económica con el uso del agua en un país o región, siendo herramientas poderosas para la planificación económico-ambiental.

## Palabras clave

Comercio Internacional y Medio Ambiente; Colombia; Costos Ambientales Traslados; Huella Hídrica y Agua Virtual; Globalización e Impacto Local; Manejo Integral del Recurso Hídrico.

## 1. INTRODUCCION

La globalización es entendida como la creciente influencia de los procesos económicos, financieros, ambientales, políticos, sociales y culturales de carácter mundial sobre aquellos de carácter nacional o local. Aunque la globalización tiene poco de nuevo, los drásticos cambios en los espacios, tiempos y magnitudes generados por la revolución de las comunicaciones, la información y la dinámica económica le han dado nuevas dimensiones a lo que los historiadores llaman la tercera fase de la globalización, iniciada en el último cuarto del siglo XX, que ha multiplicado sus impactos en forma significativa.

---

<sup>1</sup> Estudiante doctorado Economía Ecológica y Gestión Ambiental, ICTA, Universidad Autónoma de Barcelona, UAB.

En términos económicos, la tercera fase de globalización se caracteriza por la gradual generalización del libre comercio, la creciente presencia en el escenario mundial de empresas transnacionales que funcionan con sistemas de producción integrados, la expansión y considerable movilidad de capitales y una notable tendencia a la homogenización de los planes de desarrollo (CEPAL, 2002). Pero además, la globalización lleva aparejada la construcción de un marco institucional y de políticas que posibilitan la realización del proceso, en donde las organizaciones internacionales de crédito y fomento como el Banco Mundial, el FMI y la OMC han jugado un papel fundamental para impulsar el modelo.

A pesar de este impulso promovido por los organismos internacionales y por muchos gobiernos, no hay consenso sobre las ventajas de la globalización. Al contrario, se tejen dudas sobre los beneficios del modelo, destacándose tres preocupaciones centrales relacionadas entre sí. Una primera, referida a las marcadas *desigualdades internacionales* que genera la dinámica del proceso globalizador, determinada por el carácter desigual de los actores participantes. Un segundo problema tiene que ver con el déficit creciente en materia de *governabilidad*, debido al enorme contraste entre los problemas de alcance mundial y los procesos políticos, que siguen teniendo como marco las naciones, las regiones y los espacios locales (Bouzas y French-Davis, 1998).

Una tercera preocupación es la intensificación de la *interdependencia de los problemas ambientales con la globalización*. En estos últimos tres decenios se ha hecho evidencia de una situación planetaria sin antecedentes derivada de la escala creciente y acumulativa de las actividades humanas, que tiene efectos de carácter mundial en lo que podríamos denominar “males públicos globales”. Partiendo de un enfoque ecopolítico, se cuestiona la racionalidad económica de la globalización frente a la lógica y los tiempos de los procesos naturales, poniéndose en tela de juicio las posibilidades de una globalización basada en un modelo de crecimiento ilimitado en un contexto de recursos limitados donde se

debilitan procesos vitales para la estabilidad del ecosistema planetario (Guimarães, 2003).

Esta interdependencia ambiental entre las diferentes regiones del mundo tiene varias aristas. Por un lado, muchos de los problemas ambientales solo se transforman en preocupación internacional cuando se reflejan a nivel global. Sin embargo, son resultado de problemas y procesos locales (p.e. la quema de combustibles fósiles). Por otro lado, los problemas ambientales de carácter global tienen también implicaciones locales, como los impactos sobre los arrecifes de coral o los huracanes asociados al fenómeno del calentamiento de la tierra y su incidencia sobre el aumento de temperatura en los mares. Adicionalmente, muchos de los problemas ambientales de carácter local, son resultado de procesos globalizantes como el comercio internacional (CI), dada la conexión existente entre consumo y producción. Así, los impactos ambientales en términos del agotamiento de los recursos naturales (RN) o de procesos contaminantes pueden imputarse a las demandas externas y a los patrones de consumo internacional. En esta lógica, el CI juega el papel de un nuevo vector (igual al aire y al agua) que disemina las cargas e impactos ambientales sin conocer de fronteras (Karlson, 1995). Ello obliga a entender la sostenibilidad como un concepto global de carácter dinámico, en el cual la dinámica de las economías locales (nacionales) y sus patrones de consumo se transfieren o se cargan ambientalmente a otras realidades locales a través del CI. Solo la mirada desde la perspectiva biofísica, es la que permite conectar ambientalmente lo global con lo local y viceversa.

En este mismo horizonte, la especialización productiva, resultado de las políticas de libre comercio, acentúa los impactos ambientales sobre países y regiones con abundancia de RN. El libre comercio obliga a los países a especializarse en la producción de bienes intensivos en RN importando mercancías ricas en capital y conocimiento. Esta especialización, presiona además a explotar al máximo los RN,

principal fuente generadora de divisas, para poder obtener las importaciones requeridas por la actividad económica nacional (Pérez, 2004a). Además, la tendencia decreciente de los términos de intercambio de este tipo de exportaciones frente a las importaciones (Ocampo y Parra, 2003), y el creciente peso de la deuda externa, hacen imperativo el aumento de la explotación de los RN para alcanzar los equilibrios externos y buscar una senda estable de desarrollo. Tal situación se traduce en agotamiento o pérdida del patrimonio ambiental, afectando directamente a las regiones y zonas donde ocurre la actividad exportadora.

Bajo esta lógica, resulta imprescindible identificar la magnitud de los RN locales que dan soporte a un modelo exportador y a una dinámica de desarrollo. Se hace necesario entonces, evaluar la capacidad de un territorio de sostener la dinámica económica jalonada por el CI que crece a tasas elevadas. El balance entre la capacidad de soporte del ambiente frente a las demandas del crecimiento económico, es un requisito fundamental para la planificación territorial de una cuenca hidrográfica con miras a alcanzar el desarrollo sostenible en un contexto de liberalización de mercados.

Este es el escenario en el que se mueve el presente ensayo, el cual está dirigido a identificar los efectos que sobre el uso del recurso hídrico tienen los cambios en la dinámica económica agrícola asociados a los cambios en los patrones de especialización impulsados por el CI en la cuenca hidrográfica del río Bolo. Este trabajo pretende responder, si los procesos de liberalización comercial promovidos por la agenda de los organismos globales de desarrollo, afecta la gestión del recurso hídrico a nivel local, debido a los conflictos producidos por la intensificación en el uso del agua para la agricultura de exportación y su competencia con otros usos. Si ello es así, las políticas globales de liberalización comercial pueden ser un limitante para el cumplimiento de las *Metas del Milenio*. El ejercicio se realizará utilizando los conceptos de huella hídrica y agua virtual

recientemente desarrollados, como instrumento para identificar las relaciones entre economía y ambiente.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El concepto de *sostenibilidad fuerte* usado por la Economía Ecológica (EE), requiere de indicadores biofísicos que permitan identificar el grado de agotamiento y uso de los RN, dado que en la práctica la sostenibilidad dependerá del tamaño que la economía ocupe dentro de la biosfera (Giljum 2003). Una buena forma de medir ese tamaño o *escala* en términos físicos, es cuantificar la cantidad de RN que requiere una actividad económica; ello permite tener indicadores de presión del subsistema económico sobre el ambiente.

En este caso específico, se trabajó con los conceptos de *huella hídrica* (water footprint) y *agua virtual*, los cuales tienen un enfoque orientado por la demanda y el consumo. La **Huella Hídrica (HH)** [ $\text{m}^3/\text{año}$ ] es definida como el volumen de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por los individuos, las empresas o los países. Dado que no todos los bienes consumidos en un país son producidos en ese país, la *huella hídrica* consiste de dos partes: *huella hídrica interna (HHI)* que se refiere al volumen de agua usada para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes de ese país; y la *huella hídrica externa*, que equivale al volumen de agua usada en otros países para producir los bienes y servicios importados y consumidos por los habitantes del país de referencia (Chapagain y Hoekstra, 2004). La *HHI* representa la suma del volumen de agua usada en la economía nacional en los sectores agrícola (*HHA*), industrial (*HHI*) y doméstico (*HHD*). El cálculo del Total de Agua Usada en la Agricultura (*HHA*), resulta de la sumatoria de los Requerimientos de Agua de cada Cultivo ( $RAC_c$ ), dividido entre el *Rendimiento* respectivo (ton/ha) y multiplicado por la *Producción* (ton/año) de cada cultivo. Donde los  $RAC_c$  son el resultado de parámetros

climáticos (evapotranspiración) y del Coeficiente de Absorción del Cultivo ( $K_c$ ) [Allen *et al*, 1998]<sup>2</sup>.

Por su parte, el **Agua Virtual** (AV) [ $m^3/ton$ ] es definida como el volumen de agua requerido para producir una tonelada de un bien o servicio. En el caso de la agricultura, resulta de dividir el total de agua usada para la producción de un cultivo  $c$  por las toneladas producidas. Este concepto fue introducido por Allan (1993, 1994) quien elaboró la idea de importar agua virtual (incluida en los alimentos importados) como un instrumento para aliviar la presión sobre la escasez de agua disponible para uso doméstico. Así, el agua virtual se convierte en una fuente alternativa de agua, complementaria a las fuentes endógenas (internas) de agua en los países. El adjetivo “virtual” hace referencia al hecho de que la mayoría del agua usada para producir un producto no esta contenida finalmente en ese producto. El agua realmente contenida es insignificante si se compara con el AV.

La información básica para el desarrollo de este trabajo provino de varias fuentes estadísticas. Los Censos Agropecuarios Nacionales (DANE) de 1960, 1972 y 1977 entregaron información sobre área sembrada, producción y rendimientos agrícolas para esos años respectivos. El Anuario Estadístico del Valle del Cauca, de la Gobernación Departamental, entrego información sobre esas mismas variables para el periodo comprendido entre 1988 y 2004. Por su parte, de la Asociación de Productores de Caña de Azúcar, ASOCAÑA, se obtuvo información en torno a áreas sembradas, rendimientos, precios internacionales y exportaciones de los derivados de la caña de azúcar (azúcar blanca, azúcar cruda y mieles). Los datos hidrográficos y de evaporación fueron tomados de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), autoridad ambiental del departamento. De la CVC igualmente se obtuvo la información cartográfica sobre usos del suelo de la

---

<sup>2</sup> Este método asume que los requerimientos de agua de los cultivos están completamente satisfechos, lo cual conduce a una sobreestimación del uso actual de agua por cultivo. Al mismo tiempo, se subestima las necesidades de agua al excluir las pérdidas en la irrigación y los requerimientos de drenaje del análisis.

cuenca del Bolo para los años 1972, 1987 y 2000. Además, la metodología para la estimación de la huella hídrica y el agua virtual, y los coeficientes de absorción ( $K_c$ ) de los diferentes cultivos, fueron obtenidos del trabajo realizado para estimar la *Huella Hídrica de las Naciones* de UNESCO-IHE (Chapagain y Hoekstra, 2004; Volumen 1 y 2), los cuales retoman  $K_c$  producidos por la FAO.

La evapotranspiración promedio de la cuenca del río Bolo se estimó con base en la serie de evaporación que la CVC tiene desde 1960, en las 3 estaciones pluviométricas más cercanas a la cuenca hidrográfica (Ingenio Central Castilla, La Diana y San Emigdio). La evapotranspiración final es el resultado de los datos de evaporación media para los diferentes años, por el Coeficiente de Tanque ( $Ct=0.75$ ), método que resulta mejor para las zonas tropicales al compararlo con el usado por UNESCO-IHE (Pennan-Monteith).

Uno de los propósitos de este estudio fue tener una cobertura histórica lo suficientemente amplia para abarcar varias etapas del proceso de desarrollo económico. Por ello, hubo necesidad de recurrir a diferentes fuentes que hicieron que la serie construida fuera discontinua, dado además las limitaciones que caracterizan las estadísticas locales. En tal sentido, la serie correspondió a los años 1960, 1972, 1977 y al periodo 1988-2004. Así mismo, dado que la información estadística obtenida hacia referencia a los municipios que conforman la cuenca y no a la cuenca misma, hubo necesidad de hacer una agregación ponderada con base en la participación del área del municipio en la cuenca, que correspondió a la siguiente formula:

$$PTA_{\text{Cuenca río Bolo}} = \sum PA_i * K_i \quad (1)$$

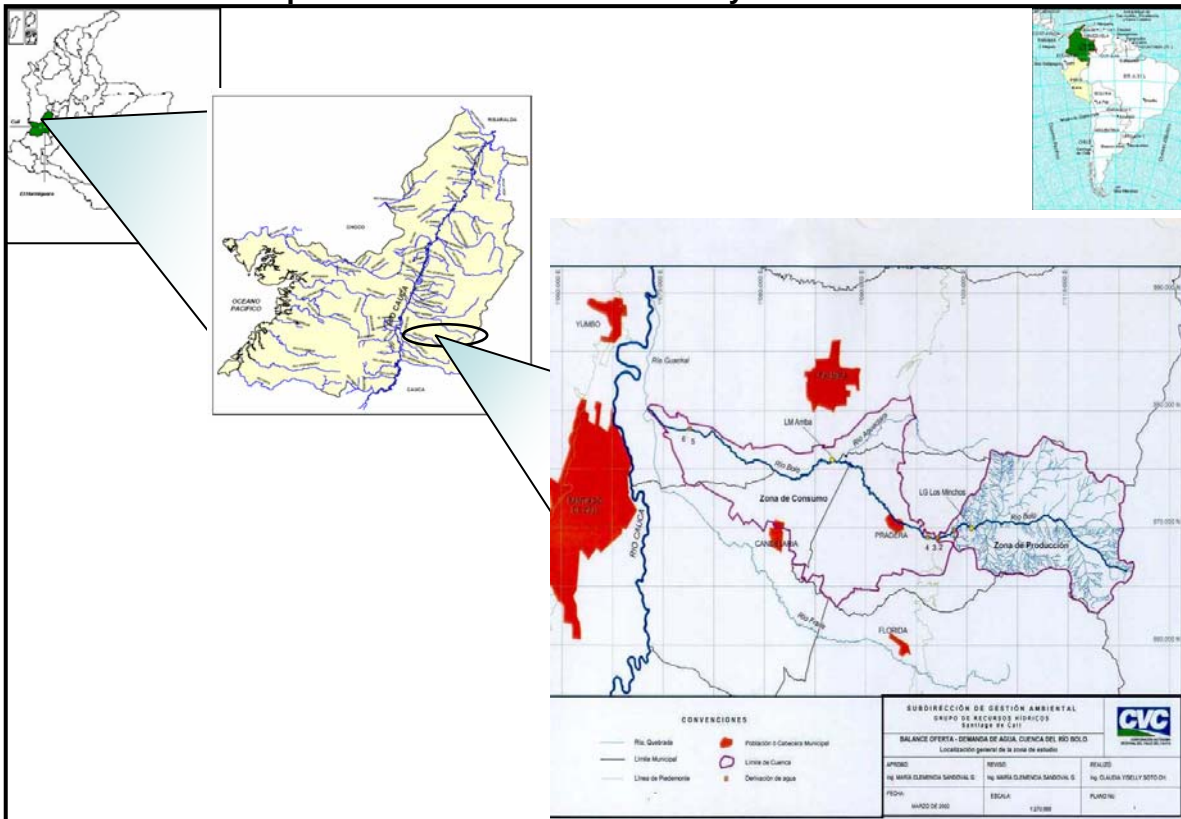
Donde: PTA = Producción total agrícola de la cuenca del río Bolo (ton);  $PA_i$  = Producción Agrícola del municipio  $i$ ;  $K_i$  = Área total del municipio  $i$  en la cuenca / Área total municipal de  $i$ .

Por su parte, los municipios que tienen área en la cuenca del río Bolo corresponden a Pradera, Palmira y Candelaria. Y, la participación del área de la cuenca en su territorio municipal (*Ki*) es de 76.2, 7.48 y 17,97% en forma respectiva. Este mismo procedimiento se hizo para estimar el área total cultivada en la cuenca (ha), la cual, dividida por la producción (ton) arroja los rendimientos (ton/ha). La serie resultante de esta fórmula se ajustó con la información cartográfica del uso del suelo que existe para la cuenca del río Bolo en los años 1972, 1987 y 2000. Esto dio consistencia a la serie construida.

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DEL RÍO BOLO**

La cuenca del río Bolo abarca una extensión de 39.868 ha con altitudes que van entre 850 y 3.800 msnm, cubriendo los municipios de Pradera (27.050 ha), Candelaria (5.281 ha) y Palmira (7.537 ha) al sur-orienté del departamento del Valle del Cauca [CVC, 2002a]. El río Bolo es el resultado de la conjunción de dos ríos que nacen en la cordillera Central: Bolo Blanco y Bolo Azul. El río Bolo Azul nace en la laguna Los Cristales a unos 3900 msnm, cerca al Páramo de Tinajas, y tiene una longitud de 29 km. Un poco más abajo de la localidad de La Feria se unen los ríos Bolo Azul y Bolo Blanco dando lugar al río Bolo. El Bolo Blanco nace en el lago del mismo nombre, en la parte alta del límite de los corregimientos de El Retiro y Bolo Blanco. El río Bolo entrega sus aguas al río Guachal el cual en un trayecto muy corto desemboca en el río Cauca. La extensión total del río Bolo es de 64,2 km. En términos de planificación hídrica, la cuenca puede ser dividida en zona productora de agua o parte alta que tiene un área de 16.274 ha (40,7%) y que va desde el nacimiento hasta el piedemonte, en un rango entre 1.100 y 3.900 msnm. Por su parte, la zona consumidora de agua o parte plana, corresponde a 23.707 ha (59,3%), que van desde el piedemonte hasta la desembocadura a una altura entre 820 y 1100 msnm (CVC, 2002a) [Ver Figura 1].

**Figura 1. Localización de la cuenca hidrográfica del río Bolo dentro del departamento del Valle del Cauca y de Colombia**



Fuente: CVC (2002a).

Con respecto al uso del suelo, acorde a la información elaborada por la CVC en su Grupo de Cartografía para 2000, la presencia antrópica en toda la cuenca es elevada. Así, un 73,1% de la superficie es utilizada para el área urbana, la infraestructura y la actividad agropecuaria, en donde el principal uso del suelo corresponde al cultivo de la caña de azúcar con un 50.3% del área de la cuenca; por su parte, el uso pecuario tiene un 18,2% del territorio, predominando los pastos. Con respecto al uso no antrópico, este representa el 26,9% de todo el territorio, donde se destaca el bosque natural o plantado (12%), la vegetación de páramo (9,4%) y el rastrojo (4,3%), para sumar entre los tres el 26,5% de la superficie. El resto corresponde a cuerpos de agua (0,4%) [ver Tabla 1].

Este uso del territorio tiene características diferentes cuando se analiza en forma

separada la zona de ladera y la zona plana. En la parte alta, el área dedicada a bosques, vegetación de páramo y rastrojo se acerca al 62%, mostrando un relativo buen nivel de protección boscosa y vegetativa. Sin embargo, el pasto natural representa el restante 38% del uso del suelo, situación que afecta el papel de regulador de caudales y de preservación de la calidad del agua de la zona alta de la cuenca. Por su parte, en la zona plana se observa una elevada ocupación territorial del monocultivo cañero el cual ya concentra el 85% de la tierra en esta parte de la cuenca. Esta situación se verá reflejada en la intensidad del uso de los recursos naturales, en particular agua y tierra.

**Tabla 1. Usos del suelo cuenca hidrográfica del río Bolo según zonas geográficas (2000)**

	Hectáreas			Porcentaje (%)		
	ZONA PLANA	ZONA LADERA	TOTAL	ZONA PLANA	ZONA LADERA	TOTAL
<b>A. Uso No Agrícola</b>						
Área urbana y construida	420	0	420	1.8	0.0	1.1
Cuerpos de agua	4	6	10	0.6	0.04	0.4
Bosque Natural o Plantado y vegetación de páramo y rastrojo	549	10.035	10.584	2.3	61.7	26.5
<b>Subtotal Uso No Agrícola</b>	<b>1.110</b>	<b>10.041</b>	<b>11.151</b>	<b>4.7</b>	<b>61.7</b>	<b>28.0</b>
<b>B. Uso Agropecuario</b>						
<b>Uso Agrícola</b>	<b>21.412</b>	<b>46</b>	<b>21.457</b>	<b>90.8</b>	<b>0.3</b>	<b>53.8</b>
Cultivos temporales	935	8	943	4.0	0.05	2.4
Cultivos permanentes	20.476	38	20.514	86.8	0.2	51.5
* Caña de azúcar	20.051	0	20.051	85.0	0.0	50.3
* Resto	425	38	463	1.8	0.2	1.2
<b>Uso Pecuario</b>	<b>1.072</b>	<b>6.187</b>	<b>7.259</b>	<b>4.5</b>	<b>38.0</b>	<b>18.2</b>
<b>Subtotal Uso Agropecuario</b>	<b>22.484</b>	<b>6.233</b>	<b>28.716</b>	<b>95.3</b>	<b>38.3</b>	<b>72.0</b>
TOTAL	23.593	16.274	39.868	100.0	100.0	100.0
Participación (%)	59.2	40.8	100.0	N.A.	N.A.	N.A.

Fuente: CVC (2002a)

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo comprenden tres partes: i) Estimación de la *Huella Hídrica Agrícola (HHA)*; ii) Balance Hídrico de la cuenca asociado al proceso de especialización productiva de la agricultura; y, iii) Estimación de los flujos de agua virtual exportados vinculados a la producción agrícola de la cuenca del río Bolo.

#### **4.1 DINÁMICA AGRÍCOLA Y USO DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BOLO (1960-2004)**

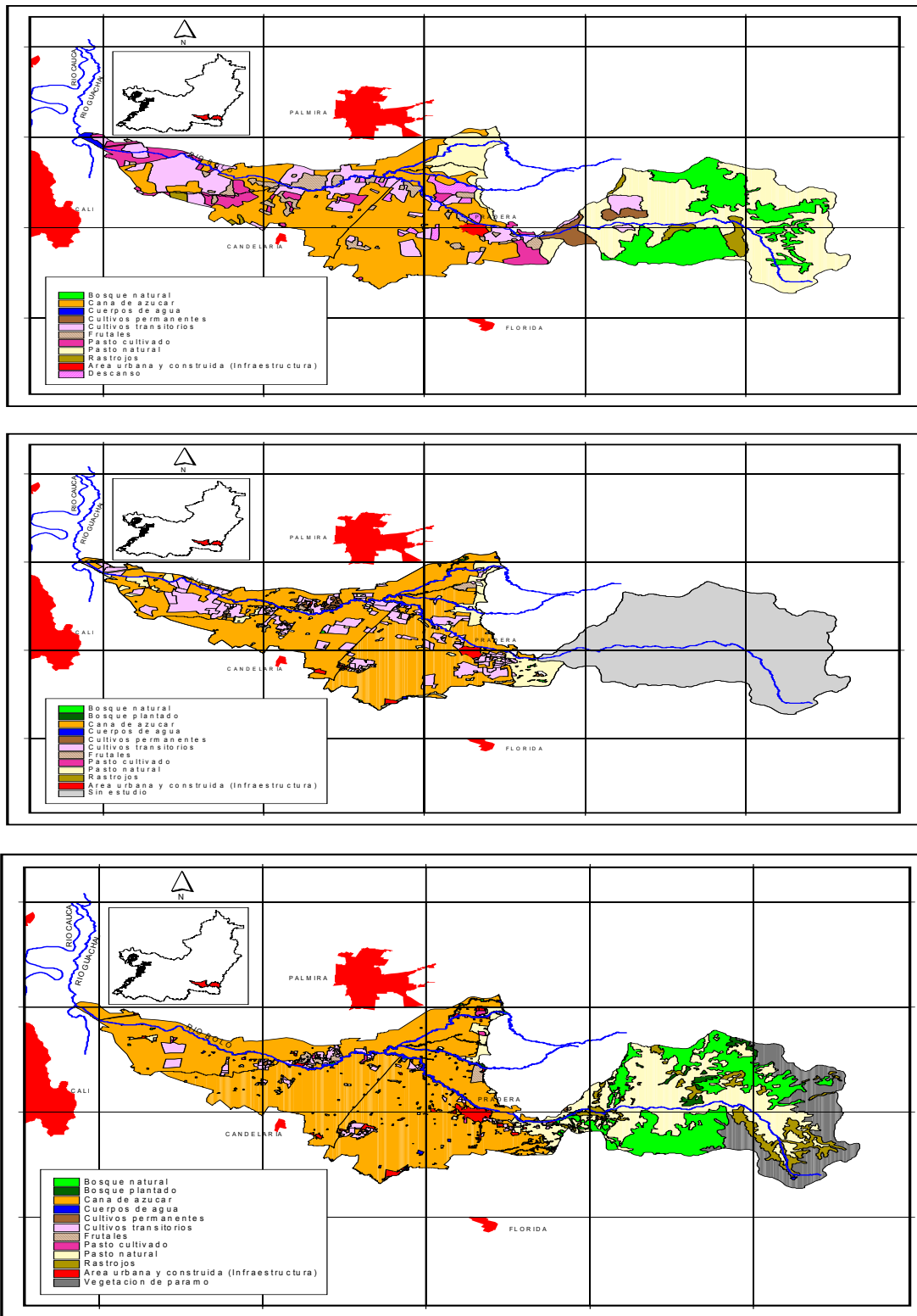
La dinámica de la demanda de agua para uso agrícola esta determinada en lo fundamental por la estructura y dinámica de uso del territorio para esta actividad. En este contexto, el cambio estructural más importante que se dio durante el periodo analizado correspondió al significativo incremento del área sembrada de cultivos permanentes y la casi desaparición de los cultivos temporales. Los primeros pasaron de 8.433 ha en 1960 a 20.366 ha en 2004. Los segundos cayeron de 3.025 a 709 ha en el mismo periodo. Esto hizo que en conjunto, se ampliara la frontera agrícola en toda la cuenca en cerca de 8.900 ha. Este cambio estructural se deriva de la ampliación del área sembrada de caña de azúcar, la cual paso de 6.093 a 18.558 ha. Ello permitió copar casi toda el área sembrada de la cuenca hidrográfica al pasar de 53% a 92%. Esta situación refleja un gran proceso de especialización productiva que se relaciona con la continua liberalización comercial iniciada a principios de los setenta y fortalecida a partir de 1990 con la apertura económica. Además, en forma previa, la “revolución verde” iniciada en Colombia a finales de los cincuenta, habría posibilitado un impulso preliminar de este proceso. Estos significativos cambios se pueden apreciar planimétrica y visualmente en la Figura 2, para los años 1972, 1987 y 2000. A pesar de las diferentes categorías que se manejan en cada plano, lo que resulta evidente es el preocupante avance del monocultivo cañero, aspecto que ha tenido importantes efectos sociales y ambientales en la región, como lo señala el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pradera<sup>3</sup>, al decir que:

“La especialización de la actividad económica ha traído como consecuencia un notable deterioro de las condiciones de empleo y de ingresos de un amplio sector de la población del municipio. En el área urbana, hasta hace unos años predominaba una economía formal relacionada con la actividad agrícola, pero debido a la crisis económica del sector agropecuario en los noventa y al monocultivo cañero, ésta ha ido cambiado a una actividad informal ó “de rebusque” tipificada en la comercialización de productos de contrabando que han modificado las relaciones familiares y de vecindad al interior de los barrios de Pradera” (POT, 2000, pp. 52).

---

<sup>3</sup> Pradera es el principal municipio de la cuenca del río Bolo al abarcar el 68% del área total de la misma.

Figura 2. Evolución del uso de la tierra en la cuenca del río Bolo (1972, 1987, 2000)



Fuente: Cartografía CVC (1972, 1987, 2000).

Con respecto a los impactos ambientales del monocultivo cañero el mismo POT señala:

“La contaminación atmosférica por fumigación área y quema de caña para facilitar su corte; la contaminación del recurso hídrico por el uso de fertilizantes y agroquímicos; el alto consumo de agua para riego de la caña genera importantes conflictos ecológicos distributivos por el acceso al recurso; la cercanía de los cultivos de caña a algunos barrios de la cabecera municipal produce malestar social dada la proliferación de zancudos y la afectación del paisaje; la extensión del monocultivo de caña y la concentración de la propiedad de la tierra en la zona plana, han propiciado la colonización progresiva de tierras medias y altas que sumada a la ganadería extensiva intensifican el impacto sobre las aguas superficiales y subterráneas y los demás recursos naturales renovables; la afectación de la seguridad alimentaria del municipio, la cual es soportada ahora en parte por la actividad productiva de la zona de ladera, que además de ser insuficiente, presiona la sobreexplotación de la tierra y la ampliación de la frontera agrícola” (POT, 2000, pp. 62).

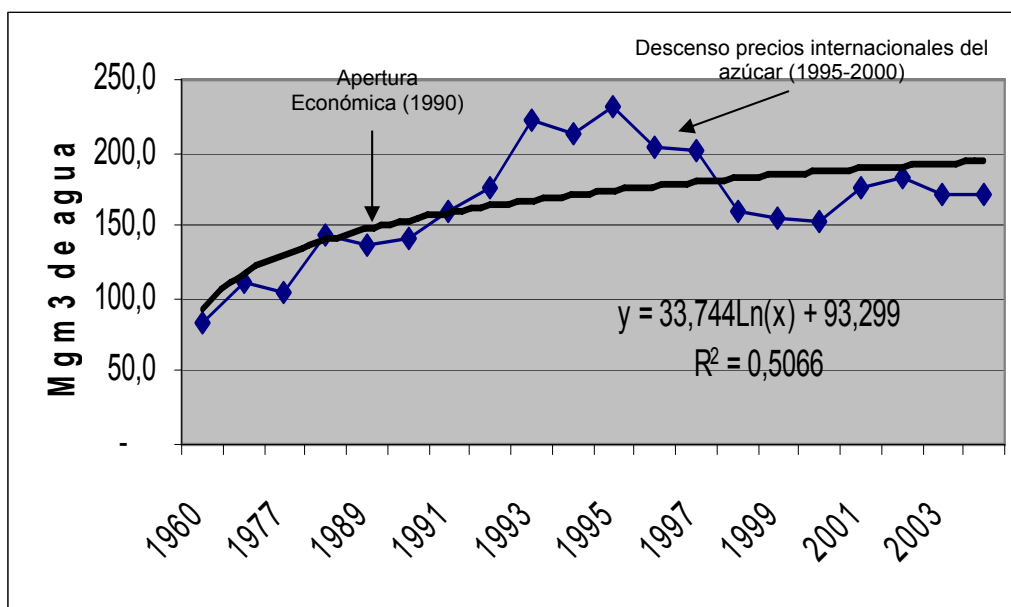
Este cambio estructural en el uso del suelo para agricultura, promovido por la especialización productiva, trajo consigo importantes cambios en la dinámica del consumo hídrico, dado el mayor requerimiento de agua del monocultivo de caña de azúcar, tanto para su actividad agrícola como para su procesamiento industrial<sup>4</sup>. Al observar la Figura 3 sobre la *HHA* en la cuenca del río Bolo, se aprecia un crecimiento continuo en la cantidad de agua usada asociada al crecimiento económico y al cambio estructural agrícola anotado. Esta dinámica dio como resultado un crecimiento promedio anual de 2,3% en la demanda de agua, haciendo que la *HHA* se viera más que duplicada al pasar de 84 Mgm<sup>3</sup> (1 Mgm<sup>3</sup> = 1 millón de m<sup>3</sup>) en 1960 a 171 Mgm<sup>3</sup> en 2004. Sin embargo, este crecimiento tiene dos grandes ciclos: uno ascendente que va hasta 1995 donde alcanza un pico de 231 Mgm<sup>3</sup> y uno descendente que va desde ese año hasta los primeros años del siglo XXI fluctuando alrededor de los 170 Mgm<sup>3</sup>. En un sentido similar, la apertura económica (1990-2004) reproduce esos ciclos. Los primeros cinco años, donde se

---

<sup>4</sup> Mientras los requerimientos de agua por ha promedio nacional de caña de azúcar son de 10.620, los de los principales cultivos que fueron reemplazados son de 3.320, 2.860 y 2.690 m<sup>3</sup>/ha para maíz, sorgo y soya respectivamente. Para la cuenca hidrográfica los requerimientos de agua son un poco menores: 8.605, 2.335, 2.317 y 2.180 m<sup>3</sup>/ha respectivamente. El mayor consumo de agua por ha en la caña de azúcar, se relaciona con su mayor producción en términos de toneladas. Acorde al Ministerio de Agricultura (2004), la producción promedio por hectárea a nivel nacional de caña de azúcar fue de 125 ton/ha, frente a una producción de maíz, sorgo y soya respectiva de 2,2, 3,5 y 2,1. Ello muestra la intensidad en la explotación de los RN por parte del cultivo azucarero.

acentúa el proceso de especialización, arroja crecimientos en el consumo de agua de 12,6% promedio anual, para posteriormente decrecer a ritmos de 2,9%.

**Figura 3. Huella Hídrica Agrícola en la cuenca del río Bolo (1960-2004)**  
**Volumen de agua usada por la actividad agrícola (Mgm<sup>3</sup>)**



Fuentes: Cálculos propios con base en información de DANE (1960, 1972 y 1977); Gobernación Departamental (varios años); ASOCAÑA (2005); CVC-IDEAM (varios años); y Chapagain y Hoekstra (2004).

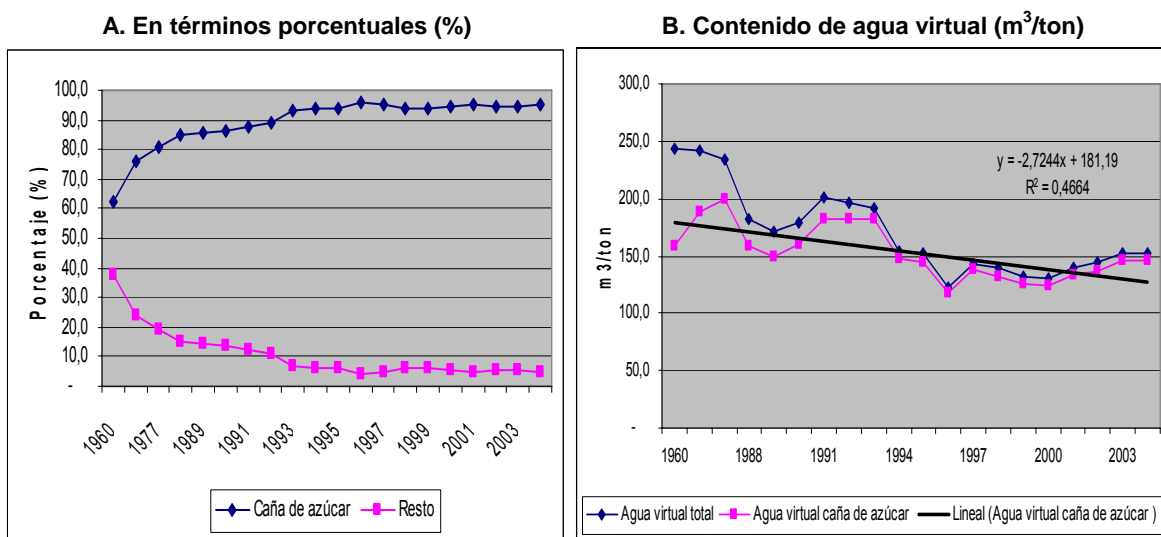
La caída de los precios internacionales del azúcar que se produce a partir de 1995, ayuda a explicar el descenso del área sembrada y de la producción cañera en este periodo, y con ello, la disminución en el consumo de agua por parte del sector agrícola en la cuenca, sobre todo hasta 2000<sup>5</sup>.

Por su parte, la Figura 4-A corrobora los efectos de la especialización productiva asociada al CI sobre la estructura de consumo de agua. Así, a lo largo del periodo analizado la *HHA* es crecientemente explicada por los requerimientos de agua para el cultivo de la caña de azúcar. Mientras en 1960, la demanda de agua para uso cañero representaba el 63% del total de la *HHA*, para 2004 esta representa casi toda la demanda hídrica al llegar al 95%. En términos absolutos, esta paso de

<sup>5</sup> Mientras los precios internacionales promedio del azúcar blanco y cruda tuvieron un crecimiento de 3,4% promedio anual entre 1988 y 1995, para la segunda fase del proceso de apertura (1995-2004) cayeron anualmente en 4,2%.

52,6 Mgm<sup>3</sup> a 160 Mgm<sup>3</sup> de agua. Este nivel de apropiación del recurso hídrico en manos de la actividad cañera, hace imperativo que toda política de gestión del recurso deba focalizarse sobre esta actividad.

**Figura 4. Composición de la Huella Hídrica Agrícola y contenido de agua virtual por tonelada producida en la cuenca del río Bolo (1960-2004)**



Fuentes: Cálculos propios con base en información de DANE (1960, 1972 y 1977); Gobernación Departamental (varios años); ASOCAÑA (2005); CVC-IDEAM (varios años); y Chapagain y Hoekstra (2004).

De otra lado, un elemento que contribuye a disminuir la presión sobre el recurso hídrico en la cuenca del río Bolo, son las mejoras en la productividad (ton/ha) de todos los cultivos, aspecto que ha permitido mejorar la eficiencia en el uso del agua por parte de la agricultura (m<sup>3</sup>/ton)<sup>6</sup>. La Figura 4-B muestra el agua virtual incorporada por tonelada de producto generado tanto total como para el cultivo de la caña de azúcar. En ambos casos, se observan mejoras importantes en la eficiencia en el uso del agua, aunque un poco mayores para la agricultura en general que para el cultivo de la caña de azúcar. Estas eficiencias hídricas por parte de la caña, significaron un ahorro de 13 m<sup>3</sup> de agua por tonelada, al pasar de 159 a 146 m<sup>3</sup> de agua en el periodo analizado. Sin embargo, también se

<sup>6</sup> Las mejoras asociadas a los sistemas de riego no son tomadas en cuenta en este análisis dado que se desconocen.

observa un estancamiento de esta dinámica a partir de 1997, lo cual implica que las mejoras en la productividad por ha también se han estabilizado.

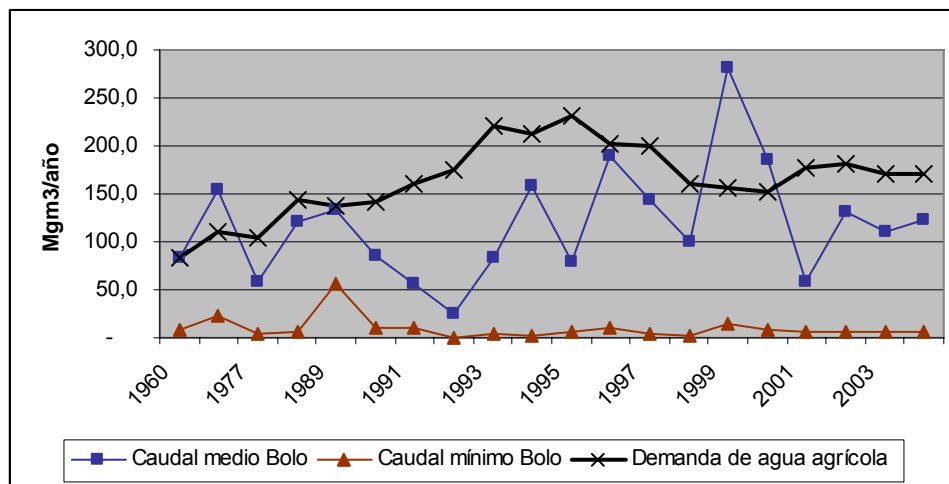
#### **4.2 Balance entre oferta y demanda de agua en la cuenca del río Bolo en un contexto de especialización productiva**

Al hacer el balance entre oferta y demanda de agua de esta cuenca hidrográfica, se evidencia un importante y continuo déficit explicado en buena medida por el crecimiento continuo de la demanda asociado al cultivo de la caña (Figura 5). Déficit este que se intensifica a partir del proceso de apertura económica. Esta situación es más compleja cuando incluimos los otros usos como el consumo humano, el uso industrial y el llamado consumo ecológico. Las estimaciones realizadas por la CVC (2002a), consideran que estos usos demandan una cantidad de agua promedio año de 10,4, 23,3 y 1,3 Mgm<sup>3</sup> en forma respectiva. Sin embargo, es necesario considerar también que la información de la oferta hídrica puede estar subestimada puesto que estos datos corresponden a la estación hidrológica Bolo Arriba, la cual tiene algunos puntos de extracción previos para uso cañero. Además, esta información no incluye la cantidad de agua de la subcuenca Agua Clara, la cual alcanza un promedio anual de 19 Mgm<sup>3</sup>.

De todas maneras, a pesar de estas limitaciones en la información, se evidencia un gran desequilibrio entre oferta y demanda por agua superficial que genera importantes conflictos por el uso del agua entre diferentes usuarios. La gran presión que la demanda esta ejerciendo sobre la capacidad de soporte de la cuenca abastecedora es reconocida en el estudio Nacional del Agua que muestra a la ciudad de Pradera, principal centro urbano de la cuenca, con una vulnerabilidad *Media Alta* para un año medio en términos de pluviosidad y *Alta* para un año seco; situación que se torna *Alta* para cuando se hacen las proyecciones para el año 2015 y 2025 (IDEAM, 2000). Estos desequilibrios son resueltos parcialmente con la extracción de agua subterránea y con la ampliación

de los sistemas de riego hacia otras fuentes superficiales de abastecimiento como el río Cauca y el Fraile en las partes más hacia el oeste de la cuenca.

**Figura 5. Balance oferta demanda de agua en la cuenca del río Bolo (1960-2004)**



Fuentes: Demanda: cálculos propios con base en información de DANE (1960, 1972 y 1977); Gobernación Departamental (varios años); ASOCAÑA (2005); CVC-IDEAM (varios años); y Chapagain y Hoekstra (2004). Para oferta: CVC, Boletín Hidrológico (2002b) y datos complementarios para 2002-2004. Esta información corresponde a caudales Medio Plurianuales en la Estación Bolo Arriba transformados a m³/año.

Con relación al agua subterránea, vuelven a aparecer los problemas de concentración del recurso por parte del cultivo de la caña. Así, el 91% del caudal asignado (1941 lps) es para uso cañero. Además, dados los altos costos de extracción del recurso de los acuíferos, estas asignaciones se concentran en los usuarios más grandes. Las concesiones mayores a 20 lps, controlan el 97% del caudal de aguas subterráneas de la cuenca (Pérez, 2004b; CVC, 2004). Los grandes requerimientos de agua para el negocio de la caña, generan además fenómenos de salinización y agotamiento de los acuíferos de la zona, caracterizados por cierto grado de fragilidad hidrogeológica (Medina *et al*, 2005). El impacto ambiental sobre los mismos y sobre el territorio sur del Valle del Cauca es registrado por un estudio reciente del IDEAM (2005).

La situación señalada, refleja los importantes problemas de gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Bolo, lo cual no solo requiere soluciones técnico-

administrativas para asignar mejor los caudales entre los diferentes usuarios preservando los criterios de equidad y eficiencia para todos los usos, sino además deberá desarrollarse un paquete de acciones movidas por el enfoque de gestión de la demanda, que tengan como objetivo una reducción de los niveles de consumo de los diferentes usos, donde el mejoramiento de las eficiencias de riego, el revestimiento de los canales, la implementación de sistemas de aspersión y goteo e incluso como lo afirma la CVC (1998), el cambio de cultivos, jueguen un papel importante en la estrategia de gestión del agua.

En ese sentido, y como lo señala la Directiva Marco de la Unión Europea frente a la Nueva Cultura del Agua, “se refuerza cada vez mas la idea de que la planificación hidrológica no puede entenderse más que como un instrumento al servicio de la política territorial; que las propias demandas y disponibilidades de agua de cada cuenca solo pueden fundamentarse en el diagnóstico y la consiguiente estrategia explícita de utilización de territorio (Del Moral, 2001). Esta utilización del territorio deberá estar asociada explícitamente al modelo de desarrollo económico-territorial planteado y a la identificación de la *capacidad de carga* de la unidad territorial que soportará el modelo, para garantizar un desarrollo sostenible. Situándonos en la lógica de la planificación pública –es decir en la necesidad de una gestión de los recursos basada en la dirección de los procesos de generación, distribución y asignación del agua, además de su protección – cualquier política hídrica en la cuenca del río Bolo deberá considerar la capacidad de carga de la zona, incluyendo la oferta de recurso hídrico. Por ello, es fundamental en ese proceso identificar las perspectivas de especialización económica y particularmente agro-industrial que se abren con el nuevo acuerdo internacional con EEUU (TLC) y con las perspectivas de producción de alcohol carburante, en términos del incremento de la demanda del recurso hídrico y además, de nuevos factores de contaminación del mismo. Aspecto este que se acrecienta cuando dos de los ingenios que pretenden desarrollar esta nueva opción de negocios, están ubicados en la zona (Mayagüez y Cauca). A ello se

suma ahora, el proyecto de abastecer con agua de la cuenca del río Bolo un nuevo acueducto para el municipio de Candelaria.

### **4.3 Presión del sector externo sobre la huella hídrica en la cuenca del Bolo**

La importante presión ejercida por la actividad agrícola, en especial cañera, sobre la demanda de agua en la cuenca hidrográfica del río Bolo, esta asociada a la creciente demanda externa de los productos derivados de la caña de azúcar (azúcar blanca, azúcar cruda y miel)<sup>7</sup>, resaltando además que sobre la cuenca actúan cinco de los trece ingenios existentes en el país, los cuales están ubicados sobre el valle geográfico del río Cauca<sup>8</sup>. En este caso específico, la influencia del CI sobre la demanda de agua se produce a través de dos vías: i) Mediante el impulso al proceso de especialización productiva hacia la caña de azúcar, aspecto que ya fue analizado previamente. ii) A través de la exportación de agua virtual (AV) incluida en los productos agrícolas exportados, que lleva implícita una carga ambiental determinada.

La Figura 6 muestra la cantidad de AV exportada a lo largo del periodo analizado asociada a los dos principales rubros de exportación de la cuenca. La caña de azúcar y el café, cuya actividad es realmente marginal. El gráfico evidencia la creciente contribución de la demanda externa sobre el uso del agua en la cuenca del río Bolo. Esta paso de representar el 13% del total de agua usada por la actividad agrícola en 1960, a 52% en 2004. En términos de cantidades absolutas, las exportaciones de AV pasaron de 10,6 Mgm<sup>3</sup> a 88.6 Mgm<sup>3</sup>, significando un crecimiento anual de 16,3%. Acá, se destaca la caña con un crecimiento impresionante de 111% anual, al pasar de exportar 1,7 Mgm<sup>3</sup> de AV en 1960 a

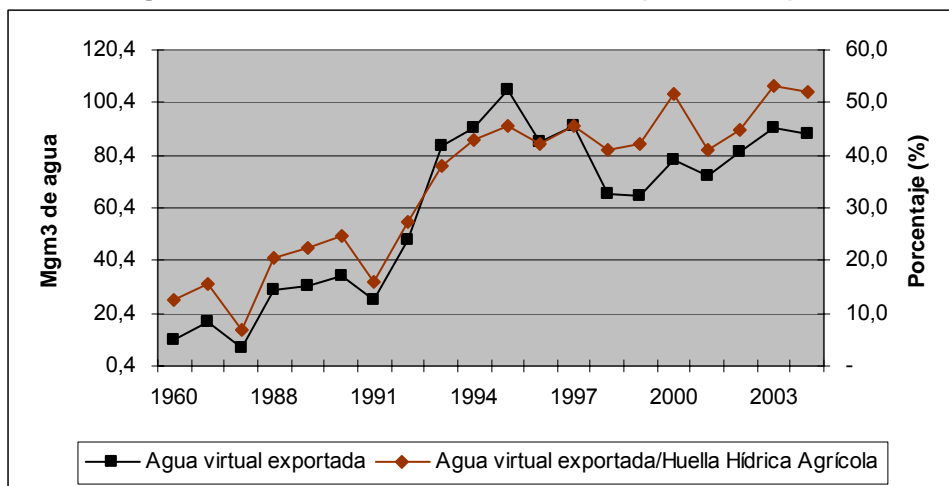
---

<sup>7</sup> La participación de las exportaciones sobre la producción total de estos tres productos en toneladas, pasó de representar el 14,6% en 1980 al 45% en 2004 (Asocaña, 2005).

<sup>8</sup> Estos corresponden a Manuelita, Cauca, Central Tumaco, Mayagüez y Central Castilla. Estos dos últimos tienen sus fábricas sobre la cuenca del río Bolo. Las exportaciones de los derivados de la caña no son realizadas por los ingenios, sino a través de CIAMSA, Sociedad de Comercialización Internacional de Azúcares y Mieles.

85,3 Mgm<sup>3</sup> en 2004. La apertura económica iniciada en los noventa, incentiva durante el primer quinquenio las exportaciones de AV al pasar de 35 a 106 Mgm<sup>3</sup>. Luego, hasta 1999 se produce un descenso que llega a los 65.3 Mgm<sup>3</sup>, para luego incrementarse en el siguiente quinquenio alrededor de 85 Mgm<sup>3</sup> de AV exportada.

**Figura 6. Presión del mercado externo sobre el uso del agua para agricultura en la cuenca del río Bolo (1960-2004)**



Fuentes: Cálculos propios con base en información de DANE (1960, 1972 y 1977); Gobernación Departamental (varios años); ASOCAÑA (2005); CVC-IDEAM (varios años); y Chapagain y Hoekstra (2004).

Por su parte, una serie de regresiones econométricas fueron desarrolladas para identificar los principales determinantes del consumo de agua total (*HHA*) y el papel que juega en ello el sector externo (Tabla 2). Se encontró que el modelo (i) ajusta bien estadísticamente cuando se incluye tanto la demanda de agua externa como la demanda de agua para la producción interna de caña y además el comportamiento de los precios internacionales del azúcar ( $R^2 = 0.994$ ). Bajo esos parámetros, existe una gran dependencia de la *HHA* de las variables asociadas a las exportaciones de los derivados de la caña de azúcar. La elasticidad de la demanda de agua total frente a un cambio de un punto en el precio del azúcar es de 0,47, mientras que un cambio de una unidad de AV exportada, incrementa en 0,86 puntos la demanda de agua total de la agricultura en la cuenca. Por su parte, la elasticidad de la demanda de agua total frente a la demanda interna es superior a la unidad. Se observa así mismo, que cuando se incluyen solo las variables

externas (ii), el modelo sigue ajustando bien ( $R^2 = 0,85$ ) y que disminuye su representatividad, cuando se relaciona solo con el consumo interno de agua (iii) [ $R^2 = 0,5$ ]. Esto refuerza la importancia de las variables externas en la determinación de la HHA de la cuenca.

**Tabla 2. Regresiones para estimar las relaciones entre la demanda de agua agrícola total y las variables asociadas al mercado externo e interno en la cuenca del río Bolo (1960-2004)**

Variables		Estadísticos				
<i>Dependiente</i>	<i>Independientes</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>F</i>
i) Huella Hídrica Agrícola Total (Mgm3)	Constante	20.48	5,14	0.997	0.994	867,3
	Precio Internacional azúcares	0.465	1,35			
	Agua virtual exportada caña de azúcar (Mgm3)	0.862	35,4			
	Consumo Interno Agua Virtual caña de azúcar (Mgm3)	1.04	19,74			
ii) Huella Hídrica Agrícola Total (Mgm3)	Constante	57,97	3,39	0.919	0.845	46.37
	Precio Internacional azúcares	4,37	3,17			
	Agua virtual exportada caña de azúcar (Mgm3)	1,001	8,79			
iii) Huella Hídrica Agrícola Total (Mgm3)	Constante	32,57	1,05	0.717	0.514	19.01
	Consumo Interno Agua Virtual caña de azúcar (Mgm3)	1,52	4,36			

Fuente: Cálculos propios.

## 5. CONCLUSIONES

- En un contexto de globalización, el proceso de especialización productiva promovido por el libre comercio, es uno de los principales determinantes de la demanda de RN y de agua en particular. El libre comercio presiona a los países a especializarse en la producción y exportación de bienes donde sus ventajas comparativas son mayores. Ello obliga a dedicarse a las actividades que usan intensivamente los recursos que abundan en su territorio. Este proceso hace que países como Colombia, concentren su actividad exportadora en bienes ricos en RN. Sin embargo, esta especialización genera mayor carga ambiental para este tipo de países.
- Esta situación, puede determinar que países y territorios queden en sendas de especialización equivocadas que conlleven a depender excesivamente de la explotación de los RN que garantice el flujo financiero necesario para importar

los bienes requeridos por la actividad económica y cumplir sus compromisos internacionales de deuda. Esta senda de especialización equivocada puede conducir a una espiral sin aparente salida, que perpetuó el subdesarrollo en un contexto de deterioro y agotamiento del patrimonio ambiental.

- El proceso de especialización productiva originado por la liberalización comercial sobre la cuenca del río Bolo durante el periodo 1960-2004, se manifiesta a través del desplazamiento de los cultivos temporales por caña de azúcar. Este cultivo ocupa ahora el 92% del territorio para uso agrícola de la cuenca. La especialización productiva trajo consigo un aumento en el uso del agua para agricultura que intensificó el “stress” hídrico y los conflictos por el recurso, puesto que la caña de azúcar es más intensiva en el uso del agua que los cultivos desplazados. La HHA pasó de 84 Mgm<sup>3</sup> a 171 Mgm<sup>3</sup> en 2004.
- El proceso de apertura económica (1990-2004) produjo dos grandes ciclos con relación a la demanda de agua. Uno primero hasta 1995, donde se acentúa el proceso de especialización en la caña de azúcar, que incrementó la demanda en niveles de 12,6% promedio anual. Uno segundo decreciente hasta 2000, estabilizándose posteriormente, con descensos de 2,9%. Sin embargo, este segundo ciclo es también explicado por variables externas como la caída de los precios internacionales del azúcar.
- Parte importante de la dinámica en el uso del agua agrícola (HHA) está explicada por el modelo exportador asumido por Colombia a partir de los setenta y fortalecido en los noventa. Esto arrojó una marcada dependencia de la HHA frente a las variables relacionadas con la demanda externa de bienes derivados de la caña, lo cual se comprobó con las regresiones econométricas realizadas. Esta realidad muestra los efectos de las políticas globales sobre el nivel local en términos de la explotación y contaminación de los RN. Ello hace evidente la necesidad de tomar en consideración tales efectos para diseñar mecanismos de mitigación que compensen estos impactos.
- Las mejoras en la productividad de la agricultura en la cuenca (ton/ha), producen una disminución de la presión sobre la demanda del RH a través de

menores requerimientos de agua por tonelada. Este fenómeno hizo que la caña de azúcar obtuviera un ahorro de agua de 13 m<sup>3</sup>/ton. Sin embargo, estas mejoras se han estancado a partir de 1997.

- El balance oferta-demanda de agua de la cuenca es preocupante, pues evidencia un importante y continuo déficit explicado en buena medida por el crecimiento de la demanda del cultivo de caña. Este déficit se pretende corregir con el consumo de agua subterránea trasladando el impacto ambiental a otros territorios y fuentes abastecedoras.
- El gran dinamismo del consumo de agua en la zona plana de la cuenca asociado al monocultivo cañero, amerita implementar políticas de Manejo Integral del Recurso Hídrico (MIRH), enfatizando en estrategias de gestión de la demanda con un centro casi exclusivo en el cultivo de la caña de azúcar.
- La planificación hidrológica debe entenderse como un instrumento al servicio de la política territorial que corresponda a su capacidad de carga. Las demandas y disponibilidades de agua de cada cuenca solo pueden fundamentarse en una estrategia explícita de utilización de territorio. Esto deberá estar asociado explícitamente al modelo de desarrollo económico-territorial planteado y a la identificación de la capacidad de carga de la unidad territorial que soportará el modelo. Así, la dinámica de un monocultivo exportador como la caña de azúcar, tiene limitaciones ambientales asociadas a la capacidad de soporte de los ecosistemas donde se cultiva. La autoridad ambiental tiene allí un gran reto para promover el desarrollo sostenible en un contexto de gran demanda, uso y contaminación de los RH.
- La globalización y la concentración económica, disminuyen la gobernabilidad de las instituciones locales para reducir presiones ambientales e implementar políticas de MIRH. Esta pérdida de gobernabilidad está íntimamente relacionada con la pérdida de soberanía de los estados nacionales. El alto grado de concentración de la propiedad de la tierra y del agua en manos de los cañicultores, genera dificultades para que la autoridad ambiental (CVC) diseñe e implemente políticas de gestión sostenible y de distribución equitativa del

recurso hídrico en la cuenca, dado el alto poder económico y político de este sector en la región. Igualmente, el creciente proceso de globalización del producto cañero, limita la gobernabilidad de las autoridades locales frente a las decisiones que se toman en escenarios externos al país o al territorio y que afectan el uso de los RN.

- La volatilidad de los precios internacionales que ha caracterizado los derivados de la caña de azúcar, quieren ser neutralizados con la producción de alcohol carburante, lo cual puede intensificar el uso del territorio y del agua en la cuenca del río Bolo. Esta estrategia que es legítima para el sector azucarero, permite amarrar los precios de los derivados de la caña a un sector estratégico como los hidrocarburos. La posible estabilidad de estos precios en un nivel alto y posiblemente protegido, puede incrementar la ocupación del territorio y la demanda de agua por parte del sector cañicultor, aumentando el “stress” hídrico de la zona y los conflictos ambientales.
- Los indicadores biofísicos son un instrumento importante para promover el desarrollo sostenible. Estos indicadores son potentes además para promover el MIRH, porque posibilitan interrelacionar la actividad socioeconómica con el ambiente.
- La información arrojada con respecto a la HHA de la cuenca, muestra una estrecha relación entre crecimiento económico, comercio internacional y uso de recursos naturales. Los resultados encontrados muestran evidencias contrarias frente a la desmaterialización de la economía. Por el contrario, la dinámica económica agrícola lleva aparejada la intensificación del uso del agua y del territorio. Igualmente, el CI ha jugado el papel de dinamizador de estos impactos, evidenciando los efectos de la especialización productiva en países ricos en RN. El CI traslada las cargas ambientales a regiones y zonas específicas a través de la intensificación del uso de los RN. Por ello mismo, se produce un intercambio ecológicamente desigual puesto que, el país rico en RN, asume mayores costos de oportunidad frente a los países importadores.

- Finalmente, las metas del milenio planteadas por Naciones Unidas, en términos de coberturas de servicios públicos relacionados con el agua, pueden ser afectadas por el sendero de especialización generado por la apertura comercial que incentiva la demanda de agua para uso agrícola (caña de azúcar), aumentando también la contaminación. Ambos aspectos, disminuyen la disponibilidad del recurso para otros usos como el consumo humano.

## BIBLIOGRAFIA

- Allan, J. A. (1993): "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible". En: *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, London, pp. 13-26.
- Allan, J. A. (1994). "Overall perspectives on countries and regions". En: *Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World: perspectives and prognoses*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., y Smith, M (1998). "Crop evapotranspiración – Guidelines for computing crop water requeriments" – *FAO Irrigation and drainage paper 56*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm> 1 Abril 2004.
- ASOCAÑA (2005). "Informe ejecutivo 2005". Cali, Colombia. [www.asocana.org.co](http://www.asocana.org.co)
- Bouzas, R. y French-Davis, R. (1998). "La globalización y la gobernabilidad de los países en desarrollo". En: *Revista de la CEPA*, No. Extraordinario, pp. 125-137, Santiago de Chile.
- CEPAL (2002). "Globalización y Desarrollo". Santiago de Chile.
- Chapagain, A. K. y Hoekstra, A.Y. (2004). "Water Footprints of Nations". Volume 1: Main Report. *Value of Water, Research Report Series No. 16*, November. UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16.pdf>. The Netherlands.
- CIAMSA. Sociedad de comercialización de azúcares y mieles. [www.ciamsa.com/index.php](http://www.ciamsa.com/index.php)
- CVC (1972, 1987, 2000). "Cartografía cuenca del río Bolo".
- CVC (1998). "Estimación preliminar de la demanda hídrica en el área de influencia del río Bolo, zona plana". Mayo, Cali, Colombia.
- CVC (2002a). "Balance oferta-demanda de agua cuenca del río Bolo". Grupo de Recursos Hídricos, Cali, Colombia.
- CVC (2002b). "Boletín Hidrológico 2000-2001". Cali, Colombia.
- CVC (2004). Información Recaudo Aguas Superficiales y Subterráneas de la cuenca del río Bolo-Oficina de recaudo.
- CVC-IDEAM (varios años). Serie sobre evaporación estaciones hidrometeorológicas del Valle del Cauca.
- DANE (1960, 1972, 1977). "Censo Nacional Agropecuario", Bogotá, Colombia.
- Del Moral, L. (2001). "Planificación hidrológica y política territorial en España". En: *Una cita europea con la nueva cultura del agua: la Directiva Marco*. N. Grande y otros (coords). Zaragoza, Institución "Fernando el Católico".
- Giljum, S. (2003). "Biophysical dimensions of North-South trade: material flows and land use". En: *Cap. I. Introduction. Doctoral Thesis*. Viena.
- Gobernación Departamental del Valle del Cauca (varios años). "Anuario Estadístico del Valle del Cauca", Cali, Colombia.

- Guimarães, R. (2003). "Tierra de sombras: desafíos de la sustentabilidad y del desarrollo local ante la globalización corporativa". *CEPAL, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, No. 67*, Santiago de Chile.
- IDEAM (2000). "Estudio Nacional del Agua. República de Colombia". Ministerio del Medio Ambiente, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, Colombia
- IDEAM (2005). "Desertización de los suelos en Colombia". Bogotá, Colombia. En imprenta.
- Karlson, R. (1995). "Recycling in life cycle assessments", doctoral thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Medina, G., Paez, G., Vargas, M. C. y Taupin, J. D. (2005). "Estudio hidrogeológico con énfasis en hidrogeoquímica de los acuíferos en la zona sur del departamento del Valle del Cauca (Colombia)". En: *VII<sup>th</sup> IAHS Scientific Assembly VII<sup>e</sup> Assemblée Scientifique de l'AISH: Workshop on isotope tracers and remote sensing techniques for assessing water cycle variability*. 3 - 9 April, Foz do Iguaçu (Brazil) Raphain Palace Hotel.
- Ocampo, José Antonio y Parra, María Ángela. "Los términos de intercambio de los productos básicos en el siglo XX". En: *Revista de la Cepal No. 7*, Santiago de Chile, 2003, p.p. 8-10.
- Ministerio de Agricultura (2004). "Encuesta Nacional Agropecuaria, 2003". En conjunto con el DANE. Series de producción agropecuario 1990-2003.
- Pérez, Mario (2004a). "Dimensiones biofísicas del Comercio Exterior Colombiano: evidencias del intercambio ecológicamente desigual para el período 1970-2002". En: *Economía Industrial No. 352*. pp. 95-120. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Vol. IV, Diciembre. Madrid, España.
- Pérez, M. (2004b). "Pago por servicios ambientales en la cuenca del río Bolo, Valle del Cauca. Informe de caso". En: *Proyecto Ecomercados: Seis casos de estudio sobre pago por servicios hídrico de los bosques en América Latina*. UAB, Proyecto financiado por la Fundación BBVA,
- POT (2000). "Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pradera". Mimeo.