

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y RECUPERACIÓN DE MICROCUENCAS ANDINAS EN COLOMBIA*

Jaime Forero Álvarez
Luz Elba Torres Guevara**

RESUMEN

En cuatro microcuencas de la Cordillera de los Andes, estratégicas como abastecedoras de agua a centros urbanos y

* Ponencia presentada al Segundo Seminario "Desarrollo Sostenible, Energía y Paz". Facultad de Ciencias Humanas y Económicas e Idea. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, agosto de 2001.

Buena parte de esta ponencia es extraída y adecuada del informe —redactado por el autor con la colaboración de L.E. Torres— de la consultoría "Revisión de Incentivos Económicos para Proyectos de Microcuencas" (Forero et al, 2000), encargada por el Ministerio del medio Ambiente y el Departamento Nacional de Planeación al Instituto de Estudios Rurales perteneciente a la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales (F.E.A.R.) de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Participaron además de los autores el biólogo Mario Avellaneda, los hidrólogos Rafael Ortiz, Xiomara Puente y Juan Andrés Galarza, los economistas Juan Camilo Cárdenas, Elsa Hernández; el ingeniero forestal Hernando Cordeiro; la socióloga Elcy Corrales y el ingeniero de sistemas Jorge Muñoz.

** J. Forero A. Profesor Titular de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, F.E.A.R., de la U. Javeriana de Bogotá. jforero@javeriana.edu.co y jforero@andintet.com

L.E. Torres: Investigadora del Instituto de Estudios Rurales de la F.E.A.R. letorres@javeriana.edu.co

en las cuales predomina la producción campesina, se analizaron, de un lado, los sistemas de producción vigentes, con énfasis en los costos de producción y los ingresos (o beneficios). De otra parte, se identificaron los cambios potenciales para amortiguar sus externalidades hídricas negativas. Se cuantificó (mediante un flujo a 20 años), en el nuevo escenario, los costos en que incurrirían los productores para efectuar los cambios propuestos.

Aplicando dos modelos hidrológicos: el del Número de Curva del Soil Conservation Service (CN-SCS) y el del ingeniero colombiano Alejandro Deeb, se establecieron las nuevas dimensiones que tendrían las curvas de duración de caudales y la producción de sedimentos, con los cambios contemplados. Con estos datos se valoraron los beneficios sociales obtenibles a partir de: a) disminución en el déficit de agua potable; b) disminución en el déficit de agua para riego agropecuario; c) el valor de los beneficios representados por los excedentes de la mayor área disponible para agricultura con riego; g) los costos evitados en el tratamiento de agua potables derivados de la reducción de la producción de sedimentos.

Se hace un análisis, biofísico y de costo —beneficio que concluye que los sistemas de producción de los campesinos asentados en cuencas andinas tienen altas potencialidades de ajustarse continuando con sus líneas de producción actuales y corrigiendo sustancialmente su impacto ambiental.

ABSTRACT

In four micro-drainage areas of the Andes Mountain Chain, which are important as water supplier to urban centers and in which peasant production is predominant, an analysis was conducted. On one hand, the current production systems were observed, emphasizing the production costs and the income (or benefits). On the other hand, some potential changes were identified in order to soften their negative hydric externalities. Costs producers would have to face to carry out the proposed changes, were calculated (through a 20-year flow) in the new stage.

Using two hydrological models, the one of the curve number from the Soil Conservation Service (CN-SCS), and the one from the colombian engineer Alejandro Deeb, the new dimensions of the caudals duration curves and the production of sediments were established with the mentioned changes. With these data there were valued the social profits that can be obtained of.

- a) *drinkable water deficit decreasing*
- b) *farming irrigation water deficit decreasing*
- c) *profits value represented by the available surplus irrigation farming land*
- d) *the avoid costs in the treatment of drinkable water which are produced by the decreasing of sediments production.*

An analysis of the biophysics and the cost —profits concludes that the production systems of country men who live in Andean basins has a high potential to adapt and continue with its actual lines of production and correcting its environmental impact.

INTRODUCCIÓN

En Colombia se han ensayado diversas modalidades de incentivos económicos para el desarrollo de políticas ambientales y de manejo de recursos naturales; unos se dirigen a impulsar la explotación forestal buscando sustituir la tala de los bosques tropicales, y otros, a proteger y recuperar microcuencas que son estratégicas por la prestación de servicios ambientales a conglomerados humanos. Entre los segundos están los *Incentivos Económicos para Proyectos de Microcuencas*.

Por medio de *los incentivos económicos para proyectos de microcuencas*, concebidos e implementados dentro del marco de una estrategia nacional, el *Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales*, se transfieren directamente recursos a propietarios privados de

predios para estimularlos a realizar acciones acordadas con las autoridades ambientales encargadas de la gestión de este tipo de proyectos. El programa se beneficia de tres fuentes de financiación: a) recursos de créditos del BID y del BIRF; b) aportes (en dinero y en ciertas ocasiones en insumos) de la entidad regional o local ejecutora provenientes del presupuesto nacional y/o de rentas propias, consistentes en dinero y secundariamente en insumos; c) participación de los usuarios o comunidades, representada fundamentalmente en mano de obra.

Los incentivos con recursos BID y BIRF, se dirigen a los pequeños y medianos productores agropecuarios quienes, por lo general, no acceden al Certificado de Incentivo Forestal, CIF, y mucho menos a descuentos tributarios. Este mecanismo tiende a constituirse en un elemento central de la política de manejo

Colombia: Recursos destinados a programas forestales (Pesos constantes de 1999. Un dólar U.S./1999 = \$1.700 colombianos)

	1994	1995	1996	1997	1998	ACUMULADO 1994-1998
Mccas - Aporte BID	1.281.639.000	4.249.201.000	3.575.189.000	3.016.883.000	1.018.294.000	13.141.206.000
Mccas - BID: Aporte Entidad Ejecutora	264.498.000	2.373.274.000	791.491.000	1.835.838.000	262.004.000	5.527.105.000
Mccas - BID: Aporte Comunidad	320.080.000	1.691.401.000	7.124.584.000	1.244.016.000	1.116.942.000	11.497.023.000
Mccas - BID: Hectáreas contratadas (1)	1.563.5	6.229.1	6969.5	4.300.6	0	19.062.7
Mccas - BID: Guadua	562	1076	449.6	373	0	2.460.6
Participación BID en total Programa (%)	68.68	51.11	31.11	49.48	42.48	43.56 %
Mccas - Aporte BIRF	850.194.000	3.318.384.000	2.849.995.000	6.006.238.000	1.150.662.000	14.175.473.000
Mccas - BIRF: Aporte Entidad Ejecutora	456.654.000	1.835.080.000	3.481.087.000	4.843.220.000	720.380.000	11.336.420.000
Mccas - BIRF: Aporte Comunidad	275.004.000	1.411.915.000	1.340.425.000	2.621.029.000	467.759.000	6.116.132.000
Mccas - BIRF: Hectáreas contratadas	785	4.897	5.354	9.003	0	20.039
Participación BIRF en total Programa (%)	53.75	50.54	37.15	44.59	49.20	44.62 %
CIF (Exclusivo reforestación) (2)	1.175.000.000	3.393.000.000	5.755.000.000	5.890.000.000	2.552.000.000	18.684.000.000
Descuentos tributarios Fondo Nal. de Regalías- FNR (Forestal) (3)	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.
FNR (Forestal) (3)	S.I.	S.I.	671.668.000	1.715.727.000	963.297.000	3.350.692.000
Pacofor	1.423.768.522	1.161.406.739	972.213.912	799.320.819	5.333.135.151	9.689.845.143
Transferencias del Sector Eléctrico	S.I.	S.I.	S.I.	61.948.287.030	S.I.	S.I.
CIF - KfW (Incentivo) (4)	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	S.I.	4.287.158.000

S.I. Sin información.

Notas: (1) Las hectáreas contratadas se refieren a establecimientos de nuevas plantaciones. (2) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (3) Para 1998: Información suministrada por John Bejarano, DNP-JPA. (4) Total aportes colocados directamente como incentivo a los usuarios entre 1993 y 1999: 4.287.158 millones. (Precio del marco a feb/2000: \$1000 colombianos).

Fuentes: a) BID - BIRF: Unidad Coordinadora, MMA; b) CIF: Documentos CONPES, citados en Forero, Jorge, 1998 Pág. 68; c) FNR, en Forero, Jorge, 1.998, Pág. 98. Cálculos del autor; d) PACOFOR: Forero, Jorge, 1998, Pág. 85; e) CIF-KfW; Fedecafé, Fondo para la Protección y Recuperación del Medio Ambiente.

ambiental del sector rural, encaminada a garantizar la oferta hídrica para centros urbanos o asentamientos rurales con población concentrada. El gobierno nacional está considerando ampliar sustancialmente los recursos destinados a este tipo de incentivos con fondos provenientes de transferencias del sector energético.

El recurso trasladado, a través de los incentivos económicos para proyectos de microcuencas, se justifica en la medida en que la acción ejecutada por el agente incentivado produce una externalidad positiva (o neutraliza o amortigua una negativa) y por lo tanto genera un beneficio social. El incentivo, en sentido estricto, no constituye, de esta forma, un subsidio, sino más bien un pago por un servicio ambiental. Así las cosas, corresponde a una transacción entre los beneficiarios aguas abajo y los usuarios aguas arriba, mediada por la entidad ejecutora.

Para la ejecución de proyectos de microcuencas se cuenta con una financiación externa total de US\$ 59.2 millones (US\$ 21.2 millones dentro del contrato de préstamo con el BIRF y US \$ 38 millones del crédito con el BID)⁽¹⁾.

Debe quedar claro que los ***incentivos económicos para proyectos de microcuencas*** se dirigen a modificar los servicios ambientales de microcuencas y

más concretamente a mejorar la oferta hídrica promoviendo cambios de coberturas vegetales que contribuyan a regular caudales y disminuir la erosión. En forma indirecta tienen incidencia sobre la biodiversidad en la medida en que contribuyen a mejorar la cobertura vegetal. Una de las recomendaciones centrales del estudio mencionado (Forero et al., 2.000) se dirige a fortalecer alternativas promovibles por medio de los incentivos dirigidos a recuperar vegetación natural (incentivo para la regeneración natural e incentivo para instalar bosques protectores) que complementen las "tradicionales reforestaciones".

De otra parte los *incentivos económicos para proyectos de microcuencas* son concebidos como un mecanismo específico que de ninguna manera ocupa todo el espacio de los programas y proyectos para microcuencas, ni mucho menos de la política ambiental de un ente territorial. La planificación integral de una microcuenca debe definir las áreas en las que, bajo consideraciones ambientales y socioeconómicas, es necesario intervenir utilizando diversos mecanismos: a) áreas de uso restringido; b) áreas de conservación total (cero intervención); c) áreas que deben pasar a propiedad de la nación, del municipio, o de las empresas públicas o privadas de acueducto o energía eléctrica; d) áreas que pueden

ser adquiridas por instituciones sin ánimo de lucro; e) áreas en explotación agropecuaria en las cuales se deben incentivar cambios. Este último es, por supuesto, el ámbito de los incentivos económicos. En este contexto es claro que los incentivos contribuyen de manera integrada con otros instrumentos a inducir cambios que tienen incidencia sobre biodiversidad⁽²⁾.

EL ÁMBITO ECOSISTÉMICO

Los *incentivos económicos para proyectos de microcuencas* se aplican en la Región Andina colombiana, la cual forma parte de la Ecorregión de los Andes del Norte (con participación

de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y parcialmente del Perú) que es considerada como una ecorregión con una alta diversidad de ecosistemas, numerosos endemismos, alto número de especies por unidad de área y un número entre 30.000 y 40.000 especies vegetales (Gentry 1993 en Etter, 1999). De acuerdo con la clasificación acogida por la WWF (Donerstein et al. 1999) en el cuadro 2 se relaciona el estado actual de las subecorregiones andinas colombianas en términos de la pérdida de la cobertura "natural original".

La región Andina colombiana se caracteriza por ser la más densamente poblada y la que cuenta con las mayores áreas de ecosistemas transformados del

Cuadro No. 2

Colombia: Región Andina - Porcentajes de grados de transformación por ecorregión

Ecorregión	%	Ecorregión	%
Bosques montanos de la Macarena	16,6	Bosques montanos de Santa Marta	64,5
Bosques montanos del este de la Cordillera Real	33,7	Bosques montanos del Valle del Magdalena	73,8
Páramo de los Andes del Norte *	38,9	Bosques montanos del Valle del Cauca	77,6
Páramo de Santa Marta *	49,5	Bosques secos del Valle del Patía	80,5
Bosques montanos del noroeste Andino	51,0	Bosques secos del Valle del Magdalena	91,0
Bosques montanos de la Cordillera Oriental	60,2	Bosques secos del Valle del Cauca	93,3

* Dato provisional en proceso de revisión. Fuente: CIIG Universidad Javeriana - Etter & Wan Wyngaarden, 2000. Tomado de Corrales et al, 2.000.

Cuadro No. 3
Colombia - Región Andina
Porcentaje de transformación de los ecosistemas según
rangos altitudinales, 1998

Rango	Porcentaje	Rango	Porcentaje
Menos de 500 m.	74.5	2,000 a 2,500 m.	62.8
500 a 1,000 m.	64.3	2,500 a 3,000 m.	62.3
1,000 a 1,500 m.	69.3	3,000 a 3,500 m.	44.1
1,500 a 2,000 m.	73.6	Más de 3,500 m.	Sin dato

Fuente: Base de datos reprocesada por el CIIG —FEAR— U. Javeriana. Tomado de Corrales et al, 2.000

país. En este sentido en esta región se ha perdido una parte muy importante de la biodiversidad original existente en los ecosistemas naturales. Según otras fuentes: " Se estima que en la región Andina se ha perdido más del 74% de la cobertura forestal y de los bosques secos tropicales, tan solo queda el 1,5% de la extensión original. Las causas a las cuales se atribuye la deforestación son, en orden de importancia: la expansión de la frontera agropecuaria y la colonización (73,3%), la producción maderera (11,7%), el consumo de leña (11%), los incendios forestales (2%) y los cultivos ilícitos (2%)⁽³⁾. El panorama que presentan los datos de los cuadros No. 2 y 3 sugiere que la cobertura vegetal de la Región Andina tiene una afectación entre 62 y 64% para los ecosistemas de clima medio y frío, y del 44% para los que están entre los 3.000 y los 3.500 m. La afectación más severa se presenta en la parte

baja (menos de 1.000 m.s.n.m.) en donde el 75% de la cobertura original ha desaparecido y en donde los bosques secos han sido reducidos a parches relictuales de extensiones, por lo regular sumamente pequeñas.

En el cuadro 4 se sintetizan algunas de las características biofísicas y productivas de las cuatro microcuencas estudiadas (Forero et al, 2000) que de cierta manera ilustran la situación de una gran cantidad de microcuencas andinas integradas a circuitos agrícolas comerciales basados en una producción mercantil familiar a pequeña escala. Puede observarse que Lenguazaque, la cuenca con mayor grado de intervención, es la que presenta un acceso más equilibrado a la tierra. Esta circunstancia es típica de ciertas zonas en donde la mejor distribución implica una mayor actividad agropecuaria. Sin embargo no es generalizable: algunos otros

estudios para Colombia han mostrado que en comunidades rurales minifundistas se logra un mejor equilibrio ecosistémico que en zonas con predominio de predios grandes o medianos. (Cárdenas, 1998).

Para la microcuenca del Río de Oro, se encontró una alta contaminación del cauce principal por detritus de la producción de truchas; en la parte media objeto de una agricultura intensiva a pequeña escala se presume una contaminación de aguas y suelos por agroquímicos; en toda la cuenca, problemas erosivos causados por el modelo ganadero basado en el pastoreo extensivo (especialmente en la parte alta) y por la producción de mora; pérdida de la diversidad del bosque y de los mejores recursos maderables por la extracción de madera y erosión de la capa vegetal protectora del bosque y parcialmente del suelo por la explotación del "capote" (humus).

En la microcuenca del Río Tibita - Lenguazaque, el Proyecto Checua⁽⁴⁾ estableció, con mucha razón, que la erosión y producción de sedimentos causada por el sistema de labranza de la papa constituían el problema fundamental de la cuenca. La papa genera igualmente graves problemas ambientales, entre ellos quizás el más severo es el avance progresivo de este cultivo sobre la poca vegetación de páramos aún existente, seguido por el intensísimo proceso de con-

taminación de suelos y aguas, con los productos y empaques de los agrotóxicos, debido a la altísima utilización de pesticidas y herbicidas. La compactación del suelo causada por la tractorización y el pisoteo del ganado, junto con la agudización de la erosión por el efecto de "pata de vaca", completa el cuadro de los problemas ambientales generados por el sistema de producción papa-ganado predominante en esta cuenca.

Con respecto a la microcuenca del Río Guadalajara, se encontró que existe un alto grado de contaminación del cauce principal del río debido a la gran cantidad de agroquímicos, residuos de establos, porquerizas y de algunos establecimientos avícolas que recibe este cuerpo de agua. Igualmente, se evidenciaron frecuentes remociones en masa, que en ocasiones han generado avalanchas sobre el lecho del río⁽⁵⁾. Sin embargo, el pastoreo extensivo y la destrucción de grandes extensiones de recursos naturales por parte de los "neolatifundistas", para el montaje de ganaderías a gran escala, contribuye en mayor grado a la agudización del deterioro ambiental en la parte baja de la microcuenca. Por otra parte, las quemas que realizan aún algunos productores como mecanismo de limpieza de los potreros a cultivar y el monocultivo del café, han generado una gran pérdida de la biodiversidad de la zona.

Cuadro No. 4

Características de las microcuencas de los ríos Oro, Tibita - Lenguazaque, Guadalajara y Combeima

VARIABLES			CUENCAS			
			RÍO DE ORO	LENGUAZAQUE	GUADALAJARA	COMBEIMA
1. Ubicación	1.1. Geográfica	Latitud	6° 58'	5° 18'	3° 53'	4° 27'
	1.2. Político-Administrativa	Longitud Departamento Municipio	73° 02' Santander Piedecuesta	73° 43' Cundinamarca Lenguazaque, Villapinzón	78° 43' Valle del Cauca Buga	75° 17' Tolima Ibagué
2. Superficie	2.1. Área tributaria hasta la estación estudiada		76 Km ² El Conquistador	166.5 Km ² Tapias	125 Km ² El Vergel	189 Km ² Moctezuma
	2.2. Altura (m.s.n.m.)		Máxima:3400 Mínima: 1450	Máxima:3400 Mínima: 2572	Máxima:2880 Mínima:1150	Máxima: 5200 Mínima: 1600
3. Clima	3.1. Tipo		Templado a páramo	Frío a páramo	Templado a frío	Templado a nival
	3.2. Temperatura promedio anual (grados centígrados)		16.7	11.4	23.7	20.4
	3.3. Humedad relativa (medios - %)		81.8	82.6	75.4	79
	3.4. Precipitación promedio anual (mm)		1791	820	2274	1157
4. Uso actual del suelo	4.1. Bosque Natural (%)		64.51	29.97	62.51	42.51
	4.2. Bosque plantado (%)		0.11	2.76	0	1.67
	4.3. Pastos establecidos (%)		24.85	47.18	35.53	41.42
	4.4. Cultivos (%)		10.53	20.09	1.96	11.90
	4.5. Indicador de sostenibilidad del manejo de la vegetación. (Nota 1)		32.3	15.0	31.3	21.3
5. Características de las Unidades de Producción	5.1. Tenencia de la tierra predominante		Propietarios y aparceros	Propietario, concertados y arrendatarios	Propietarios	Propietarios
	5.2. Número de unidades inventariadas (%)		147	831	232	98 Parte alta
	5.3. Porcentaje aproximado de unidades inventariadas (%)		95	70	50	100 de la parte alta
	5.4. Indicador de distribución de la tierra. (Nota 2)		24.4	58.2	22.8	19.4

Fuente: Este estudio. Excepto numeral 1: IGAC

Nota 1: El indicador de sostenibilidad del manejo de la vegetación, señala la proporción de la cobertura vegetal bien sea natural o artificial manejada en forma sostenible.

Nota 2: Para el cálculo del indicador de la distribución de la tierra se utilizó el coeficiente de Gini, el cual para nuestro caso mide el grado de concentración de la tierra en cada una de las cuencas estudiadas. La fórmula usada fue $(1-Gini) \times 100$. Los indicadores se definieron entre cero y 100. Cero indica la situación extremadamente precaria e indeseable; y cien la situación óptima o deseable.

Finalmente, en la microcuenca del Río Combeima, se ha establecido una ganadería extensiva y semi-extensiva que mantiene el pastoreo libre en laderas con pendientes que pueden sobrepasar el 60%. La condición ambiental de este sistema productivo ha venido generando crecientes procesos de erosión laminar y soliflucción, con aportes de sedimentos que se trasladan al canal central de la cuenca. Con la crisis cafetera del país, se ha dado un cambio de uso de la tierra, pasando del bosque agrícola a la praderización, con consecuencias negativas para la conservación de suelos y aguas. En otros casos se ha pasado del café a cultivos limpios, en laderas de fuertes pendientes, que están disparando la dinámica del proceso erosivo y los aportes de sedimento a los lechos de algunas quebradas y del río Combeima. En general, las frágiles condiciones de estabilidad de las laderas y la dinámica sísmica local y regional han precipitado históricamente flujos de lodo y escombros hacia la parte baja.

METODOLOGÍA

La consultoría trabajó en ocho microcuencas. En cuatro de ellas (Río de Oro, Lenguazaque, Guadaluja y Combeima) cuyas características se relacionan en el Cuadro No. 4 se hizo un estudio completo siguiendo la metodolo-

gía que se presenta enseguida. En las restantes cuatro, (Ceibas, Quebrada la Angula, Río Gualinó y Gualí) se hicieron observaciones puntuales dirigidas a profundizar algunos aspectos específicos. La ubicación de cada una de estas microcuencas, puede observarse en el mapa que se presenta a continuación.

La microcuenca se define, como un área limitada por una divisoria de aguas, cuyo drenaje superficial de lluvias converge en un punto dado a través de un canal principal. Esta consultoría concluyó que para el programa se deben tomar microcuencas entre 10 y 500 km². Tres razones sustentan esta recomendación: a) éste es por lo regular el rango de área de las microcuencas que abastecen los acueductos municipales y veredales y que son precisamente las microcuencas estratégicas objeto de este programa; b) es un rango apropiado para aplicar modelos hidrológicos que permitan determinar los cambios de las externalidades hídricas; c) este rango permite contar con un espacio socio geográfico adecuado para la planificación y ejecución institucional y para la participación comunitaria.

En las microcuencas del Río de Oro, Lenguazaque, Guadaluja y Combeima se procedió a levantar la cobertura vegetal actualmente existente en cartografía 1:25.000. Se analizaron los sistemas de producción vigen-

tes, con énfasis en los costos de producción y los ingresos (o beneficios). Se proyectaron y llevaron a cartografía en la misma escala los cambios potenciales, promovibles por medio de los incentivos. Estas proyecciones se hacen a partir del análisis de las coberturas y los sistemas de producción, y teniendo en cuenta las posibilidades reales de imple-

mentación, tanto socioeconómicas como institucionales. Se cuantificó (mediante un flujo a 20 años), en el nuevo escenario, los costos en que incurrían los productores para efectuar los cambios propuestos, con el fin de determinar, a su vez, el valor de los incentivos que sería necesario otorgarles para inducir estas transformaciones.

Se definió un incentivo mínimo como la sumatoria en valor presente de los montos que compensan cada año los déficits, del productor, resultantes de sustituir sus sistemas productivos actuales por las propuestas alternativas.

Aplicando dos modelos hidrológicos, el del Número de Curva del Soil Conservation Service (CN-SCS) y el del ingeniero colombiano Alejandro Deeb, se establecieron las nuevas dimensiones que tendrían las curvas de duración de caudales y la producción de sedimentos, con el cambio de coberturas propuesto por sugerencia de la interventoría. Para una de las cuatro microcuencas, la del Río Guadalajara, se aplicó adicionalmente el modelo Soil and Water Assessment Tools - S.W.A.T con el propósito de analizar las posibilidades y limitaciones de los modelos hidrológicos utilizados, y de contribuir a su validación.

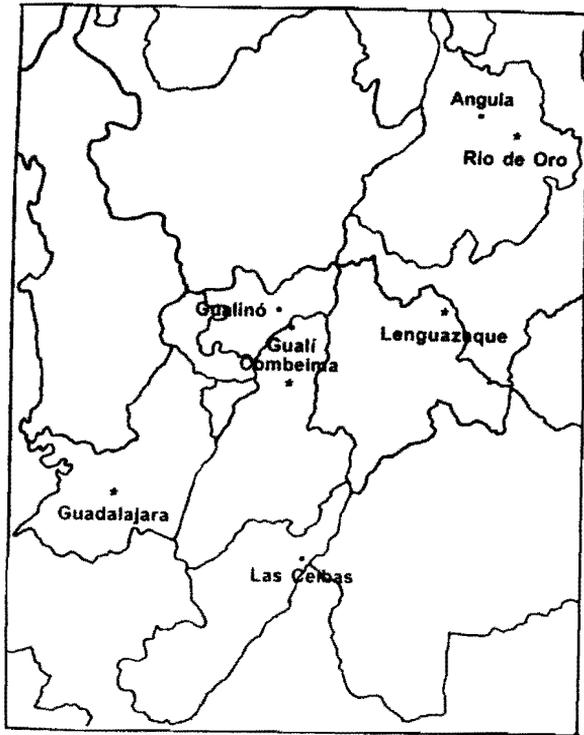
Con los datos sobre cambio en la curva de duración de caudales se calculó la disminución

del déficit a 20 años en el abastecimiento de agua para los acueductos locales o para riego.

Se valoraron los beneficios sociales derivados de la mayor disponibilidad efectiva de agua y los representados en los costos evitados en el tratamiento de agua potable por disminución de sedimentos. Los pasos seguidos para esta valoración se presentan adelante en el punto 1.8.

El análisis de las condiciones institucionales proporcionó elementos básicos para establecer las alternativas incentivables y para determinar las condiciones de los agentes individuales e institucionales que limitan o posibilitan su adopción. En cinco microcuencas (Río de Oro, Lenguaque, Guadalajara, Combeima y Ceibas) este trabajo se

Localización de las microcuencas estudiadas



- * Microcuencas en las cuales se aplicó la metodología completa.
- Microcuencas estudiadas complementariamente.

hizo por medio de talleres participativos con funcionarios, por un lado y con productores por el otro. En todas las ocho microcuencas se hicieron, en forma complementaria, entrevistas individuales a usuarios y funcionarios. Se llevó a cabo, además, un taller de expertos para analizar la propuesta de diseño metodológico formulada por esta consultoría.

EXCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

En el cuadro No. 5 se presentan los tipos de productores que en cada microcuenca representan los sistemas productivos predominantes y en el cuadro No. 4 algunas variables que sintetizan su resultado económico-empresarial. El excedente familiar expresa la diferencia entre entradas y salidas a favor de la familia (ventas más autoconsumo menos el costo monetario). Si se toma como límite los \$6.242.544,00 correspondientes a dos salarios mínimos anuales este excedente es en general insuficiente para atender los gastos básicos de los pequeños productores, exceptuando los de Lenguazaque. Sin embargo estos mismos datos revelan que estos sistemas de producción tienden a ser viables económicamente: con una dotación adecuada de tierra (excepción hecha del mediano produc-

tor del Combeima) los medianos productores alcanzan holgadamente ingresos por encima del límite señalado.

Visto de otra forma, la explicación de la pobreza de los campesinos ligados a estos sistemas, no está en la naturaleza tecnológica u organizacional de las formas productivas que los sustentan, sino en su limitado acceso a la tierra que no les permite desarrollar su actividad a una escala adecuada.

El margen sobre costos —que corresponde al saldo neto del sistema contabilizando todos sus ingresos y sus costos (monetarios y domésticos)— se toma para establecer los costos de oportunidad de los productores que opten por acoger las alternativas que les plantea el programa. Este costo de oportunidad es una de las variables que entran en el cálculo del incentivo presentado más adelante.

CAMBIOS EN LOS CAUDALES

En las microcuencas de Río de Oro, Lenguazaque Guadalupe y Combeima, por medio de los modelos hidrológicos SCS, y Deeb, se establecieron las curvas de duración de caudales con y sin cambios de coberturas vegetales. Con una sola excepción (aplicación del modelo Deeb en el Guadalupe), en todos los casos se obtiene una mayor oferta

Cuadro No. 5
Tipos de productores por microcuencas

Cuenca	Tipo de productor		Área (Has)	Actividad
Río de Oro	I	Pequeño de baja productividad	3.60	Mora, pastos y huerta
	II	Pequeño de alta productividad	3.60	Mora, pastos y huerta
	III	Mediano de baja productividad	8.60	Mora, pastos y huerta
	IV	Mediano de alta productividad	8.60	Mora, pastos y huerta
Lenguazaque	I	Pequeño de baja productividad	4.00	Papa, pastos y huerta
	II	Pequeño de media productividad	4.00	Papa, pastos y huerta
	III	Mediano de baja productividad	16.79	Papa, pastos y huerta
	IV	Mediano de media productividad	16.79	Papa, pastos y huerta
	V	Mediano de alta productividad	16.79	Papa, pastos y huerta
	VI	Grande de media productividad	25.60	Papa
	VII	Grande de alta productividad	25.60	Papa
Guadalajara	I	Minifundista de baja productividad	1.92	Café con sombra x plátano y pastos
	II	Pequeño de baja productividad	6.24	Café con sombra x plátano y pastos
	III	Pequeño de media productividad	6.24	Café con sombra x plátano y pastos
	IV	Mediano de media productividad	21.12	Café con sombra x plátano y pastos
Combeima	I	Pequeño agricultor diversificado	3.00	Productos diversificados y pastos
	II	Mediano agrícola ganadero	10.00	Productos diversificados y pastos
	III	Mediano ganadero	30.00	Pastos
	IV	Ganadero clima frío	80.00	Pastos
	V	Ganadero páramo	400.00	Pastos

Fuente: este estudio.

Cuadro No. 6
Ingresos de las unidades de producción en cuatro microcuencas
(Miles de pesos de 1999)

Variable	TIPO DE PRODUCTOR						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
RÍO DE ORO							
Excedente familiar de producción	3,024	3,746	10,945	14,332			
Margen sobre costos	2,092	2,735	7,192	10,211			
LENGUAZAQUE							
Excedente familiar de producción	6,414	8,956	13,778	18,434	28,156	32,576	125,577
Margen sobre costos	4,348	6,794	10,418	15,074	24,796	29,075	125,577
GUADALAJARA							
Excedente familiar de producción	4,426	7,917	9,100	16,638			
Margen sobre costos	3,107	5,451	7,466	13,531			
COMBEIMA							
Excedente familiar de producción	3,038	3,317					
Margen sobre costos	2,301	2,503					

Fuente: Este estudio.

de agua en la situación con proyecto, para las épocas en que habría déficit para la situación sin proyecto. En el cuadro No. 7 se presentan, a manera de ilustración, los cambios en los niveles

de caudales más relevantes. Las diferencias entre curvas de duración de caudales para períodos con déficit son tomadas para la valoración de estas externalidades (ver más adelante).

Cuadro No. 7
Cambio de caudales en las cuencas por efecto de los proyectos

CUENCA	MODELO	Variación de caudales sin y con proyecto (%)					Disminución déficit año 20 (miles m3)
		Qmed	Q99	Q95	Q5	Q1	
RÍO DE ORO	SCS Deeb	0.55	8.89	9.72	2.25		460
		(1.34)	4.83	2.70	(1.09)	(2.54)	105
LENGUAZAQUE	SCS Deeb	24.08	7.69	12.10	(9.76)	(9.59)	2,282
		9.49	9.44	9.46	9.49	6.66	819
GUADALAJARA	SCS	0.56	14.72	10.68	(2.42)	(0.87)	1,911
	Deeb	(2.24)	7.51	4.11	(4.22)	(2.15)	(528)
	SWAT			2.23			
COMBEIMA	SCS Deeb	2.91	12.86	25.78	(3.62)	(9.20)	3,942
		0.40	0.40	0.40	0.67	0.38	287

Fuente: Este estudio.

Para establecer una tipología hidrológica de las microcuencas la aplicabilidad del modelo SCS constituye una de las preocupaciones centrales de este estudio. Se ha concluido que el **tiempo de concentración** es la variable determinante: Si el tiempo de retorno es inferior a 6 horas el modelo es aplicable. Además, en esta variable se reflejan otras referidas a las características de las microcuencas: área, longitud del canal principal, forma, pendiente y cobertura. Las limitaciones de la aplicabilidad del modelo de lluvia-

escorrentía desarrollado por el SCS hacen necesario contar con una alternativa de análisis para cuencas sin información suficiente. Para esta situación, se recomienda utilizar la metodología desarrollada por Deeb. Ésta se basa en un modelo estadístico multiparamétrico para estimar caudales de diferentes duraciones. La aplicación del modelo es viable para cuencas menores de 500 Km². En el numeral 2 del documento "Rediseño Metodológico" se presenta el procedimiento para su aplicación.

Al aplicar el modelo SWAT a la cuenca del Guadalajara se obtienen, en principio, resultados en la misma dirección que los arrojados por el modelo del SCS. Sin embargo el aumento de los caudales menores es significativamente inferior. Si bien no se puede llegar a conclusiones claras en este sentido se plantea la hipótesis de que los caudales inferiores están siendo subestimados por los dos modelos; el SWAT, para el caso particular de la cuenca del Guadalajara, habría subestimado estos caudales en mayores proporciones. Sin embargo esta hipótesis deberá ser puesta a prueba con aplicaciones sucesivas. Esta consultoría realizó tan sólo una aplicación de manera que no se pueden sacar conclusiones al respecto.

En cada modelo hay potencial para refinar el ajuste. En el SWAT se puede utilizar la metodología del número de curva o utilizar la

conductividad hidráulica de cada horizonte. Al hacer esto el modelo aporta la información del contenido de agua en el suelo, en los diferentes horizontes.

LAS ALTERNATIVAS INCENTIVABLES Y MONTO DE LOS INCENTIVOS

Del análisis institucional y técnico hecho por esta consultoría se desprende que por medio de los incentivos económicos se deben fomentar, al tiempo con las coberturas forestales promovidas actualmente, otras alternativas con las cuales se pueden obtener resultados similares a los generados con coberturas arbóreas. En el siguiente cuadro pueden apreciarse las actividades que se están promoviendo actualmente y las que se propone incentivar complementariamente.

ALTERNATIVAS INCENTIVABLES

Contemplados actualmente	Propuestos adicionalmente
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bosque protector y bosque protector-productor. 2. Bosque dendroenergético. 3. Sistemas silvopastoriles (330 árboles por hectárea). 4. Sistemas agroforestales (330 árboles por hectárea). 5. Obras biomecánicas. 6. Protección de fuentes hídricas y revegetación natural. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistemas integrales sostenibles. 2. Cultivos sostenibles. 3. Reconversión ganadera. 4. Regeneración natural. 5. Manejo sostenible del bosque y del páramo.

Con esta recomendación esta consultoría retoma el diseño original del programa consignado en varios documentos en los

cuales no se contempla precisamente como objetivo central la promoción de coberturas arbóreas, sino en un sentido más am-

plio “el fomento de actividades que favorezcan los cambios a usos ambientales aceptables; (así como) el control de erosión mediante prácticas de manejo de fácil implementación en la región...”⁽⁶⁾. Entre las nuevas alternativas incentivables, los “sistemas integrales sostenibles”, los “cultivos sostenibles” y la “reconversión ganadera” contemplan la posibilidad de inducir cambios en las prácticas agropecuarias. Debe aclararse que no se trata, de ninguna manera, de sustituir la política agropecuaria: las alternativas promovibles por medio de los incentivos se deben centrar exclusivamente en áreas priorizadas con criterios ambientales, ya se trate de incentivar siembras de árboles o de sistemas agrícolas.

Los “sistemas integrales sostenibles” contemplan la planificación parcial o total de una finca en la cual se proyectan cambios en los cultivos, en los pastos y en el manejo del ganado. Se privilegian **ajustes** sencillos y poco costosos de los sistemas existentes, que corrijan la producción de sedimentos y la desregulación hídrica, tales como coberturas vegetales permanentes del suelo, pequeños terraceos, barreras herbáceas, enriquecimiento y manejo de praderas, etc. No se descarta de ninguna manera la siembra simultánea de árboles bajo forma de sombríos, cercas vivas, barreras protectoras, rodiles para aprovechamiento made-

nable o para protección de áreas críticas. Bajo la modalidad de “cultivos sostenibles” para dar una mayor flexibilidad a la aplicación de los incentivos éstos se aplican a una actividad agrícola específica y no, como en el caso anterior, a un conjunto de actividades.

El valor de los incentivos mínimos (cuadro No. 8) calculados para “sistemas integrados sostenibles” en cuatro microcuencas, resulta bastante diferente no sólo entre cuencas sino entre los diversos tipos de productores en cada cuenca, como consecuencia lógica de la gran heterogeneidad productiva imperante entre los productores rurales. Las entidades ejecutoras deben, de común acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente, optar por una gama más reducida de incentivos para facilitar la operación del programa. El incentivo promedio en una cuenca —para el conjunto de productores típicos— puede ser una alternativa. Se podrían también fijar valores estándares a nivel nacional.

Los incentivos calculados a 20 años, como los presentados en el cuadro No. 6, se deben redistribuir en un período más corto determinado por el plan de manejo que establezca la entidad ejecutora. Los incentivos para regeneración natural y reconversión ganadera son especialmente importantes por la alta difusión en las laderas andinas de los problemas ambientales

que pueden contribuir a resolver (de origen hídrico: erosión severa, remociones en masa, desregulación de caudales y no hídricos: pérdida de biodiversidad) por la severidad de dichos problemas y por su bajo costo (cuadro No. 6). El monto de estos incentivos muy por debajo del de las alternativas incentivables contempladas actualmente se explica en el reducido costo de oportunidad de la actividad que deben sustituir: la ganadería extensiva de ladera.

Más que un incentivo para la conservación, como el planteado actualmente por el CIF, se

necesita apoyar el aprovechamiento sostenible de coberturas vegetales naturales para contribuir a la construcción y consolidación de alternativas en este sentido. Esta consultoría no tuvo acceso en las zonas en que trabajó a datos que permitieran hacer una estimación; y en el país hay muy poca información al respecto. Se deja planteada, en todo caso, la recomendación de promover por medio de los incentivos para microcuencas el "manejo sostenible de los bosques y los páramos" a pequeña escala. Futuros estudios deben determinar el monto de este incentivo.

Cuadro No. 8
Valor de los incentivos mínimos para diferentes
alternativas por hectárea incentivada
Valor presente en miles de pesos de 1999
(T.D = 12% flujo a 20 años)

ALTERNATIVAS INCENTIVABLES	TIPO DE PRODUCTOR							PRO- MEDIO
	I*	II*	III*	IV*	V*	VI*	VII*	
Sistemas integrados								
• Lenguazaque	255	194	338	316	109	598	127	277
• Río De Oro	853	1,073	669	881				869
• Guadalajara	126	155	533	1,229				511
• Combeima	2,492	2,146						2,319
Otras alternativas								
• Cultivos sostenibles	2,080							2,080
• Reconversión Ganadera	630							630
• Regeneración natural	603							603
• Bosque protector Productor	2,035	2,139	3,206					2,460
• Bid-Birf Aplicados Actualmente Matriz 80-20	1,360							1,360

Fuente: Este estudio.

* Nota: Para tipos de productores I a VII de sistemas integrados ver el cuadro No. 3.

Bosque Protector Productor I: Eucalipto. II: Nogal. III: Pino pátula.

BID BIRF I: Todo tipo de productores.

Contar con una amplia gama de incentivos, como lo propuesta ofrece varias ventajas a las entidades ejecutoras: a) contribuye a disminuir la baja o nula adopción de los incentivos por parte de pequeños y medianos productores agrícolas, con limitaciones en el acceso a la tierra o en condiciones de pobreza, problema central observado en algunas microcuencas; b) les permite liderar o promover, según el caso, procesos de planificación de las microcuencas ofreciendo soluciones para áreas productivas que deben ser atendidas prioritariamente con criterios de recuperación de suelos y regulación hídrica; c) facilita la coordinación con otras entidades; d) facilita ubicar coherentemente los incentivos en la planificación de microcuencas y de los municipios a través de los planes de ordenamiento territorial.

Como puede resultar una gama muy amplia de incentivos se recomienda simplificarlos a escala regional estableciendo los siguientes promedios: a) para incentivos agrícolas; b) para sistemas integrales sostenibles; c) para revegetación natural; d) para reconversión ganadera y e) para aquellos dirigidos a reforestación. Para hacer estos promedios el ejecutor podría opcionalmente establecer ponderadores. Siguiendo un procedimiento análogo a nivel nacional se pueden establecer pisos y techos para cada uno de los cinco incentivos definidos anteriormente.

LOS INCENTIVOS FRENTE A LOS BENEFICIOS SOCIALES

Para la valoración de los beneficios sociales se parte de la determinación de las externalidades arrojadas por los cambios incentivables. Los modelos hidrológicos arrojan un cambio de caudal para toda la cuenca con la nueva cobertura proyectada como resultado del conjunto de las actividades que se proponen incentivar en cada microcuenca y definidas en las bases cartográficas. En otras palabras, estas externalidades corresponden a las arrojadas por los nuevos sistemas de aprovechamiento proyectados en una cuenca: bosque protector, bosque protector-productor, sistemas integrados, regeneración natural, cultivos sostenibles y reconversión ganadera.

Obtenidas estas externalidades la valoración de los beneficios sociales se hicieron proyecciones a 20 años de: a) la demanda de agua potable de los acueductos municipales que dependen de la microcuenca definida para cada caso, con su bocatomía coincidente con el punto de cierre de la microcuenca; b) la demanda para riego agropecuario en algunos casos; c) los déficits de agua de acuerdo con las proyecciones de población; d) los cambios en la oferta de agua de acuerdo con las curvas de duración de caudales estimadas a partir de los modelos hidroló-

gicos; d) la disminución de los déficits de agua cruzando los datos anteriores; e) la valoración de los beneficios por disminución de dichos déficits de agua potable usando la tarifa media sin subsidio —asumiendo que representa la disponibilidad a pagar del consumidor—; f) el valor de los beneficios representados por los excedentes de la mayor área disponible para agricultura con riego; g) el valor de los beneficios derivados de los costos evitados en almacenamiento de agua; h) los beneficios representados por los costos evitados en el tratamiento de agua potables derivados de la reducción de la producción de sedimentos. Para esto último se utilizó un modelo —desarrollado por Juan Andrés Galarza— que relaciona, por medio de regresiones, ahorro en costos de tratamiento con cambios de coberturas vegetales. Este modelo es aplicable a situaciones en las cuales hay dificultad para acopiar información directa, como es el caso de la mayor parte de los pequeños acueductos. Se incluye por lo tanto en el “Diseño Metodológico”. (“Metodología para calcular externalidades hídricas y beneficios sociales”).

Los resultados de las estimaciones del valor económico de los beneficios, siguiendo el procedimiento descrito atrás, se presentan en el cuadro No. 7 en el cual se contemplan cuatro alternativas derivadas del uso de dos

modelos hidrológicos diferentes (SCS y Deeb) y de dos formas diferentes de calcular los beneficios: el primero por mayor disponibilidad de agua para consumo humano y riego (método de valoración I) y, el segundo, por costos evitados en almacenamiento de agua (método de valoración II). De estas cuatro se seleccionó la más apropiada: la que combina los resultados arrojados por el modelo del SCS y el método de valoración I.

Para la cuantificación de los cuatro escenarios que se presentan enseguida, se comparan los incentivos con los beneficios sociales derivados de ellos:

Escenario I. Con Beneficios Hídricos: Se toman únicamente los beneficios sociales generados por la disminución de sedimentos y el incremento de los caudales mínimos. De esta forma se tienen en cuenta solamente los beneficios considerados como centrales en el diseño del programa para recuperación y manejo de microcuencas y que fueron los que según los términos de referencia calcularía esta consultoría.

Escenario II. A los beneficios hídricos se agregan los culturales, recreacionales y de almacenamiento de carbono: Para calcular estos nuevos beneficios se toman espontáneamente los reportados por Costanza (Costanza - Nature 1997 y base de datos electrónica) y por

Cuadro No. 10

Cuencas del Río De Oro, Lenguazaque, Guadalajara y Combeima
 Valor de los beneficios del proyecto, externos a las unidades de producción
 (Valor presente en millones de \$ de 1999. Tasa de descuento del 12%)

	RÍO DE ORO Estimación según modelo		LENGUAZAQUE Estimación según modelo	
	SCS	Deeb	SCS	Deeb
Método de Valoración de Cambios en Caudales Método de Valoración I				
Disponibilidad a pagar por agua potable	374.93	125.92	-	-
Incremento de áreas agrícolas productivas			663.71	239.78
Costos evitados por disminución de sedimentos	249.82	249.82	3.10	3.10
Total según Método de Valoración I	624.75	375.74	666.81	242.89
Método de Valoración II				
Costos evitados en almacenamiento de agua.	305.74	69.89	1,518.03	544.58
Beneficios por disminución de sedimentos	249.82	249.82	3.10	3.10
Total según Método de Valoración II	555.56	319.71	1,521.14	547.68

	GUADALAJARA Estimación según modelo		COMBEIMA Estimación según modelo	
	SCS	Deeb	SCS	Deeb
Método de Valoración de Cambios en Caudales Método de Valoración I				
Beneficios por incremento de caudales, según disponibilidad a pagar y crecimiento del área productiva.	-	-	5,035.78	365.75
Beneficios por incremento de caudales, según incremento de áreas productivas	951.81	(265.74)		
Beneficios por disminución de sedimentos	15.38	15.38	599.81	599.81
Total según Método de Valoración I	967.19	(250.36)	5,635.59	965.56
Método de Valoración II				
Beneficios por incremento de caudales, según costos evitados en almacenamiento de agua.	1,271.45	(351.28)	2,607.50	190.68
Beneficios por disminución de sedimentos	15.38	15.38	599.81	599.81
Total según Método de Valoración II	1,286.83	(335.90)	3,207.31	790.21

Fuente: Este estudio.

Dixon (1995)⁽⁷⁾. Se hicieron algunos ajustes de estos valores introduciendo un factor de conversión para cada cuenca pero hay que anotar que éste es apenas

un ejercicio que pretende simplemente advertir sobre las posibles magnitudes de beneficios no cuantificados en esta consultoría.

Escenario III. A los beneficios de tipo hídrico se le suman los beneficios “internos” (privados) derivados de los proyectos: Se está partiendo de la consideración, sostenida por la teoría económica, de que los beneficios sociales se conforman como adiciones de los beneficios privados. En este caso se suman a los beneficios hídricos

generados por fuera de los predios de los usuarios, los obtenidos por ellos mismos como resultado de la aplicación de los incentivos y que no hubieran sido obtenidos por otro medio.

Escenario IV. Con el conjunto de beneficios externos e internos: Reúne todos los beneficios sociales contemplados en los escenarios anteriores.

Cuadro No. 11
Incentivo mínimo y subsidio en diferentes escenarios
(valores en miles de pesos de 1999)

CUENCA	VARIABLE	ESCENARIO			
		I: Con beneficios hídricos	II: Con beneficios hídricos, culturales, recreacionales y almacenamiento de carbono	III: Con beneficios hídricos y privados	IV: Con beneficios hídricos, sociales, culturales, recreacionales y almacenamiento de carbono
LENGUAZAQUE (Integral)	Subsidio	233	(564)	(4,074)	(4,871)
	Subsidio/Incentivo	79%	0	0	0
RIO DE ORO (Integral)	Subsidio	575	(358)	(9,052)	(9,985)
	Subsidio/Incentivo	65%	0	0	0
GUADALAJARA (Integral)	Subsidio	298	(635)	(2,031)	(2,964)
	Subsidio/Incentivo	36%	2%	16%	0
COMBEIMA (Integral)	Subsidio	1,786	542	3,121	1,878
	Subsidio/Incentivo	77%	23%	135%	135%
AGRÍCOLA	Subsidio	1,809	1,215	(2,089)	(2,899)
	Subsidio/Incentivo	87%	58%	0	0
RECONVERSION GANADERA	Subsidio	360	(235)	(3,539)	(4,349)
	Subsidio/Incentivo	57%	0	0	0
	Subsidio/Incentivo	57%	0	0	0
BOSQUE PROTECTOR PRODUCTOR	Subsidio	2,505	2,148	166	(320)
	Subsidio/Incentivo	101%	86%	11%	6%
BID-BIRF APLICADOS ACTUALMENTE MATRIZ 80-20	Subsidio	1,089	495	(2,809)	(3,619)
	Subsidio/Incentivo	80%	36%	0	0

Fuente I y III: Este estudio. II y IV: Adaptado de Constanza 1997 y Dixon 1995.

De acuerdo con lo expresado atrás, el recurso que se coloca por medio del incentivo económico debe estar justificado por la generación de una externalidad que represente un beneficio social. Cuando beneficios sociales arrojados por las actividades incentivadas son menores que los incentivos se presenta un subsidio. Dicho de otra forma: si la diferencia entre el beneficio social y el incentivo es negativa, esta diferencia equivale a un subsidio, y cuando es igual a cero o negativa (cifras entre paréntesis en el cuadro No.11) no hay subsidio.

Cuando se consideran únicamente los beneficios derivados de las externalidades hídricas, que son las que interesan para este programa, puede observarse (cuadro No.11) que, exceptuando un solo caso, los subsidios están en más del 50% del valor de los incentivos.

Al contemplar los beneficios del escenario II la situación cambiaría radicalmente: en la mayor parte de los casos los beneficios superarían los incentivos y no habría, en consecuencia, subsidios al introducir nuevos beneficios no contemplados por el programa y calculados indirectamente a manera de ilustración complementaria.

Al considerar, el escenario III los beneficios privados apropiados por los usuarios se acoge, en el fondo, la misma lógica pro-

puستا en el diseño de los programas para microcuencas: se toman únicamente los beneficios que tienen que ver con el proyecto. En este caso —que puede y debe ser, por supuesto, discutido— se están involucrando los beneficios de otro sector de los actores involucrados: los productores aguas arriba. En este escenario los subsidios prácticamente desaparecen y los proyectos se justificarían en función de sus propios beneficios.

Evidentemente en el escenario IV que agrega todo tipo de beneficios, el resultado es más favorable en términos de la viabilidad técnica de los incentivos, entendida esta viabilidad como la relación entre el incentivo y los beneficios que genera.

El primer resultado, que considera sólo los beneficios hídricos e implica subsidios relativamente altos, no debe llevar a la conclusión de que los incentivos no se justifican porque, como se ha insistido, estos beneficios no representan sino muy parcialmente, y en una proporción muy baja, los beneficios sociales derivados de estos proyectos. De otra parte, queda meridianamente claro que este tipo de incentivos representan una de las pocas posibilidades de canalizar recursos hacia ciertas microcuencas estratégicas y hacia sectores sociales rurales que son casi completamente excluidos del acceso a otro tipo de incentivos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CÁRDENAS, J. C., Stranlund, J & Willis, C. (1998). *Effectiveness of communication and regulation in local commons: some evidence from experiments in the field*, Documento presentado al Seminario sobre Teoría Económica, Departamento de Economía, UMASS.
- CONSTANZA, R. et al (1997), *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*, NATURE, Vol. 387, 15 May, 1997.
- DIXON, R. (1995.) *Sistemas Agroforestales y Gases Invernadero*. Agroforestería en las Américas, Año 2, Nº 7. Julio-septiembre.
- FANDIÑO M.C. y Paola Ferreira (Eds.) (1998). *Colombia, Biodiversidad Siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un Plan de Acción Nacional en Biodiversidad*. Instituto Alexander Von Humboldt; Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación, PNUMA, UICN.
- FORERO ÁLVAREZ J., L. E. Torres Guevara, M. Avellaneda, E. Corrales, R. Ortiz, X. Puente, J.A. Galarza y J.C. Cárdenas (2000). *Informe Final Revisión de Incentivos Económicos para Proyectos de Microcuencas* (tres tomos). Instituto de Estudios Rurales, U. Javeriana, Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación.
- FORERO GONZÁLEZ, Jorge. (1998). *Bases para la financiación del sistema forestal productivo*. Departamento Nacional de Planeación, Unidad de Desarrollo Agrario, Bogotá.
- DINERSTEIN, Eric, George Powell, David Olson, Eric Wikramanayake, Robin Abell, Colby Loucks, Emma Underwood, Tom Allnutt, Wes Wettengel, Taylor Ricketts, Holly Strand, Melody Mobley, (2000) *A Workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity, visions for ecoregion - based conservation*. World Wildlife Conservation. Documento en borrador.
- Departamento Nacional de Planeación, UPA, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Instituto Alexander von Humboldt, Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Naturales Nacionales. (1999). *Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad*. Documento de Trabajo. Instituto Alexander von Humboldt (Coordinación). Bogotá.
- GENTRY, A. 1993, "El significado de la biodiversidad". En: CERC Fundación Angel Escobar *Nuestra Diversidad Biológica*, pp. 13-24, Bogotá.
- ETTER, Andrés y Willem Wyngaarden, (1999). "Población y transformación de los paisaje de la Región Andina en Colombia". En *III Simposio Internacional de Desarrollo Sostenible de Montañas: Entendiendo las Interfases Ecológicas para la Gestión de los Paisajes Culturales en los Andes*, 1999.

NOTAS

1. En desarrollo de la política ambiental del país y del Plan de Acción Forestal para Colombia (PAFC), el Gobierno Nacional fue autorizado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (Documento CONPES 2660-DNP-UDA-DEAC-INDERENA del 22 de agosto de 1993) para contratar créditos con la banca multilateral —Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF). Con base en esta autorización se suscribe el contrato BIRF 3692/CO por valor de US\$ 39.0 millones y con US\$26.29 millones de aporte local; y los contratos BID 774/OC-CO y BID 910SF/CO por valor de US\$ 81 millones, los cuales se complementan con una contrapartida nacional de US\$ 54 millones. Estas partidas se establecen para financiar el Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales, PAMRN.
2. Estos cambios no están necesariamente enmarcados dentro de una estrategia de conservación de especies o ecosistemas (al estilo del diseño de áreas protegidas) pero en ciertos sitios se "conectan" a este tipo de estrategias (áreas de amortiguamiento o de corredores biológicos por ejemplo).
3. FANDIÑO, M.C. y Paola Ferreira (Eds.) 1998. *Colombia, Biodiversidad Siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un Plan de Acción Nacional en Biodiversidad*. Instituto Alexander Von Humboldt; Ministerio del Medio Ambiente Departamento Nacional de Planeación PNUMA UICN. Pág. 27.
4. Proyecto que promueve la labranza mínima para los cultivos de papa, a través de los funcionarios de la Corporación Autónoma Regional en conjunto con la GTZ alemana.
5. En general el origen de este fenómeno está en la especial fragilidad estructural de los suelos de esta cuenca, en la que incluso pueden presentarse deslizamientos de sitios con la vegetación natural intacta.
6. Ministerio del Medio Ambiente - Unidad Coordinadora, Reglamento Operativo, Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales, febrero de 1995. Igualmente, para proyectos BIRF en microcuencas se contempla que la planificación de cambios de coberturas vegetales debe hacerse con estrategias para resolver la problemática ambiental mediante tecnologías que respondan "al mejoramiento de la cobertura vegetal, a la estabilización de suelos, a la corrección de torrentes, al desarrollo de sistemas agroforestales y de preservación de bosques". Ministerio del Medio Ambiente —Unidad Coordinadora, Reglamento Operativo BIRF, Programa Ambiental y de Manejo de Recursos Naturales, febrero de 1995, pág. 30.
7. CONSTANZA et.al (1997), The value of the world's ecosystem services and natural capital, NATURE, Vol. 387, 15 May, 1997. DIXON, Robert K, Sistemas Agroforestales y gases invernadero, *Agroforestería en las Américas*. Año 2. Nº 7. Páginas 22-26, julio-septiembre de 1995.