

SERVICIOS AMBIENTALES, AGUA Y ECONOMIA

ENVIRONMENTAL SERVICES, WATER AND ECONOMY

Octubre 22/2007

Juan Pablo Ruiz Soto¹

Economista. Universidad de los Andes

Maestría Teoría Económica. Universidad de los Andes

Maestría Estudios Ambientales. Yale University

Banco Mundial

jruiz@worldbank.org

RESUMEN

Los servicios ambientales (SA) asociados a los ecosistemas naturales están seriamente amenazados por acciones locales y por el calentamiento global. El SA asociado al agua y su efecto sobre calidad y cantidad en cuencas hidrográficas aportantes a acueductos y sistemas de riego, es de gran importancia económica y social. Para Bogotá-Colombia el SA de los páramos y bosque nublado en la cuenca de Chingaza representa US\$18,2 millones anuales. Para el abastecimiento de agua a la ciudad de Quito-Ecuador, el efecto negativo del Cambio climático (CC) asociado a la contracción de los glaciares representa un incremento en la inversión de un 31% versus el escenario sin CC. Se deben tomar medidas para asegurar la permanencia de los SA y mitigar los efectos del CC.

ABSTRACT

Environmental services (ES) related to natural ecosystems are seriously threatened by local activities and global warming. The ES related to water and its effect on quality and quantity in watersheds that supply aqueducts and irrigation systems has great social and economic importance. For Bogotá-Colombia the ES of *páramos* and cloudy forest in the Chingaza basin represents US\$18.2 million per year. For water supply in the city of Quito-Ecuador, the negative effect of climate change (CC) related to the contraction of glaciers represents a 31% increase in investments versus the scenario without CC. Measures must be taken to ensure the permanence of ES and mitigate the effects of CC.

Palabras Claves

Servicio Ambiental, Cambio Climático, Conservación, Cuenca.

Key Words

Environmental Service, Climate Change, Conservation, Watershed.

¹ Economista con especialidad en manejo de recursos naturales. Banco Mundial.

INTRODUCCION

Los servicios ambientales (SA) asociados a los ecosistemas naturales están seriamente amenazados, tanto por acciones adelantadas por actores locales, como por el calentamiento global, procesos que los transforma y degrada. Un SA es la regulación hídrica que determina la calidad y cantidad de agua dulce disponible para la vida y el bienestar del ser humano. El cambio climático (CC) genera cambios en la composición de los ecosistemas, afectando la diversidad biológica, otro SA de los ecosistemas naturales. El CC trae como fenómenos asociados temperaturas extremas y alteración del ciclo del agua, condiciones a las que algunas especies no logran adaptarse, así estén en áreas o ecosistemas protegidos. Localmente, se afecta la biodiversidad por destrucción del hábitat para uso agropecuario.

En las siguientes secciones, se hace la valoración de servicios ambientales asociados a ecosistemas naturales, especialmente los de alta montaña en los Andes suramericanos y su relación con el suministro de agua tanto para consumo humano como para la producción agropecuaria. Los glaciares tropicales y los páramos son ecosistemas críticos generadores de servicios ambientales que pueden verse seriamente afectados por el calentamiento global y por actividades humanas de intervención directa que destruyen la capa vegetal y de humus e influyen considerablemente la capacidad de retención de agua y la calidad del agua superficial e infiltrada (Van Der Hammen, 2000).

En Chile, Argentina, Perú, Bolivia y Ecuador, donde predominan ecosistemas secos en la alta montaña, los glaciares presentan una masa considerable y es crítico su aporte para la estabilidad de las cuencas hidrográficas. En Venezuela, Colombia y el norte de Ecuador, el mayor efecto regulador en términos de calidad y cantidad de agua, lo define el estado de conservación, intervención o destrucción del ecosistema de páramo. La disponibilidad hídrica, tanto por cantidad como por calidad, tiene un importante impacto sobre la calidad de vida y el desarrollo socio-económico.

PÁRAMOS, CONSERVACIÓN Y ECONOMÍA

El SA que prestan los ecosistemas naturales de alta montaña incide en la disponibilidad de agua en términos de flujos y calidad, con un importante efecto sobre el costo de suministrar agua potable a las ciudades. Los costos de tratamiento para hacer potable el agua dependen claramente del estado de conservación de las cuencas aportantes.

Un ejemplo del valor económico de la conservación de una cuenca es el caso de la ciudad de Bogotá. Según datos suministrados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el costo de tratamiento por metro cúbico (M^3) de agua para llevarla a condiciones de potabilidad difiere significativa en las distintas plantas de tratamiento. Estas plantas reciben agua en condición muy diversa, según el nivel de conservación de cada cuenca aportante. La cuenca en el Sistema Chingaza está muy bien conservada, mientras que aquellas que abastecen las plantas de Tibitoc y el Sistema Sur tienen un importante nivel de transformación y degradación por efecto de actividades humanas.

En el año 2004, el costo de tratamiento por M³ para hacer potable el agua en la Planta del Dorado – aquella en el Sistema Sur – fue de Col\$189.9/M³. En el caso de la Planta Wiesner que trata el agua proveniente de Chingaza, el costo fue de Col\$33.2/M³, mientras que en la Planta de Tibitoc fue de Col\$279.3/M³. No obstante, este último dato incluye parte de la amortización de capital para algunas inversiones recientes realizadas en la planta, razón por la cual no es comparable con los costos de las plantas Wiesner y El Dorado, que sólo incluyen los costos directos de tratamiento de agua. Entre estas plantas, la diferencia en los costos de tratamiento por M³ es de uno a seis, que se explica por la diferencia en la calidad del agua que llega a cada una. Calidad inequívocamente asociada a los diferentes niveles de conservación o intervención y transformación de las cuencas aportantes.

Dado que el diferencial en el costo de tratamiento entre las dos plantas es de Col\$137,7/M³, una buena aproximación al valor económico del servicio ambiental generado por la conservación de la cuenca aportante de Chingaza es multiplicar el volumen de agua consumido por la ciudad proveniente de esta cuenca por el diferencial en costos de tratamiento entre las dos plantas. En el 2004 la ciudad de Bogotá consumió 264 millones de M³ de agua de la cuenca de Chingaza tratada en la planta Wiesner. Entonces $264.000,000 * 137.7 = \text{Col}\36.4bn , lo que a una tasa de cambio de 2.000 Col\$/1US\$ son aproximadamente US\$18.2 millones para dicho año.

Estos US\$18.2 millones anuales es lo que se ahorra la EAAB y por ende los bogotanos, por el SA asociado a la conservación de la cuenca de Chingaza. Si esta cuenca estuviese tan deteriorada como la del Sistema Sur, la EAAB gastaría en tratamiento por M³, lo mismo que gastó para hacer potable el agua en la planta de tratamiento de El dorado en el Sistema Sur. Este mayor costo sería transferido a las facturas de agua que pagan los bogotanos. En otras palabras, el ahorro fue de US\$18.2 millones por año, siendo el 2004 un promedio desde cuando se puso en funcionamiento el sistema integrado de Chingaza.

Análisis similar al anterior se puede hacer para todos los acueductos y sus plantas de tratamiento en el país. Cuando el agua que se trata en las plantas proviene de una cuenca degradada, los costos son mucho más altos que cuando proviene de una cuenca conservada. El cálculo de Bogotá evidencia la importancia y la alta rentabilidad de invertir en la conservación de las cuencas aportantes para los acueductos municipales ya que es mucho menor el costo de gestión para conservación que el costo de recuperación de una cuenca degradada. En el largo plazo, es más rentable y costo/efectivo detener cuanto antes el proceso de deterioro de la cuenca si ya está parcialmente degradada y realizar las inversiones requeridas para recuperar los servicios ambientales destruidos por la transformación de los ecosistemas naturales, que realizar el tratamiento de potabilización del agua una vez se dé la degradación por sedimentación y contaminación.

HERRAMIENTAS PARA LA CONSERVACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES Y ECOSISTEMAS ASOCIADOS

Buena parte de los Parques Nacionales Naturales (PNN) en Colombia protegen áreas de páramo que a la vez son proveedoras de agua para importantes zonas del país (Unidad Administrativa Especial del Sistema Parques Nacionales Naturales, UAESPNN, 1998). Sólo para mencionar dos ejemplos está el PNN de los Nevados que abastece los campos y ciudades de la zona cafetera y el PNN Farallones de Cali que provee agua para la ciudad de Santiago de Cali. Además de aportar al manejo y conservación de cuencas hidrográficas, los PNN contribuyen a conservar la biodiversidad. Mediante herramientas intrínsecas a los PNN y otras categorías de áreas protegidas como son los planes de manejo, se detectan las amenazas a la conservación de las cuencas y ecosistemas naturales presentes en la zona y se organizan las intervenciones requeridas para evitar o contener su destrucción o degradación.

Sin embargo, la inversión total del Gobierno Nacional para la gestión, administración y manejo de los PNN de Colombia en el año 2007 sólo alcanza una suma cercana a los US\$8 millones – menos del 50% del valor del SA del PNN de Chingaza – asignación con la cual se pretende administrar un área equivalente al 11% del país o aproximadamente 110.000 km². A modo de comparación, en el 2007 Venezuela invierte en sus PNN US\$32 millones en un área equivalente al 16% del territorio que representa 160.000 Km² y México US\$92 millones para un área de aproximadamente 191.000 Km² que equivale al 10.2% de su superficie (Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales, 2007). Por Km² protegido en el 2007, en Colombia el Gobierno Nacional invierte US\$72 al año, mientras Venezuela invierte US\$200 y México US\$481. Estamos muy por debajo en términos de inversión para la conservación de los PNN si nos comparamos con países de niveles de desarrollo económico e importancia de biodiversidad similares al nuestro.

Como complemento al manejo directo de las áreas de conservación, una herramienta que está disponible y que en muchos casos puede ser útil para conservar los SA en áreas críticas de las cuencas es el pago por servicios ambientales (PSA). Para usar la herramienta, es necesario llegar a acuerdos voluntarios donde un actor económico recibe una compensación que considera conveniente y satisfactoria para adelantar en su predio una actividad que conserve o restablezca el SA por el cual el otro está dispuesto a pagar. Estos acuerdos de beneficio mutuo pueden hacer viable la conservación de los SA en áreas críticas de cuencas aportantes (Ruiz, 2000).

Si bien la legislación existente limita el uso del suelo a los propietarios de las tierras en estas áreas, en la práctica estas limitaciones no se imponen y los procesos de destrucción avanzan a lo largo y ancho del país. Para evitar que esto siga sucediendo, es necesario que los campesinos productores ubicados en la parte alta de las cuencas, que generalmente son campesinos pobres (las buenas tierras están en la parte baja y plana), sean compensados para cubrir el costo de oportunidad que enfrentan si adelantan tareas de conservación y limitan el uso productivo directo de la tierra que poseen. El beneficio del uso productivo directo se apropia de manera individual, mientras que el beneficio por el SA tiene el carácter de externalidad y como tal, es apropiado por terceros que no poseen la gobernabilidad sobre las tierras ni sobre la decisión de alternativas de uso

generadoras del SA. El PSA es una herramienta que permite acuerdos de beneficio mutuo y confluencia de intereses diversos.

Dado que el PSA es un acuerdo voluntario, tiene mayor eficiencia que la aplicación de la ley de carácter impositivo que requiere efectivos mecanismos de control y vigilancia, que no es la virtud principal de nuestras instituciones. Para hacer efectivos los planes de ordenamiento territorial y de cuencas, en algunos casos vale revisar la utilidad del PSA como herramienta para la gestión. En la actualidad, el MAVDT esta en la formulación de una “Estrategia Nacional de Pago por Servicios Ambientales” (Ecovera, 2007 Documento no publicado).

Lo anterior exige valorar el SA relacionado con el agua que provee el Sistema de PNN de Colombia y las áreas protegidas regionales y locales, públicas y privadas, y así hacer más efectiva y articulada las negociaciones con los gobiernos Nacional, regionales y locales y las comunidades. Los SA generados por los ecosistemas bien manejados en las cuencas aportantes son de gran importancia social y económica y su destrucción genera un alto costo en el mediano y largo plazo para toda la sociedad colombiana. Según la legislación vigente, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y los Municipios son responsables de adelantar estas inversiones y la sociedad civil debería estar muy alerta para exigir que estas instituciones cumplan con sus responsabilidades. Si no lo hacen, quienes económica y socialmente pagan los daños y costos asociados somos todos y cada uno de los colombianos. Mayor participación y vigilancia ciudadana generan mejores instituciones.

Una herramienta complementaria al manejo de las cuencas y la conservación de los SA en los proyectos de suministro de agua potable es la construcción de embalses, que contribuyen a regular tanto los flujos naturales como los alterados por las intervenciones humanas. Para los casos en los cuales el punto de captación del agua para el acueducto es un gran río, el manejo de la cuenca aportante puede superar la capacidad de gestión del municipio o grupo de usuarios del SA y su inversión para recuperar el SA puede no ser viable.

En Colombia, estamos acostumbrados a invertir la prioridad de la inversión y generalmente al construir acueductos se prevén los costos de la construcción de la infraestructura requerida, desestimando aquellos requeridos para la conservación de las cuencas. La falta de una aproximación holística en estos proyectos explica que en el 2004, cerca del 20% de los acueductos tuvieron escasez de agua en los periodos secos del año. Las tuberías de conducción no garantizan la existencia del agua, ésta depende de los flujos de agua y su adecuada regulación, propósito en el cual embalses y manejo de cuencas son complementarios.

EL CASO DE SUMAPAZ

La relación costo/beneficio debería guiar la inversión para la gestión en las cuencas aportantes a todos los acueductos del país. Sin embargo, en términos generales esto no

sucede y un ejemplo crítico es la cuenca del río Sumapaz. En un futuro cercano esta cuenca suministrará agua para Bogotá dado el incremento de la demanda de agua potable por el crecimiento poblacional en la ciudad. En la cuenca alta del Sumapaz está el PNN de Sumapaz y en la actualidad hay 4 instrumentos de ordenamiento distintos para la misma área. Ellos son: (i) el Plan de manejo de la UAESPNN para el PNN de Sumapaz, (ii) el plan de manejo de la cuenca alta del río Sumapaz y sus afluentes de la CAR, (iii) el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá y, muy asociado al anterior pero con algunas variantes, (iv) el plan de desarrollo de la localidad 20 de la ciudad. Los 4 planes retoman la conservación pero su efectividad en la práctica se ve cuestionada por la presencia y expansión de los cultivos de papa.

Este monocultivo que destruye la vegetación nativa reguladora del caudal y causa graves procesos de erosión y sedimentación, genera beneficios individuales apropiados por los empresarios de la papa y en algunos casos por pequeños cultivadores, que parecen pesar más que los altos costos sociales ocasionados por la destrucción del ecosistema de páramo y la desaparición de los SA asociados al agua. De manera acelerada se está reemplazando el ecosistema natural de páramo por cultivos de papa y ganadería extensiva y las entidades arriba mencionadas, responsables de la planificación y el uso del territorio en el largo plazo, no se articulan de manera efectiva en torno a las intervenciones requeridas para garantizar la calidad futura del recurso hídrico de la ciudad. Falta la efectiva intervención de la EAAB como el principal agente interesado en la conservación de los recursos hídricos del área y el representante directo del usuario del futuro servicio ambiental asociado al agua... Lo que acontece en Sumapaz demuestra poca articulación institucional, falta de capacidad para pasar de la planificación a la gestión efectiva y debilidad en la participación ciudadana y su gestión en la defensa del interés colectivo.

GLACIARES, AGUA Y CAMBIO CLIMATICO

La contracción de los glaciares y su impacto sobre la calidad y disponibilidad de agua para algunas ciudades y sistemas agrarios en los Andes suramericanos es un fenómeno asociado de manera preponderante con el cambio climático (CC).

El CC es un hecho cuyos efectos empiezan a manifestarse. Según el cuarto informe del Panel Intergubernamental de Cambio climático (IPCC-SPM, 2007), el incremento promedio en la temperatura estará entre 2 y 4.5 grados centígrados si se dobla la presencia de CO₂ en la atmósfera; se espera que esto ocurra durante el presente siglo. El estimativo de mayor probabilidad es un incremento de 3C° y el más optimista es de 1.5C°. En el tercer informe, el IPCC señalaba que el CC tendrá efectos no sólo en el incremento de temperatura, sino también en alteraciones en el ciclo del agua, pérdida de humedad en los suelos, cambios de clima en sus manifestaciones más extremas con nuevo record en oleadas de frío y de calor, incremento en el nivel de los océanos, cambios en la productividad agrícola y en la composición de los ecosistemas.

Investigaciones recientes (World Bank, 2006) señalan que el calentamiento global es y será mayor en la alta montaña que en los Polos. Si bien hasta ahora el efecto visual del

deshiele en los polos y su efecto en la fauna silvestre ha llamado más la atención de la opinión pública, grandes impactos afectarán a la población humana en las altas montañas, especialmente en las montañas tropicales donde hay alta densidad de población en alturas superiores a los 2500 m.s.n.m. con ciudades capitales como La Paz, Quito y Bogotá. El CC y los cambios en las temperaturas extremas generan contracción en los glaciares tropicales y serias alteraciones en los ecosistemas de alta montaña, con transformaciones en las cuencas hidrográficas e impactos negativos para el suministro de agua para consumo humano y agrícola.

Para el caso colombiano, es gráfica la contracción del glaciar en los nevados del Tolima y Santa Isabel, donde el deshielo avanza a pasos agigantados. En el nevado del Tolima, mediante observación directa se constató que el glaciar adjunto al “picacho” en las cabeceras del río Combeima presentaba en 1976 una lengua glaciar que se iniciaba a 4.700 m.s.n.m. En 1997 ésta misma lengua iniciaba a 4.900 y en 2006 estaba a 5.050. La cima del nevado del Tolima se encuentra a 5.150 m.s.n.m. Según el IDEAM, el caso del Nevado de Santa Isabel es aún peor, pues su cumbre a 4.900 si bien aún tiene glaciar, se encuentra por debajo de la línea de equilibrio, donde el deshielo es equivalente a la formación de hielo nuevo. Esto significa que su contracción es constante y acelerada y su desaparición es cuestión de pocos años.

Los glaciares tropicales andinos, es decir los localizados entre Venezuela y Bolivia, cubrían en 1970 una extensión de 2.940 Km²; en 1991 era de 2759 Km² y en el 2002 de 2493 Km² (World Bank, 2007). Algunos picos nevados están perdiendo rápidamente sus glaciares y varios los habrán perdido en su totalidad antes del 2020. En este periodo de rápida contracción se presenta un incremento transitorio en los flujos de agua, a lo que seguirá una disminución importante en estos flujos con la desaparición del glaciar.

La relación glaciares, agua y economía cobra especial relevancia en ciudades como Quito en Ecuador, localidad que en sus alrededores presentan importantes masas glaciares y donde los Andes, en alturas superiores a los 3.000 m.s.n.m., son relativamente secos. Se estima que los glaciares de Antisana y Cotopaxi aportan una tercera parte del agua para consumo humano en Quito y sus alrededores (World Bank, 2007).

Quito, utiliza 7 sistemas de abastecimiento para la ciudad. El más reciente de los sistemas es el conocido como La Mica, que está en la base del glaciar de Antisana. El llamado Sistema de los Ríos Orientales, que nace con aguas de los glaciares de Antisana y Cotopaxi, es considerado el principal componente en el sistema de expansión. Todo el sistema de abastecimiento y expansión se afectará por la contracción de los glaciares asociada al CC. En el caso de Antisana se estima que el aporte del glaciar está entre el 25 y el 35% del total de las aguas superficiales disponibles.

Para el caso del Sistema de La Mica, se han hecho los cálculos del agua disponible sin y con aportes del deshielo del glaciar relacionado con los cambios provocados por el CC. En las actuales condiciones con 3 quebradas y un reservorio de 4.3 millones de metros cúbicos, se obtienen 1.200 l/s, mientras que si desaparece el glaciar por efecto del CC se

requeriría usar las 8 quebradas disponibles y hacer un reservorio de 49 millones de m³ si se quiere disponer de la mismo flujo de 1.200 l/s.

Para la proyección del Sistema de los Ríos Orientales, con y sin aporte de los glaciares de Antisana y Cotopaxi, la disponibilidad de agua se disminuye en un 40% aproximadamente, lo cual significa que si se pretende suministrar la misma cantidad de agua, es necesario realizar mayores obras de bombeo y recolección en diversas cuencas o incrementar el tamaño de los reservorios. Según cálculos realizados en la etapa de preparación del proyecto "*Regional Adaptation to the impact of rapid glacier retreat in the tropical Andes*" (World Bank, 2007), la ciudad de Quito enfrentará un incremento en los costos de adecuación de infraestructura US\$298 millones en las condiciones actuales, a US\$391 millones para desarrollar una infraestructura que mitigue el efecto del CC. Esto significa que considerando los dos proyectos mencionados, el abastecimiento de la ciudad de Quito por el efecto de CC incrementara sus costos en un 31% versus el escenario sin CC. Para los cálculos anteriores no se consideraron otras interacciones entre el CC y el ciclo del agua, pues si bien se estima que con el tiempo las precipitaciones disminuirán y la evo transpiración puede aumentar, estos fenómeno no se incluyeron en el cálculo.

CONCLUSIONES

En zonas alto andinas donde existen importantes extensiones cubiertas por ecosistemas de páramo y bosque de niebla, la regulación hídrica de los ecosistemas naturales, tanto en términos de calidad como de cantidad es muy importante y el servicio ambiental representa un importante aporte económico para las comunidades locales y las ciudades ubicadas en la zona de influencia. La conservación de estos SA debe ser prioridad local, regional y nacional.

Dada la relación costo/beneficio, es muy rentable invertir en la conservación y recuperación de los ecosistemas de páramo y bosque nublado. Especialmente en áreas críticas de cuencas aportantes a acueductos y sistemas de riego que generan un SA de alto valor económico. Las inversiones deben realizarse y acompañarse de un sistema de seguimiento institucional y ciudadano, con indicadores que permitan medir la efectividad y eficiencia de las acciones adelantadas con estos recursos

Ante la dificultad de hacer efectiva la legislación referida al manejo y conservación de cuencas y en la búsqueda de asegurar la conservación de los SA, una herramienta disponible es el PSA. En América Latina hay ejemplos (Costa Rica, México) donde el uso de esta herramienta ha permitido recuperar bosques y SA de gran importancia. Para el caso colombiano, es urgente definir la estrategia nacional de PSA y adelantar los procedimientos requeridos para iniciar su ejecución.

El CC está afectando de manera especial los glaciares tropicales y esto tendrá un costo muy alto para las poblaciones que usan aguas de deshielo para consumo humano y agricultura. Es necesario y urgente reconocer el fenómeno, evaluar su impacto y definir una estrategia de adaptación al CC usando herramientas de ingeniería, transferencias

económicas y gestión ambiental para que estos impactos sean adecuadamente manejados y disminuidos en su magnitud.

El mundo, quizá a través de la ONU debe definir una estrategia efectiva y suficiente que asegure que los países que mayor aporte hacen de gases efecto invernadero y que por lo mismo tienen la mayor responsabilidad por los efectos negativos derivados del CC, transfieran recursos financieros y tecnológicos a los países y poblaciones que contribuyen de manera minúscula al CC pero que reciben un mayor impacto negativo por el CC. Con estos recursos es urgente iniciar un proceso de adaptación al CC para disminuir su impacto sobre la población humana y los ecosistemas.

BIBLIOGRAFIA

Ecoversa/Coasecurities. “Estrategia Nacional para el pago por Servicios Ambientales”. Documento de trabajo, no publicado. 2007.

Foro Directores de Sistemas de Parques Nacionales Naturales en América Latina. En “II Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras áreas protegidas”. Bariloche, Argentina. 2007.

IDEAM, Conservation International and World Bank. “Integrated National Adaptation Project. Informes de avance.” Bogotá Colombia 2006,2007.

The World Bank. “The Little Green Data Book”. Washington, D.C. USA. 2006

Intergovernmental Panel for Climate Change. “The Fourth Assessment Report”. New York, USA 2007.

Ruiz Soto Juan Pablo “La Montaña, ella depende de nosotros y nosotros de ella”. En “Páramos y Bosques de Niebla” Censat Agua Viva (Ed). Bogotá, Colombia. Arte y Fitolito Ltda. 2000

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. “El Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia”. Bogotá, Colombia. Editorial Nomos. 1998.

Unidad de Parques Nacionales de Colombia. “Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia a través de sus Planes de Manejo”. Bogotá, Colombia. Panamericana Formas e Impresos S.A. 2005

Van Der Hammen Thomas. “Algunas observaciones sobre el manejo de los Páramos”. En “Páramos y Bosques de Niebla” Censat Agua Viva (Ed). Bogotá, Colombia. Arte y Fitolito Ltda. 2000

World Bank. "Project Appraisal Document. Design and implementation on Pilot Climate Change Adaptation Measures Project". The World Bank, Washington DC USA. 2007