



Impactos en la flora terrestre por la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas en Alejandría, Antioquia*

Luz Bibiana Moscoso Marín**, Jorge Luis Montealegre Torres***

Impacts on the terrestrial flora due to the implementation of small hydroelectric centrals in Alejandría, Antioquia

Impactos na flora terrestre pela implementação de pequenas centrais hidrelétricas em Alejandría, Antioquia

RESUMEN

Introducción. La creciente demanda por energía ha generado un interés local y global por la búsqueda de fuentes alternativas de recursos energéticos, lo que ha llevado a concebir las pequeñas centrales hidroeléctricas como una estrategia más “amigable” con el ambiente. **Objetivos.** Identificar y evaluar los impactos positivos y negativos generados por la implementación de las pequeñas centrales hidroeléctricas sobre la flora terrestre en el municipio de Alejandría, durante las fases previas, de construcción y operación del proyecto. **Metodología.** La valoración de impactos se realizó por medio del modelo de Conesa, junto con un modelo propuesto por los autores. **Resultados.** Se encontró que las actividades del proyecto que generan impacto sobre las coberturas vegetales hacen referencia a visitas de reconocimiento; apertura de senderos y trochas; compra de predios y mejoras; remoción de vegetación y descapote; disposición de sobrantes de excavación; limpieza de la servidumbre para la línea de conexión y áreas operativas; presencia del proyecto, y mantenimiento de servidumbres y vías. **Conclusión.** El modelo propuesto por los autores mostró que el impacto del proyecto sobre la vegetación está calificado como Alto.

* Artículo derivado del proyecto de investigación “Identificación de impactos generados en la flora terrestre por la implementación de pequeñas centrales hidroeléctricas, en los municipios de Alejandría y Sonsón, región oriente del departamento de Antioquia”, realizado de febrero de 2011 a febrero de 2013. ** Ingeniera forestal, especialista en Pedagogía e investigación en el aula, magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. E-mail: luzmoscoso@une.net.co *** Ecólogo, magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. E-mail: tedoka@hotmail.com

Palabras clave: Alejandría, coberturas vegetales, energía limpia, impacto ambiental, pequeña central hidroeléctrica.

ABSTRACT

Introduction. The recent demand for energy has brought a local and global interest to search for alternative energy sources, among which small hydroelectric centrals are a more environmentally “friendly” strategy. **Objectives.** To identify and evaluate the negative and positive impacts generated by small hydroelectric centrals on the terrestrial flora of Alejandría, Antioquia, during the previous, construction and operation stages of the project. **Methodology.** The evaluation of the impacts was performed by the use of the Conesa model alongside another model proposed by the authors. **Results.** The activities that generate an impact on the vegetation are referred to recognition visits, the opening of trails, purchase and modification of terrains, vegetation removal and stripping, disposal of excavation waste, cleaning of the free terrain required for the connection lines and the operative areas, the presence of the project itself and maintenance of common areas and roads. **Conclusion.** The model proposed by the authors demonstrated that the impact of the Project on the vegetation is categorized as high.

Key words: Alejandría, vegetation, clean energy, environmental impact, small hydroelectric central.

RESUMO

Introdução. A crescente demanda por energia gerou um interesse local e global pela busca de fontes alternativas de recursos energéticos, o que levou a conceber as pequenas centrais hidrelétricas como uma estratégia mais “amigável” com o ambiente. **Objetivos.** Identificar e avaliar os impactos positivos e negativos gerados pela implementação das pequenas centrais hidrelétricas sobre a flora terrestre no município de Alejandría, durante as fases prévias, de construção e operação do projeto. **Metodologia.** A valoração de impactos se realizou por meio do modelo de Conesa, junto com um modelo proposto pelos autores. **Resultados.** Encontrou-se que as atividades do projeto que geram impacto sobre as coberturas vegetais fazem referência a visitas de reconhecimento; abertura de caminhos e trilhas; compra de terrenos e melhoras; remoção de vegetação e descapote; disposição de excedentes de escavação; limpeza para a linha de conexão e áreas operativas; presença do projeto, e manutenção de servidões e vias. **Conclusão.** O modelo proposto pelos autores mostrou que o impacto do projeto sobre a vegetação está qualificado como Alto.

Palavras importantes: Alejandría, coberturas vegetais, energia limpa, impacto ambiental, pequena central hidrelétrica.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de generación de energía pueden tener impactos negativos sobre el medio ambiente, relacionados generalmente con la ocupación del terreno, la transformación del territorio, la derivación y captación de recursos hídricos superficiales, y posibles alteraciones sobre la fauna y la flora, aunque en menor cantidad en comparación con los sistemas de mayor tamaño. También para las pequeñas centrales (micro-aplicaciones) es importante mantener un reflujo adecuado, es decir, el caudal ecológico, para la conservación del ecosistema fluvial en el que se encuentra la instalación (Huacuz, 1999). Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) se definen como centrales de generación de energía, con una potencia de generación baja. Debido al hecho de que las PCH están incluidas entre las fuentes limpias de energía, estas pasaron a constituir un negocio atractivo, además de que la legislación vigente otorga las licencias ambientales y establece un control blando e incentivos fiscales y financieros bastante flexibles, lo que finalmente altera las dinámicas biológicas de forma grave, o se establecen sin mayores precauciones (Osaba, 2010). Por su presunto bajo impacto ambiental, las licencias ambienta-

les para PCH son concedidas por órganos estatales, que son vulnerables a las presiones económicas locales y que realizan un pobre control de los mismos (Osaba, 2010). Por las razones planteadas anteriormente, sumadas al sesgo y presiones corporativas que algunas veces sufren los encargados de hacer los estudios de impacto ambiental (EIA), la presente investigación trata de identificar y evaluar los impactos generados por la implementación de las PCH sobre la flora terrestre, en el municipio de Alejandría, Antioquia, durante las fases previas, de construcción y operación de los proyectos.

Una vez definida el área geográfica en el municipio objeto de estudio, se identificó la zona en la cual el proyecto tendría influencia directa. En cada una de las áreas donde se proyectó la construcción de obras de infraestructura que impactarían superficialmente el terreno (captación, ventanas de túneles, casa de máquinas) se realizó la identificación *in situ* de los individuos con un DAP ≥ 10 cm a partir de muestreos tipo RAP, donde se determinaron, entre otras, variables como coberturas vegetales presentes, IVI, diversidad Alfa. La calificación y valoración ambiental de impactos se realizó por medio del modelo de Conesa (2009) junto con un modelo propuesto por los autores. Entre otros, los impactos que afectan la flora del área de estudio son: visitas de reconocimiento, apertura de senderos y trochas, compra de predios y mejoras, remoción de vegetación y descapote, disposición de sobrantes de excavación, limpieza de la servidumbre para la línea de conexión y áreas operativas, y mantenimiento de servidumbres y vías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El municipio de Alejandría, el cual según la Gobernación de Antioquia (2011a) limita por el norte con Santo Domingo, por el occidente con Concepción, por el sur con Guatapé y por el oriente con San Rafael y San Roque, tiene una extensión total de 125,7 km²; la altitud de la cabecera municipal es 1650 msnm, con una temperatura media 20 °C y un clima templado y húmedo, lo que favorece la producción de agua y, por ende, la producción de electricidad; el proyecto hidroeléctrico se desarrolla sobre el río Nare, en las veredas Remolino, Fátima, Los Naranjos, con coordenadas de captación 882.324 E y 1°198.837 N y coordenadas de descarga 882.954 E y 1°200.677 N

Muestreo de la vegetación: se realizó un registro fotográfico y colecta de muestras de material vegetal *in situ* de los individuos con un DAP ≥ 10 cm, a partir de muestreos tipo RAP (Proceso de Evaluación Rápida), los cuales consistieron en el montaje de transectos semipermanentes, cada uno compuesto de 5 parcelas de 10 x 20 metros. Se midió el índice de Valor de Importancia (IVI) utilizando la fórmula propuesta por Rangel *et al.* (1997): $IVI = \text{Densidad Relativa (\%)} + \text{Dominancia Relativa (\%)} + \text{Frecuencia Relativa (\%)}$.

Proceso de herborización. El material colectado fue llevado al herbario de la Universidad de Antioquia (HUA), donde fue procesado según las técnicas de herborización: se mantuvo en el horno a 70 °C durante 3 días y fue identificado por medio de la consulta de las colecciones de referencia, revisión de literatura especializada sobre taxonomía botánica del trópico, claves botánicas desarrolladas para vegetación de la zona, y consulta con especialistas de algunos grupos taxonómicos que trabajan en los diferentes herbarios de la ciudad de Medellín. Los nombres científicos fueron, además, consultados en la base de datos especializada Tropicos.org del *Missouri Botanical Garden*, para corroborar su correcta escritura. El material determinado fue sometido a ubicación en los siguientes listados de especies de plantas amenazadas: UICN *Red List*, Resoluciones: 0316 de 1974 del INDERENA, 10194 del 10 de Abril de 2008 de CORANTIOQUIA, Libros rojos para Colombia del IAvH, UNEPWCMC (2003), IUCN (2001). A partir de estos listados se determinó si alguna de las especies registradas se encuentra en categoría de peligro, vulnerabilidad o similar. Sumado a esta revisión, las especies identificadas en el área de estudio se confrontaron con los listados de especies vedadas, también disponibles en los listados rojos anteriormente mencionados, y por el MAVDT.

Análisis de diversidad. Los índices de diversidad y dominancia calculados para caracterizar las coberturas fueron *Shannon-Wiener* (H') y *Simpson* (D y $1/D$), según la formulación consignada en IAvH (2006). El resultado obtenido con la aplicación del índice *Shannon-Wiener* (H') es un número entre 0 y 5 el cual señala lo siguiente: de 0 a 1,5 indica baja diversidad, de 1,5 a 3 indica mediana diversidad y de 3 a 5 indica alta diversidad.

Calificación y valoración ambiental usado tradicionalmente. Para jerarquizar los impactos ambientales se realizó un análisis cualitativo; la función de importancia del impacto puede expresarse a partir de los parámetros de caracterización, con la siguiente ecuación lineal de Conesa (2009): $II = (3I + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Mci + Si + Ac + Ef + Pr)$. Según esta ecuación, se ha establecido que los impactos con valores de importancia menores de 25 son compatibles, y moderados, si la importancia está entre 25 y 50. El impacto será severo, si la importancia se encuentra entre 50 y 75, y crítico, para valores superiores a 75. Los valores que se indican en la matriz se obtienen de los siguientes parámetros: Signo, Intensidad (I), Extensión (Ex), Momento (Mo), Persistencia (Pe) o duración, Reversibilidad (Rv), Recuperabilidad (Mci), Sinergia (Si), Acumulación (Ac), Efecto (Ef), Periodicidad (Pr).

Modelo propuesto por los autores. Está compuesto por las siguientes variables: cobertura vegetal a perderse, especies removidas, individuos removidos, especies en listados rojos, pérdida de biodiversidad, biomasa removida, cobertura vegetal dominante, distancia al fragmento más cercano y áreas protegidas presentes sobre el área a remover. La presentación del método de evaluación de impactos propuesto por los autores, en el cual las variables y los valores de estas se sometieron al análisis en Statgraphics® Centurion XV, se presenta a continuación y se obtuvo a través del siguiente modelo de regresión lineal múltiple: $ICF = 1,49 \cdot 10^{-13} + CV + ER + IR + PLR + PD + BR + CVD + DFC - 1,51 \cdot 10^{-14} AP$, junto con la equivalencia cualitativa de la sumatoria general de impactos de la PCH la cual se escala de la siguiente manera: entre 0 y 10: Tolerable, entre 11 y 32: Bajo, entre 33 y 54: Medio, entre 55 y 76: Alto, y entre 77 y 100: Severo.

Materiales y equipos. Para la realización de los muestreos de campo se requirió del alquiler y/o compra de los siguientes insumos de trabajo: cámara digital, corta-ramas, GPS (*GARMIN®*, *GPSmap 60CSx*), cinta métrica, lienza, tijera podadora, formularios de campo, papelería (lápices, borradores, tabla de apoyo, marcadores indelebles, etc.), pintura asfáltica amarilla, pinceles, disolvente, bolsas plásticas transparentes para coleccionar material vegetal de 16x12" cal 4, bolsas plásticas transparentes para alcoholizar material vegetal de 20x30" cal 4, hilo de polipropileno, cinta de enmascarar, alcohol industrial al 70 %, papel periódico. Adicionalmente, para el análisis de la información se requirió de un computador con impresora e Internet, y del uso de los siguientes *software*: *Microsoft Office Word®*, *Microsoft Office Excel®*, *Statgraphics® Centurion XV*, *AutoCAD®* y *ARC GIS 10®*.

RESULTADOS

Coberturas vegetales. Las coberturas vegetales encontradas incluyen vegetación secundaria, pastos arbolados y cultivos.

Composición florística: se encontraron 44 morfoespecies (especies morfológicas), agrupadas en 22 familias botánicas y un individuo indeterminado, que en el momento del muestreo se encontraba vivo pero sin hojas. La familia más abundante fue Melastomataceae con 7 especies, seguida de Rubiaceae con 5 y Asteraceae con cuatro 4.

Especies amenazadas, vedadas y endémicas. De acuerdo con la revisión de los listados de especies de plantas amenazadas, en particular de los libros rojos para Colombia, en Cárdenas y Salinas (2007), se encontró que el gallinazo (*Hyptidendron arboreum*) se encuentra como una especie amenazada en la categoría Vulnerable (VU). Dada esta situación es probable que en la actualidad el número

de poblaciones sea relativamente escaso, por lo cual se considera en esta categoría según el criterio de área pequeña y en disminución; es posible, además, que sea usado localmente como maderable. De la misma manera, según UNEPWCMC (2003), el género *Cyathea* se encuentra en *Appendix II-Trade controlled to avoid use incompatible with species survival-Global*, lo que significa que las especies de este género se encuentran comercialmente controladas para evitar usos incompatibles con la supervivencia de la especie.

Abundancia, dominancia. Las familias más comunes fueron: Euphorbiaceae con 19,75 % del total de individuos muestreados, Cyatheaceae con 17,90 %, Clethraceae con 8,64 %, Myrtaceae con 8,64 %, Lauraceae con 8,02 % y Moraceae con 8,02 %. Con relación al número de especies, se tiene que, la familia Melastomataceae está representada en 15,91 % del total de las especies muestreadas, Rubiaceae tiene 11,36 %, Asteraceae tiene 9,09 %, Cecropiaceae tiene 6,82 % y Clusiaceae 6,82 %. Todas estas familias tienen especies representativas de ecosistemas altamente intervenidos antrópicamente, en estadios sucesionales tempranos y en general con poca diversidad.

Diversidad. El valor de diversidad de Simpson (1/D) para el total del proyecto (cobertura vegetación secundaria o en transición) es de 12,94, lo cual indica que la posibilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra en este sitio correspondan a la misma especie es de 1 a 12,94. Este valor es corroborado por los resultados cualificados como “medios” por el índice de Shannon-Wiener: 2,78.

Índice de valor de importancia (IVI). La especie más abundante, con presencia en los cinco transectos, y que presenta mayores tamaños es *Miconia theizans*, con un IVI del 45,93 %, seguida por *Hampea punctulata* y *Cecropia* sp., con valores de 33,98 % y 31,60 %, respectivamente, lo cual muestra que a la luz de lo expresado por el índice, las especies más importantes de la comunidad son las anteriormente mencionadas.

Identificación de impactos generados sobre la flora

Método de Conesa (2009). En la tabla 1, se muestra que de los diez impactos identificados, siete son negativos, uno es positivo y dos son indiferentes. De ellos, una actividad es compatible entre el proyecto y la vegetación; siete actividades representan impactos moderados, mientras que dos actividades son severas (tala de vegetación en servidumbres, alrededores de instalaciones permanentes, taludes, vías de acceso, etc.).

Propuesta de modelo de valoración de impactos ambientales sobre el componente flora. Los resultados de la tabla 2 muestran que la variable que más impulsa el modelo es la presencia de especies en listados rojos; sin embargo, otras variables como especies e individuos removidos y sus variables asociadas, pérdida de diversidad y biomasa removida se encontraron en el rango severo de impacto; aunado esto con el tipo de cobertura vegetal dominante que corresponde con un estado sucesional en desarrollo, indica que las obras de infraestructura proyectadas en la zona tienen la capacidad de impactar a la comunidad vegetal presente en la zona.

Tabla I. Matriz de valoración de impactos para la dimensión biótica (coberturas vegetales) con base en los parámetros de caracterización de impactos y la función de jerarquización

ACTIVIDADES	Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Calificación
Etapa preliminar												
Apertura de senderos y trochas	-	2	1	4	2	2	2	2	4	4	2	30
Constitución de servidumbres	-	2	1	4	2	2	2	2	4	1	2	27
Alindramiento de terrenos adquiridos	+	2	1	2	2	1	1	2	1	1	4	22
Etapa de construcción												
Corte y disposición de vegetación arbórea y arbustiva en zona de obras superficiales	-	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	44
Remoción de capa superficial del suelo para adecuación de sitios de: talleres, portales del túnel, accesos temporales, casa de máquinas	-	8	1	4	4	4	8	2	4	1	4	57
Adecuación y operación de sitios para almacenar de forma temporal o permanente, los residuos de las excavaciones	-	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	46
Corte de la vegetación arbórea y arbustiva existente dentro del corredor de la servidumbre y que por su altura o por oscilación causada por el viento, pueda aproximarse a los conductores a distancias menores que las recomendadas para una tensión dada; generando peligro de daños a la línea o que dificulte el levantamiento del pescante para el tendido y templado de los cables	-	8	2	4	4	4	4	2	4	4	2	56
Etapa de operación y mantenimiento												
Presencia del proyecto	x	2	1	1	4	4	4	2	1	1	4	29
Tala de vegetación en servidumbres, alrededores de instalaciones permanentes, taludes, vías de acceso, etc.	-	8	2	2	2	2	4	2	4	4	2	50
Operación del proyecto	x	1	1	1	4	4	8	2	1	1	4	30

(-) Impacto negativo, (+) Impacto positivo, (x) Impacto indiferente

Fuente: Modificada de Conesa (2009).

Tabla 2. Valoración de impactos sobre coberturas vegetales con el método propuesto por los autores

Variable	Unidad de Medida	Valor de la Variable
Porcentaje de área de cobertura vegetal a perderse	%	1
Porcentaje de especies removidas	%	9
Porcentaje de individuos removidos	%	9
Presencia de especies en listados rojos	Presencia/Ausencia	12
Porcentaje de pérdida de biodiversidad	%	9
Porcentaje de biomasa removida	%	9
Tipo de cobertura vegetal dominante	Tipo	7
Distancia al fragmento más cercano	m	1
Áreas protegidas presentes sobre el área a remover	Presencia/Ausencia	0
Aplicación del modelo de Impactos diseñado por los autores: ICF = $1,49 \cdot 10^{-13} + CV + ER + IR + PLR + PD + BR + CVD + DFC - 1,51 \cdot 10^{-14} AP$		57,006
Tipo de Impacto		Alto

DISCUSIÓN

En relación con las coberturas vegetales, el área de estudio se encuentra ubicada en sitios altamente intervenidos, donde los bosques primarios y secundarios han desaparecido casi por completo, dando paso a coberturas que denotan intervención antrópica, que corresponden a vegetación secundaria o en transición, y arbustales densos, pastos arbolados y cultivos permanentes arbustivos. El índice de Simpson (D) revela que en la comunidad vegetal existe una probabilidad relativamente baja de que dos individuos tomados de una muestra sean de la misma especie, lo cual implica que existen pocas especies que tengan una dominancia marcada y que la composición de estas comunidades es relativamente distinta; sin embargo, es importante resaltar que la comunidad tiene algunos individuos que son más representativos que otros de acuerdo con el IVI.

De acuerdo con Conesa (2009) y el método propuesto por los autores, existen algunas labores específicas desarrolladas en las etapas previas, de construcción y operación del proyecto, que pueden ocasionar efectos directos sobre las coberturas vegetales; entre ellas, es importante mencionar: remoción de vegetación y descapote, disposición de sobrantes de excavación y limpieza de la servidumbre para la línea de conexión y áreas operativas.

Al comparar los resultados obtenidos con ambos métodos, se encontró que hubo siete impactos negativos, situación calificada por Conesa como “Severa”, y por el método propuesto por los autores una valoración de 57 que representan un tipo de impacto “Alto” (tabla 2). Lo anterior sugiere que a pesar de observarse cierta similitud en las tendencias en los resultados obtenidos de la aplicación de ambos métodos, se obtiene un beneficio adicional con el método propuesto por los autores, pues este permite determinar la verdadera dimensión de las consecuencias o efectos que se tienen sobre las coberturas vegetales terrestres que no puede obtenerse a partir de la aplicación directa del método de Conesa. Y tal como describen Espinoza (2002), y Henríquez y Azócar (2007), para contrarrestar el efecto puramente descriptivo, poco predictivo y escasamente preventivo implícito en los estudios de impacto ambiental en los cuales se aplica tradicionalmente el método de Conesa, se hace necesario promover la incorporación de tecnologías de estimación de impactos, dentro de

lo cual se puede mencionar la utilidad del uso de modelos predictivos, entre los que se encuentra el propuesto en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Las PCH surgen como una solución ambientalmente limpia de generación local de energía en zonas aisladas y que no representan un gran aporte al sistema nacional de interconexión eléctrica. Sin embargo, ellas requieren de la realización de estudios de impacto ambiental que cuantifiquen y cualifiquen los elementos ambientales presentes en la zona del proyecto antes, durante y después de su construcción, que finalmente ayudarán a diseñar las diferentes estrategias para compensar, corregir, mitigar o prevenir los impactos físicos, ambientales y socioeconómicos ocasionados por la presencia del proyecto.

Con la valoración de impactos a través del método de Conesa, se obtuvo una serie de calificaciones ambientales, siendo la actividad más impactante la remoción de capa superficial del suelo para adecuación de sitios para talleres, portales de túneles, accesos temporales, casa de máquinas y demás obras constructivas, pues estos terrenos quedan irrecuperables y sus efectos son irreversibles, acumulativos y persistentes en el tiempo. Con el modelo generado por los autores de esta investigación, se encontró que el impacto del proyecto sobre la vegetación está calificado como “Alto”, generado principalmente por la remoción de especies vegetales, la presencia en listados rojos y la pérdida de diversidad. Lo anterior sugiere que si bien se está haciendo uso de dos métodos diferentes para analizar los impactos, sí existe algún grado de similitud en la tendencia de dichas valoraciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárdenas, D. & Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia, Volumen 4: Especies maderables amenazadas, primera parte. La serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia*. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial. 232 p.

Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 4ª. Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 867p. Recuperado de http://books.google.com.co/books?id=GW8lu9Lqa0QC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago, BID – CED

Gobernación de Antioquia. (2011a). *Alejandro*. Recuperado de <http://alejandro-antioquia.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-l-&m=f>

Henríquez, C. y Azócar, G. (2007). *Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y en la evaluación de impacto ambiental*. En IX Coloquio Internacional de Geocrítica. Los problemas del mundo actual soluciones y alternativas desde la geografía y las ciencias sociales. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/9porto/cristian.htm>

Huacuz, J. (1999). *Generación eléctrica distribuida con energías renovables*. Boletín iie. Septiembre/octubre 1999. 216-222. Recuperado de <http://www.iie.org.mx/reno99/tenden.pdf>

IAvH. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Recuperado de http://www.humboldt.org.co/publicaciones/uploads/067_Metodos_Inventarios_2004.pdf

IUCN. (2001). *IUCN Red List Categ.Crit.* v. 3.1 ii, 30p.

Osaba, M. (2010). *Alud de Pequeñas centrales hidroeléctricas*. IPS Agencia de noticias *Inter PressService*. Ambiente-Brasil. Recuperado de <http://ipsnoticias.net/nota.asp?idnews=89332>

Rangel, J. O.; Lowy, P. D. y Aguilar, M. (1997). *Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Una aproximación al conocimiento de la terminología fitosociológica, fitoecológica y de uso común*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia., Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM., Comité de investigaciones y Desarrollo Científico CINDEC. U.N., Academia Colombiana de ciencias Exactas Físicas y Naturales. Editorial Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia. 436 p.

UNEPWCMC. (2003). *Checklist of CITES species*. CITES Sp. 339p.