

PÉREZ ARBELAEZIA

18 - Diciembre de 2007

ISSN 0120-7717



Mutisia clematis L

Jardín Botánico de Bogotá
José Celestino Mutis
Centro de Investigación y Desarrollo Científico



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ
1896 - 1972

Sacerdote - Investigador
Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor *Enrique Pérez Arbeláez*, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico *Linneo* quiso hacer en homenaje a *José Celestino Mutis*.

Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D. C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D. C.

Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá

«José Celestino Mutis»

Director

Rolando Higueta Rodríguez

Secretaria General

Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesor Jurídico

Camilo Andrés Páramo Zarta

Jefe Oficina Asesor de Control Interno

Eduardo Torres Duarte

Asesor de Planeación

Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica

Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo

Jorge Calderón Vargas

Subdirector Educativa y Cultural

Íverson Alfredo López Celis

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 18 - Diciembre de 2007

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que esta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Rolando Higueta Rodríguez	Director
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Íverson Alfredo López	Subdirector Educativo y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
Hernán Mauricio Romero	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional de Colombia
Andrés Etter Rothlisberger	Profesor - Investigador Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editora

Patricia Jaramillo Martínez

Comité Científico



Alberto Gómez Mejía Presidente

Red Nacional de
Jardines Botánicos
de Colombia

Claudia Córdoba Subdirectora Científica

Jardín Botánico

Francisco Sánchez Asesor

Jardín Botánico

Gustavo Morales Coordinador Colecciones

Jardín Botánico

Ricardo Pacheco Investigador

Jardín Botánico

Rito Hernán Cardozo Investigador

Jardín Botánico

Técnico Operativo

Jardín Botánico

Sandra Cortés Investigadora

Jardín Botánico

Grupo de Árbitros

Luis Guillermo Baptiste Docente - Investigador

P. Universidad Javeriana

Olga María Bermúdez Coordinadora - Docente

Red Temática de

Educación Ambiental

IDEA-Universidad

Nacional de Colombia

Andrés Etter R. Docente - Investigador

Departamento de

Biología y Territorio

Universidad Javeriana

Luis G. Gutiérrez L. Docente

Universidad Tecnológica

de Pereira

Luz Adriana Mejía Arquitecta - Planificadora

Independiente

Carlos Javier Mosquera Rector (E)

Universidad Distrital

Francisco José de Caldas

Clara Inés Orozco Docente

Instituto de Ciencias

Naturales Universidad

Nacional de Colombia

Margarita Perea Docente

Universidad Nacional

de Colombia

Martha C. Quicazán Directora

Instituto de Ciencia y

Tecnología de

Alimentos-ICTA

Hernán M. Romero Docente - Investigador

Universidad Nacional de

Colombia

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2007 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

*La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis
y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.*

Coordinación general

Claudia Córdoba - Subdirectora Científica

Coordinación editorial

Patricia Jaramillo M. - Comunicación Ambiental

- Corrección:

Germán Ignacio Andrade Pérez

Juan Carlos Gómez Amaya

- Diseño y diagramación:

Bibiana Andrea Alturo M.

Impresión

Imprenta Nacional de Colombia

Ilustración carátula

Alfonso Robledo Anzola - Arquitecto.

Logo Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Mutisia clematis L.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. Calle 63 No. 68-95 / Teléfono: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación	8
Recorridos guiados y aprendizaje de los niños y niñas en el Jardín Botánico José Celestino Mutis.	
Paola Sierra Manrique	11
Germinación y desarrollo de plántulas de <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav. (Solanaceae) en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, D.C. - Colombia.	
Pamela Tatiana Zúñiga / Ricardo Arturo Pacheco	33
Aplicación de dos técnicas de conservación de alimentos a frutos maduros de ají de clima frío. <i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	
María Eugenia Torres C. / Carlos Ernesto Garzón A.	47
Micropropagación de <i>Solanum muricatum</i> Alt. a partir del cultivo de semillas.	
Jaime R. Guzmán Castañeda / Belkys A. Pérez Martínez / Claudia P. González Rojas	61
Propagación vegetativa y sexual de <i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D. Dietr., especie promisorio del bosque neotropical montano.	
Sergio Leonardo Córdoba Cárdenas	75
Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años.	
Camilo A. Correa Ayram	87
Escenarios vivos de aprendizaje: estrategia de divulgación y aplicación de la investigación científica con las comunidades.	
Alexander Delgado Tobón	105
Aporte voluntario para la arborización urbana en el impuesto de vehículos en Bogotá.	
Manuel José Amaya Arias / Paola Andrea Escobar / July Aparicio Cabrera / Julia Andrea Pérez Rojas / Yenny Valverde Niño / Vanessa Cortés Martínez / Germán Herreño Fierro.....	121
Germinación <i>in vitro</i> asimbiótica de semillas maduras de <i>Odontoglossum luteopurpureum</i> H.B.K., <i>Epidendrum cbioneum</i> , <i>Comparettia macroplectron</i> Poepp. & Endl. y <i>Epidendrum</i> aff. <i>portakalium</i> (Orchidaceae).	
Belkys Adriana Pérez Martínez	137
Reflexiones sobre la aplicación del Enfoque Ecosistémico para la conservación de la biodiversidad en la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia.	
C. Lorena Franco Vidal / Germán I. Andrade Pérez	151
Requerimientos de edición para la publicación de artículos en la revista.....	169

PRESENTACIÓN

Apreciado lector:

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis en su calidad de Centro de Investigación y Desarrollo Científico del Distrito Capital está comprometido con el Plan de Desarrollo «Bogotá sin indiferencia un compromiso social contra la pobreza y la exclusión» liderado por el Alcalde Luis Eduardo Garzón, el cual se concreta en el Jardín a través del Plan Estratégico que a su vez comprende una serie de proyectos que materializan el qué hacer institucional.

Con el fin de que la producción de conocimiento en el Jardín Botánico se armonice con el Plan de Desarrollo, además de la investigación pura se está trabajando en investigación aplicada con énfasis en los ecosistemas altoandinos, orientándola hacia las necesidades del Distrito y, por ende, de sus habitantes.

Durante el período 2004 – 2007 el Jardín ha tenido la mayor producción de conocimiento en su historia; parte de la cual nos complace presentar en este número de la revista *Pérez Arbelaez* cuya función esencial es la presentación a la comunidad científica y a los interesados, los resultados de las investigaciones realizadas por los científicos vinculados a la institución, aquellas producto de convenios, así como de entidades afines.

Es así como en el marco del proyecto «Procesos de educación y cultura para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad del Distrito Capital» a cargo de la Subdirección Educativa y Cultural publicamos el artículo Recorridos guiados y aprendizaje de los niños en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, producto de la tesis de grado de la educadora Paola Sierra Manrique.

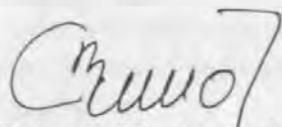
Dentro del marco del proyecto «Uso sostenible de los recursos vegetales del Distrito Capital y la región» la Subdirección Científica presenta los resultados de las investigaciones realizadas, con los siguientes artículos: «Germinación y desarrollo de plántulas de *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (Solanaceae)» en el Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, D.C. – Colombia, de los investigadores Pamela Tatiana Zúñiga y Ricardo Arturo Pacheco Salamanca; «Aplicación de dos técnicas de conservación de alimentos a frutos maduros de

ají de clima frío *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.», producto del trabajo de María Eugenia Torres C. y Carlos Ernesto Garzón A.; «Micropropagación de *Solanum muricatum* Alt. a partir del cultivo de semillas» de Jaime R. Guzmán Castañeda, Belkys A. Pérez Martínez y Claudia P. González Rojas; «Germinación *in vitro* asimbiótica de semillas maduras de *Odontoglossum luteopurpureum* H.B.K., *Epidendrum chioneum*, *Comparettia macroplectron* Poepp. & Endl. y *Epidendrum aff. portakalium* (Orchidaceae)» de Belkys Adriana Pérez Martínez; y en el marco de un convenio con la Universidad Minuto de Dios el artículo «Propagación vegetativa y sexual de *Saurauia scabra* (Kunth) D. Dietr., especie promisorio del bosque neotropical montano» de Sergio Leonardo Córdoba Cárdenas.

En cuanto al «Proyecto conservación de la flora de bosque andino y páramo del Distrito Capital y la región» presentamos los artículos «Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años» producido por Camilo Correa Ayrán y «Escenarios Vivos de Aprendizaje, EVA: estrategia de divulgación y aplicación de la investigación científica con las comunidades» de Alexander Delgado Tobón.

De la Subdirección Técnica se presentan los resultados de la investigación realizada en el marco del censo del arbolado urbano en el artículo «Aporte voluntario para la arborización urbana en el impuesto de vehículos en Bogotá» producto de la investigación realizada por Manuel J. Amaya Arias, Paola A. Escobar, July Aparicio Cabrera, Julia A. Pérez Rojas, Yenny Valverde Niño, Vanessa Cortés Martínez y Germán Herreño Fierro.

Para finalizar presentamos el artículo «Reflexiones sobre la aplicación del enfoque ecosistémico para la conservación de la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia» de los investigadores Germán I. Andrade Pérez y Lorena Franco Vidal, de la Fundación Humedales, entidad con objetivos afines a los del Jardín.



Rolando Higuera Rodríguez

Director

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Reflexiones sobre la aplicación del Enfoque Ecosistémico para la conservación de la biodiversidad en la laguna de Fúquene, Andes orientales de Colombia

Por

C. LORENA FRANCO VIDAL¹

GERMÁN I. ANDRADE PÉREZ²

Recibido: 26 de octubre de 2007 / Aceptado: 20 de noviembre de 2007

Resumen

Con base en los principios del Enfoque Ecosistémico del Convenio de Diversidad Biológica se hace una revisión de la intervención que ha adelantado la Fundación Humedales en la laguna de Fúquene en los Andes orientales de Colombia. Los principios de este enfoque, agrupados en aspectos ecológicos, sociales y de gestión han permitido orientar y dar coherencia a las acciones en especial a través de: i) reconocimiento de las escalas espaciales de gestión del ecosistema, ii) entendimiento del cambio ecológico e iii) identificación de los grupos sociales afectados por el abuso del ecosistema y los interesados en sus valores de conservación.

Palabras clave

Enfoque ecosistémico, humedales, biodiversidad, servicios ambientales, resiliencia, Andes, Colombia.

1. Bióloga Marina. Fundación Humedales. Colombia. lfranco@fundacionhumedales.org
www.fundacionhumedales.org

2. Biólogo. Fundación Humedales. gandrade@aya.yale.edu



Reflections on the application of the ecosystem approach for biodiversity conservation at Lake Fuquene, Colombian Easterns Andes.

Abstract.

The Ecosystem Approach as an action guiding tool. The case of the lake Fúquene, Colombian Eastern Andes. Based upon the principles of the Ecosystem Approach of the Convention of Biological Diversity we review the interventions of *Fundación Humedales* in lake Fúquene. The principles of the approach grouped as ecological, social and managerial helped integrate and orient institutional action through: i) identification of the spatial scales at which the ecosystem should be managed, ii) understanding of the nature of ecological change, especially when unavoidable and iii) identification of social actors affected by current overuse of the ecosystem and those interested in its conservation values.

Key words

Ecosystem approach, wetlands, biodiversity, environmental services, resilience, Andes, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El Convenio de Diversidad Biológica, CDB, recomendó la adopción del Enfoque Ecosistémico, EE,³ como una «estrategia para el manejo integrado de la tierra, el agua y los recursos vivientes que promueve su conservación y el uso sostenible.» Hay sin embargo poca documentación acerca de los alcances de su aplicación práctica. Recientemente la UICN presentó una compilación de casos de aplicación en Latinoamérica (Andrade, A. 2007) que incluye una variedad de experiencias desde la escala ecorregional (Vides et al. 2007) al manejo de paisajes y áreas protegidas (Solano 2007; Salas 2007) en diferentes ambientes.

De tiempo atrás la Fundación Humedales había considerado el EE como útil para enfrentar la conservación de la biodiversidad en la laguna de Fúquene, un ecosistema con valor reconocido de conservación de la biodiversidad y que se maneja principalmente con objetivos de producción lechera. En este documento se presenta una reflexión acerca de los alcances de la aplicación del EE como una guía para la acción en la laguna de Fúquene. Los humedales

3. Decisión VII-11 (www.biodiv.org).



del Valle de Ubaté son de gran importancia global por albergar, en un sistema ecológico amenazado, un conjunto de especies con alto riesgo de extinción (Andrade & Franco 2007b). Tiene además relevancia nacional y regional como proveedor de servicios ambientales tales como agua para consumo humano de Chiquinquirá —aproximadamente 150000 habitantes— y el soporte de una de las industrias lecheras más importantes del país. Adicionalmente Fúquene sustenta una pesquería de importancia local (Valderrama & Hernández 2007) y sus extensiones considerables de vegetación palustre suministran materia prima para la artesanía (Hernández & Valderrama 2007). Es también espacio de cierta importancia para la recreación y el turismo.

La situación ha atraído la atención de los tomadores de decisiones, en especial con el enfoque convencional de corregir «ineficiencias» en el sistema de irrigación (JICA - CAR 1999) y algunas propuestas que llaman a una mirada como sistema natural (van der Hammen 2003). La respuesta reciente del gobierno nacional en el documento de Política Económica y Social (CONPES 2007) incluye principalmente regulación hídrica, control de la contaminación puntual y mejoramiento ambiental en la cuenca e inversiones menores para los aspectos de conservación y monitoreo. No es claro, sin embargo, si las intervenciones proyectadas serán integrales, si las obras físicas serán coherentes con otros objetivos o si por su limitado carácter sistémico podrían acarrear sorpresas y cambios inesperados en el sistema, perpetuando lo que ha sido llamado un «manejo patológico» (Meffe et al. 2002).⁴

METODOLOGÍA

Área de trabajo

La región de estudio se encuentra en el altiplano de Cundinamarca y Boyacá, en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de Colombia, cuenca alta del sistema hidrográfico Suárez Magdalena, con un área de 130.6 km² (Cabrera & Rodríguez 2007). En la parte plana del Valle del río Ubaté se encuentran las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio —aproximadamente entre 5°37'23" y 5°08'04"—, relictos de un antiguo lago y con una superficie actual de 3155.8, 214.3 y 37.5 ha respectivamente (Franco, L. et al. 2007).

4. La patología del manejo se define como la circunstancia en la cual «los humanos tratan de controlar el comportamiento general, el grado de fluctuación o el rango de condiciones extremas de los sistemas naturales; esos sistemas tienden a volverse menos resilientes frente a perturbaciones adicionales de tipo natural o inducidas» (Meffe et al. 2002:63).



El Valle de Ubaté tiene más de 300 habitantes/km² (CAR 2001), siendo una densidad alta en el rango regional, resultado del éxito económico del desarrollo de la industria lechera. Este sin embargo ha acarreado cambios profundos en el ecosistema, llevándolo más allá de evidentes límites de sostenibilidad: las lagunas se encuentran en avanzado estado de colmatación y eutrofización, con pérdida de valores ambientales y sociales y son percibidas como un riesgo para la agricultura.

Enfoque de la intervención

Mediante la discusión de cada uno de los principios del EE se exponen la situación del área y los avances logrados (Cuadro 1).

Principios ecológicos
La gestión de los ecosistemas implica considerar los efectos actuales o potenciales de sus actividades sobre ecosistemas adyacentes.
La conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas debe ser una prioridad del enfoque ecosistémico.
Los ecosistemas deben ser manejados dentro de los límites de su funcionamiento.
El enfoque ecosistémico debe estructurarse a la escala espacial y temporal adecuada.
Los objetivos de manejo ecosistémico deben ser establecidos a largo plazo.
El manejo ecosistémico debe reconocer que el cambio es inevitable.
Principios sociales
Los objetivos de manejo de la tierra, el agua y los recursos vivos son objeto de decisión social.
Balance apropiado entre la integración, la conservación y el uso de la diversidad biológica.
Es necesario tener en cuenta la gestión desde un contexto económico.
Cualquier programa de manejo debe: a) reducir las distorsiones del mercado que afectan adversamente la diversidad biológica y b) diseñar incentivos para promover la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible.
Internalizar costos y beneficios en un ecosistema dado, hasta donde sea posible.
El enfoque ecosistémico debe considerar todas las formas de información relevante, incluyendo el conocimiento científico, el conocimiento indígena y el conocimiento de las poblaciones locales tradicionales.
Principios de gestión
El manejo debe ser descentralizado al nivel de gestión más bajo.
El enfoque ecosistémico debe involucrar a todos los sectores relevantes de la sociedad y disciplinas científicas.

Cuadro 1. Síntesis de presentación de los principios del EE tratados y los temas centrales del mismo en el ejercicio.

RESULTADOS

Entender el cambio

Se ha partido de reconocer la estructura espacial - funcional del ecosistema en tres niveles: cuenca de captación, complejo de humedales y sitios o mosaico de hábitats. Con base en un modelo conceptual simple que integra variables climáticas, hidrológicas y ecológicas (Figura 1) se hace una aproximación hipotética a la funcionalidad del ecosistema en estado natural. El complejo hidroecológico del Valle de Ubaté aparece como un lago pando de alta montaña tropical, con un régimen hídrico caracterizado por altas pulsaciones, lo cual determina la presencia anterior de extensos humedales. Debido a la limitada capacidad natural de regulación hídrica de su cuenca relativamente pequeña (Cabrera et al. 2007) el sistema está directamente expuesto a la variabilidad climática.



Figura 1. Complejo de lagos y humedales en condición predominantemente natural (ca. 1850).



Atributo	Proceso	Tendencia general
Estructura ecológica en la cuenca: relación entre cobertura natural, seminatural y transformada.	Paramización —expansión del páramo antrópico en el bosque altoandino—. Deforestación y cambio de uso de la tierra. Evidencia de deforestación reciente en la parte alta.	↓
Caudal medio de entrada.	En el periodo 1969 – 1989 pasó de 3.97 a 2.08 m ³ /seg (Useche 2003).	↓
Nivel medio.	Disminuyó cerca de 1 m durante el período 1960-1995 (van der Hammen 2003).	
Sedimentación.	Pasó de 0.4 mm antes de la acción humana a 1 mm/año en la actualidad (van der Hammen 2003).	↑
Contenido de fósforo y nitrógeno.	Niveles muy altos (según JICA - CAR 1999). No hay mediciones recientes.	↑
Extensión total.	Pasó de 100 a 30 km ² en el período aproximado 1930 – 2000 y continúa la tendencia hacia la disminución.	↓
Tasa de disminución de superficie.	0.3 por ciento/año en el período 1880 – 2000. Indicios de que todavía continúa la pérdida de superficie.	↓?
Cantidad de superficie cubierta con plantas acuáticas con relación a las aguas abiertas.	A 2000 había en Fúquene 979.37 ha de sistema palustre y 1986.07 de sistema lacustre (Franco et al. 2007). La expansión de vegetación palustre sobre el lago aumenta.	↑
Biodiversidad total.	Cambios no documentados. Dos vertebrados extintos y cuatro amenazados (Andrade y Franco 2007).	↔?
Riqueza de especies de avifauna.	Históricamente disminuyó hasta 1980. Aumento desde 2000 (Morales et al. 2007).	↑
Especies exóticas invasoras.	Tres peces y dos plantas introducidas instaladas en el sistema acuático. Numerosas especies en la cuenca.	↑
Número de pescadores.	198 pescadores —48 permanentes— (Valderrama & Hernández 2007).	↓?
Número de artesanos del junco.	Aumento del 400 por ciento en las últimas dos décadas (Vieira y Hernández 2006).	↑

Cuadro 2. Algunos signos vitales de la laguna de Fúquene.



El sistema cuenca — complejo de lagos y humedales sufrió a partir de la segunda mitad del siglo XIX profundos cambios dirigidos al desarrollo de la agricultura y de la ganadería (Santos 2000) a través de la regulación hidráulica y de la reclamación de tierras para la agricultura y la ganadería. Los hitos históricos de esta transformación son (Franco 2007): a) rectificación del río Suárez y descenso del nivel del agua; b) fragmentación de los cuerpos de agua; c) cambios en el uso de la tierra en la cuenca de captación —deforestación e implantación de la ganadería de leche—; y d) introducción de especies exóticas. El resultado es un agroecosistema lechero predominante como matriz en el paisaje rural, con algunos relictos de cuerpos de agua y pantanos y con una red hídrica inmersa modificada y tensionada. Los cambios sugieren que el agroecosistema ha sido llevado más allá de los límites de funcionamiento normal (Cuadro 2).

El cambio climático como tensionante

La revisión de la variabilidad climática regional (van der Hammen et al. 2002) revela que en la zona andina colombiana habría incremento de temperatura entre 2.5 y 3°C en un período de varias décadas lo cual traería un incremento altitudinal de 500 m en las zonas de vida, así como una disminución de la precipitación entre 10 y 20 por ciento. El escenario climático general es de aridización, con un aumento de la intensidad y posiblemente frecuencia de la estacionalidad multianual —eventos El Niño y La Niña—.

En el complejo Fúquene esta situación lleva a proponer dos escenarios de gestión. Uno tendencial que implica que la oferta del agua en la cuenca siga disminuyendo, con expansión de la vegetación palustre sobre el espejo de agua. El manejo del distrito de riego a través de dragados, diques o represas, aunque podría corregir la disponibilidad de agua para la lechería en el corto plazo, presenta el riesgo de exacerbar los problemas vía la liberación adicional de contaminantes en las aguas. Con mayor escasez de agua y mayor demanda el conflicto por el uso del recurso podría verse acentuado en el futuro. Si bien en el corto plazo el escenario tendencial ha mostrado un aumento de la vida silvestre —por mayor extensión de hábitats palustres— el futuro de la misma no está asegurado ante una eventual colmatación del lago.

Existe la posibilidad de un escenario correctivo. Adaptativo cuando la sociedad es capaz de manejar el sistema dentro de los límites de su funcionamiento normal y transformativo cuando es hábil para dirigir el cambio hacia otro estado



ecosistémico que resulte deseable. El dilema adaptación – transformación depende de la estructuración de medidas adecuadas y de la existencia de límites de estabilidad y de umbrales de cambio en el ecosistema (Carpenter & Cottingham 1997). Un escenario de gestión adaptativo en Fúquene requiere al menos: i) la regulación adicional del caudal de entrada en la cuenca mediante la construcción de represas adicionales aguas arriba de la laguna de Fúquene, ii) incremento en la regulación media del nivel de las aguas en al menos 1.5 metros, iii) el compromiso entre usos del agua y límite al crecimiento de la demanda del riego y iv) la limitación del estado eutrófico mediante el control de contaminación. En particular el mayor nivel medio de las aguas es urgente para evitar la rápida transición del sistema hacia uno dominado por pantanos. Con todo, no es claro hasta qué punto la magnitud de los impactos y los procesos climáticos podrían haber significado ya el traspaso de umbrales de cambio irreversible poniendo el sistema mas allá del alcance del manejo adaptativo (ver para la Sabana de Bogotá Franco et al. 2003) y precipitando un cambio inevitable. En un escenario trasformativo como este el mantenimiento de una fase lacustre - palustre solo podría ser el resultado de un activo manejo o restauración —escenario transformativo—, caso que ya se presenta en la laguna de Palacio.

Valoración múltiple del ecosistema y participación

El peso económico de la industria lechera en la región ha determinado un manejo centrado en la maximización de la función de disponibilidad del agua para riego, lo cual usualmente viene acompañado de la pérdida de resiliencia ecológica —es decir, la capacidad del sistema de mantener una estructura y una función frente a los disturbios— (Walter & Salt 2006). En Fúquene las demás funciones sociales y ambientales del ecosistema han sido comprometidas por el énfasis en suplir la demanda para el riego. Los cambios en el ecosistema no han beneficiado por igual a todos los actores. Ganan los beneficiaros del desarrollo económico y pierden algunos campesinos minifundistas para quienes los recursos biológicos de las lagunas son de vital importancia. También pierden actores urbanos que valoran el espacio natural y la biodiversidad, grupos de interés en la biodiversidad y la sociedad en general por degradación de un activo ecológico relevante. Un manejo sostenible del ecosistema requiere no solamente hacer eficiente el uso del agua para la industria lechera sino hacerlo compatible con el mantenimiento de una multiplicidad de valores y funciones sociales del ecosistema, las cuales están reflejadas en los intereses y visiones de otros actores sociales (Anexo 1).

Actores según actividad	Valoración del ecosistema	Ámbito de incidencia	Impacto
Ganaderos y agricultores ribereños.	Espacio transformado para agricultura y ganadería. Fertilidad de las tierras. Agua para irrigación —sumersión y ocasionalmente aspersión—. La laguna como factor de riesgo de inundación —meses o años lluviosos—.	Local, en la ronda de las lagunas y parte plana del valle que antiguamente perteneció al lago.	Desecamiento. Contaminación. Pastoreo dentro del humedal.
Pescadores, cazadores y artesanos.	Valor económico y de uso de recursos biológicos en la laguna: peces exóticos e introducidos, cangrejo, aves, huevos, mamíferos y plantas acuáticas —juncos y macrófitas introducidas—.	Local, en las lagunas y pantanos.	Conservación potencial del ecosistema a través del uso. Impacto sobre las poblaciones de fauna y flora usadas.
Dueños u operarios de industrias asociadas con ganadería.	Valoración indirecta como soporte a la producción y riesgo de pérdida por inundación.	Regional.	Contaminación de las aguas.
Adjudicatarios de las explotaciones mineras	Ninguna valoración directa del sistema a través de su actividad.	Regional.	Contaminación de las aguas.
Propietarios de fincas de recreo con poca o sin actividad agropecuaria.	Belleza escénica. Antiguamente agua para deportes acuáticos. Vida silvestre —caza, pesca, recreación—.	Regional.	Bajo impacto.
Propietarios de hoteles y restaurantes o prestadores de servicios asociados con el turismo.	Belleza escénica para actividades de turismo.	Local, en las lagunas. Regional.	Directo en los sitios visitados. Indirecto por aumento de oferta de servicios —urbanización desordenada en la ronda— y aumento del valor de la tierra.

Anexo 1. Actores sociales: ámbito de acción, tipo de incidencia e impacto.



Actores según actividad	Valoración del ecosistema	Ámbito de incidencia	Impacto
Gobiernos municipales, departamentales y autoridad ambiental regional (CAR).	Función social y económica de las lagunas. Problemática ambiental como parte de su responsabilidad. Interés en efecto aguas abajo —cuenca del río Suárez, Chiquinquirá—.	Local y regional. Nacional, como parte del Sistema Nacional Ambiental.	Efecto a través de la acción y omisión o los énfasis particulares de la gestión.
Organizaciones no gubernamentales.	Funciones socioeconómicas de la laguna. Valores ecológicos y valores asociados con el ecosistema y su biodiversidad.	Local, regional y nacional. Internacional a través de redes y grupos de interés.	Impacto de su intervención en captación de recursos e interés por los temas ambientales.
Institutos de investigación e instituciones técnicas públicas o privadas (Instituto Humboldt, IGAC, IDEAM, etcétera).	Procesos ambientales y sociales. Funciones sociales y ecológicas asociadas con la biodiversidad. Sitio estratégico —isla Santuario—.	Local, regional y nacional. Proyección internacional.	Incidencia a través de políticas y programas institucionales.
Agencias internacionales interesadas en la conservación y desarrollo sostenible.	Funciones socioeconómicas de las lagunas. Valores asociados con el ecosistema y la biodiversidad. Bienestar de comunidades humanas.	Local, nacional e internacional.	Incidencia a través de captación y canalización de recursos e interés por los temas.

El manejo del agua como elemento determinante del funcionamiento del ecosistema debe definirse como resultado de un compromiso de visiones e intereses y no ser impuesto como un determinante ambiental. Esto puede hacerse a través del concepto de «caudal ecológico» (De Dyson et al. 2003), ya aplicado en las aguas corrientes en algunas partes de Colombia, y el cual en el ecosistema de humedal significa la gestión multipropósito de un régimen hidrológico regulado con mayores determinantes ambientales. A la fecha el único limitante a un manejo dirigido exclusivamente al riego surge del uso aguas abajo del recurso hídrico para el acueducto de Chiquinquirá, el cual ha generado una obligación legal para el manejo de los niveles respetando un



mínimo que garantice el suministro del agua a esta población, contribuyendo a dar un cierto margen de maniobra —aunque insuficiente— para una gestión más equilibrada del ecosistema. En este sentido la gestión ecológica del sistema pasa por la participación informada en la toma de decisiones de todos los actores sociales, en especial de aquellos que tienen intereses en su biodiversidad, recursos biológicos y calidad ambiental.

Resiliencia social: fortalecer el eslabón más débil

La legislación colombiana establece una descentralización de las funciones públicas en los municipios y de la gestión en el ámbito regional de los temas ambientales. Los valores de conservación de relevancia nacional están en cabeza de autoridades del nivel central. El principio general de mayor descentralización posible para la gestión del ecosistema tiene una manifestación particular en el caso. La autoridad regional CAR, con responsabilidad directa sobre el manejo del agua y del distrito de riego, no ha tenido fortalezas en los temas relacionados con manejo de ecosistemas y biodiversidad. Las autoridades municipales han sido lentas en estructurar el saneamiento ambiental y las comunidades locales recientemente son tenidas en cuenta en las decisiones.

La intervención para la gestión que viene promoviendo la Fundación Humedales busca abrir el espacio de participación de aquellos actores que tienen intereses en los recursos biológicos, la biodiversidad y los valores naturales (Fundación Humedales 2007b), esto es los sectores campesinos más vulnerables y quienes usan directamente los recursos biológicos de la laguna. Uno de los aspectos más importantes de la intervención ha sido ligar la generación de nuevo conocimiento sobre el estado del ecosistema con el empoderamiento a través del monitoreo participativo (Fundación Humedales 2007a) que incluye recursos biológicos y la condición del ecosistema. Igualmente se ha involucrado a la Asociación Bogotana de Ornitología entidad que realiza en la laguna y divulga en el ámbito nacional censos de aves desde el 2000 y al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt entre otros actores institucionales. De forma paralela se ha promovido el aumento de la conciencia de actores urbanos sobre la importancia del sitio con relación a los objetivos de conservación de la biodiversidad en los ámbitos nacional e internacional a través de la red mundial de lagos vivos Living Lakes, la Convención Ramsar y la Unión Mundial para la Naturaleza, UICN.



DISCUSIÓN

Alcances de la intervención

Se ha promovido un cambio de percepción, desde una totalmente negativa que llevaba a un sentimiento de impotencia y frustración hacia una actitud proactiva. Mediante divulgación se ha buscado propiciar una reflexión para entender el cambio del ecosistema y sus valores ambientales, en especial los asociados con el sistema transformado. Hay una tendencia de cambio en el discurso oficial sobre la laguna, que de un «distrito de riego y drenaje de Fúquene» en crisis, a finales de los años 90 (JICA – CAR 1999) ha pasado a ser Área de Importancia para la Conservación de las Aves (Franco & Bravo 2005), candidatizado por la CAR en 2003 como humedal de importancia internacional y preseleccionado para el Sistema de Áreas Naturales Protegidas en una categoría de manejo regional (Matallana et al. 2007). El documento del Consejo de Política Económica y Social CONPES (2006) parte del reconocimiento de los determinantes legales y políticos del manejo de Fúquene como humedal (Ministerio del Medio Ambiente 2002), establece límites a las intervenciones y da dirección hacia objetivos de desarrollo social multisectorial.

De otra parte se ha avanzado en el reconocimiento y en el desarrollo de oportunidades económicas ligadas con la conservación de la biodiversidad y el manejo ambiental, así como la participación y organización de los grupos de pescadores y trabajadores del junco. Mediante el involucramiento desde el 2004 del Instituto de Desarrollo Rural INCODER, autoridad de pesca, se ha avanzado en el ordenamiento pesquero y en la creación legal del Comité de Ordenamiento Pesquero y Ambiental, COPA, hechos que abren el espacio hacia el manejo integral del sitio y el control social exterior del ecosistema. Un proceso similar se adelanta actualmente con la comunidad de artesanos quienes participaron en una primera evaluación de la actividad extractiva y del censo de usuarios del junco (Viera & Hernández 2006). Adicionalmente, la invasión de especies exóticas, hasta hace poco solamente un problema, es hoy ya una oportunidad económica a través de la creación de una empresa de producción y comercialización de bioabono. De manera paralela se avanza en la promoción del turismo rural y del ecoturismo.

Así el empoderamiento mediante información y la expectativa real de mejoramiento de la calidad de vida de los más vulnerables permiten que su voz comience a ser tenida en cuenta en los espacios de discusión. La escala de



intervención puntual no logra revertir todavía las causas de deterioro de un ecosistema complejo. Sin embargo, la intervención a través de grupos sociales vulnerables, al aumentar la resiliencia del sistema social, adquiere un carácter estratégico. La visión e intereses de los grupos hasta ahora más débiles e interesados en la biodiversidad, en la arena de negociación, impide o contrarresta decisiones de manejo tendientes a privilegiar una sola función y posibilita la mitigación de actividades programadas como dragados, reconversión de orillas y la misma regulación adicional de la cuenca.

La generación de beneficios económicos a partir del manejo de los recursos biológicos del ecosistema es sin embargo apenas el primer paso para un manejo económico equitativo y sostenible. Falta en la gestión de la cuenca la internalización de los costos ambientales de la industria lechera y de otras actividades productivas, así como la generación de incentivos para el uso sostenible del agua y de otros elementos del ecosistema, tales como el pago por los servicios ambientales (Estrada et al. s.f.).

En el centro de la propuesta de uso del enfoque ecosistémico se encuentra el instrumento de Monitoreo Participativo que busca llenar el vacío entre conocimiento, manejo de información y gestión adaptativa (Fundación Humedales 2007a), similar a algunas propuestas que se mueven dentro de la llamada «ciencia comunitaria». El monitoreo participativo se basa en la lectura de indicadores relevantes tanto desde el punto de vista científico como de la percepción de los actores locales. Los indicadores están jerarquizados en las escalas espaciales y son referidos al modelo de funcionamiento del ecosistema. Permiten dilucidar hasta qué punto el cambio del ecosistema se aparta de los estados que son deseables para los grupos sociales. La propuesta se distancia de la tendencia de algunas entidades de usar indicadores descontextualizados, lo cual a través de su aplicación rígida o inexperta tiene el riesgo de enmascarar los procesos de conservación. La propuesta de monitoreo participativo actualmente en marcha se aparta de la tendencia desafortunada y frecuente de suprimir el monitoreo en los programas y proyectos financiados, cerrando así el paso a cualquier manejo adaptativo y distanciándose del enfoque ecosistémico.

El reto ecosistémico podría definirse como la necesidad de manejar el sistema hídrico, ecológico y social de la laguna de Fúquene, haciendo compatible la gestión del distrito de riego con la creación y administración de un área



protegida basada en el uso sostenible de los recursos biológicos por las comunidades locales con beneficios para la población en general. La naturaleza ya ha demostrado que puede recuperarse, el reto es para que la sociedad lo considere deseable y alcanzable.

Agradecimientos

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez, Fundación Alcoa y World Wildlife Fund.

Bibliografía

- Andrade, G. I. & L. Franco.** 2007. *Conservación de la Biodiversidad en el Complejo de las Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio*. Bases para una Estrategia y Plan de Acción. En: Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). *Lagunas de Fúquene Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Instituto Humboldt.
- Cabrera, E. y A. Rodríguez.** 2007. *Análisis morfométrico preliminar de la cuenca de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio*. En: Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). *Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 29-42).
- Carpenter, S. R. & K. L. Cottingham.** 1997. *Resilience and Restoration of Lakes*. *Conservation Ecology* [online] 1 (1): 2.
- CONPES. Consejo Nacional de Política Económica y Social.** 2006. *Estrategia para el manejo ambiental de la cuenca Ubaté – Suárez*. Documento 3451. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.** 2001. *Atlas Ambiental*. Bogotá.
- De Dyson, M., Bergkamp, G., Scanlon, J. (Eds). Flow.** 2003 *The Essentials of Environmental Flows*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK.
- Estrada, D., J. Rubiano, M. Quintero, E. Girón y X. Pernet.** S.f. *Pago por servicios ambientales en la laguna de Fúquene Colombia*. Documento Inédito CONDESAN.

- Franco, A. M. & G. Bravo.** 2005. *Áreas importantes para la conservación de las aves en Colombia*. En. Áreas Importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Birdlife Internacional y Conservación Internacional.
- Franco, L., A. Villa & A. Sarmiento.** 2007. *Clasificación y estado actual de los hábitats de humedal de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio: implicaciones para su manejo*. En. Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 103-130).
- Franco, L. H. Gutiérrez & J. Castañeda.** 2003. *Humedales de Bogotá frente al cambio climático global, riesgo y posibilidades de adaptación*. En. Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Conservación Internacional. Bogotá. 2 Tomos.
- Franco, R.** 2007. *Elementos para una historia ambiental de la región de la laguna de Fúquene en Cundinamarca y Boyacá*. En. Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 61-102).
- Fundación Humedales.** 2007a. *El monitoreo participativo de la laguna de Fúquene*. Una iniciativa para llenar el vacío entre información, conocimiento y gestión ambiental. En. Franco, L. & G. I. Andrade (Eds). Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 301-316).
- Fundación Humedales.** 2007b. *Visión de futuro del sistema Fúquene, Cucunubá y Palacio*. Percepciones, deseos y necesidades. En. Franco, L. & G. I. Andrade (Eds). Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Instituto Humboldt, Bogotá (pp.265-300).
- Hernández, S. & M. Valderrama.** 2007. *El uso de la vegetación palustre en la laguna de Fúquene*. En. Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 247-264).

- Hansen, L. & J. Bringer.** 2003. *Building Resistance and Resilience to Climate Change*. En: L. J. Hansen, J. L. Bringer & J. R. Hoffman. (Eds). *A User's Manual for Building Resistance and Resilience to Climate Change in Natural Systems*. World Wildlife Fund. Washington. D.C. USA.
- JICA – CAR. Agencia de Cooperación Internacional y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.** 1999. *Estudio sobre Plan de Mejoramiento Ambiental Regional para la Cuenca de la Laguna de Fúquene* —Informe de soporte inédito—. Bogotá.
- Matallana, C., N. Arango, G. Andrade & C. Devenís.** 2007. *Un área protegida para el complejo de humedales del Valle de Ubaté*. En: Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). *Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 317-332).
- Meffe, G. K., L. A. Pilsen, R. L. Knight & D. A. Schenborn.** 2002. *Ecosystem Management. Adaptive, Community – Based Conservation*. Island Press, Washington D.C. USA.
- Ministerio del Medio Ambiente.** 2002. *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia*. Estrategias para su conservación y uso sostenible. Bogotá, 67p.
- Morales, A., G. I. Andrade & M. L. Rosas.** 2007. *Aves acuáticas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio*. Inventario, estado actual e importancia para la conservación. En: Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). *Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 155-184).
- Santos, E.** 2000. *Fúquene, el lecho de la zorra*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá.
- Useche, F.** 2003. *Optimización de la operación hidráulica de la laguna de Fúquene*. En: Memorias del comité de expertos para la recuperación de la laguna de Fúquene. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. Bogotá. pp. 57-66.
- Useche, F.** 2007. *CONPES de Fúquene: estrategia para el manejo ambiental de la cuenca Ubaté – Suárez*. Carta Ambiental (CAR) 12: 12-16.

- Valderrama, M. & S. Hernández.** 2007. *Procesos y acciones dirigidas hacia el uso sostenible de los recursos pesqueros en la laguna de Fúquene*. En: Franco, C. L. & G. I. Andrade (Eds). *Lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Conservación de la biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema lagunar andino*. Instituto Humboldt, Bogotá (pp. 231-246).
- van der Hammen, T.** 2003. *Bases para un plan de manejo de la laguna de Fúquene y su cuenca hidrográfica*. En: *Memorias del comité de expertos para la recuperación de la laguna de Fúquene*. Bogotá. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. pp. 33-56.
- van der Hammen, T., J. D. Pabón, H. Gutiérrez & J. C. Alarcón.** 2002. *Cambio global en los ecosistemas de alta montaña en Colombia*. En: C. Castaño (Ed). *Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia*. Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM y PNUD. Bogotá.
- Vieira, M. I. y S. Hernández.** 2006. *Diagnóstico rural participativo, DRP, del uso y aprovechamiento de vegetación acuática en la laguna de Fúquene —informe inédito—*. Fundación Humedales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.
- Walker, B. & D. Salt.** 2006. *Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press, Washington D.C.