

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS
ALEXANDER VON HUMBOLDT**

FUNDACIÓN HUMEDALES

**Caracterización biofísica, ecológica y sociocultural del complejo de
humedales del Valle de Ubaté: Fúquene, Cucunubá y Palacio**

**Una contribución a la definición de escenarios y objetivos de manejo para
la conservación de la biodiversidad**

INFORME FINAL



Bogotá Marzo de 2004

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN	7
CAPITULO 1. MARCO CONCEPTUAL	11
1.1 Marco conceptual para la aplicación del enfoque ecosistémico en el manejo del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio	11
1.1.1 El manejo histórico de los ecosistemas de humedal: un ejemplo de manejo patológico. Editar este título.....	11
1.1.2 Hacia la aplicación del enfoque de ecosistema.....	16
1.1.3 Naturaleza del equilibrio ecológico	20
1.1.4 Equilibrio y resiliencia	21
1.1.5 Los mecanismos de resiliencia y los estados alternos en el manejo de las cuencas de captación y los ecosistemas acuáticos	22
1.1.6 La interacción de los mecanismos de resiliencia entre escalas de la organización biológica como garante de la conservación de la biodiversidad funcional y la restauración de la salud del ecosistema....	31
1.1.7 Aspectos económicos del manejo	34
1.1.8 Actores sociales y objetivos de manejo.....	35
Actores Locales.....	38
Actores regionales y nacionales.....	40
Actores globales.....	40
1.1.9 Manejo del ecosistema y ordenamiento territorial.	41
CAPITULO 2. LA LAGUNA DE FÚQUENE	43
2.1 Ubicación y características físicas.....	43
2.2 Reseña histórica.....	44
2.3 Intervenciones e impactos en los humedales del valle de Ubaté	48
2.3.1 Disminución del área de humedales.....	50
2.3.2 Disminución de la cantidad de agua.....	53
2.3.3 Alteración de la calidad del agua.....	56
2.3.4 Ganadería	60
2.3.5 Agricultura	63
2.3.6 Minería	64
2.3.7 Deforestación	64
2.4 El estado de la biota en Fúquene. Efecto de las intervenciones humanas en el complejo de humedales.....	69
2.4.1 La biota acuática y terrestre de la laguna de Fúquene: síntesis del conocimiento	69
2.4.2 Fauna	70
2.4.3 Flora	74

2.4.4	Extensión y ubicación actual de los hábitats de humedal y aguas profundas del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio	75
2.4.4.1	Los Sistemas Palustre y Lacustre de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio	77
2.4.4.2	Laguna de Fúquene (2963 hectáreas)	78
2.4.4.2.1	El Sistema Palustre (P)	79
2.4.4.2.1.1	Humedal Emergente de vegetación Persistente (P__ / HE / p):	79
2.4.4.2.1.2	Humedal Emergente de vegetación No Persistente (P__ / HE / h)	80
2.4.4.2.2	El Sistema Lacustre (L) (1705 ha.)	80
2.4.4.2.2.1	Clase Sin Vegetación de Orilla Rocosa (L1):	80
2.4.4.2.2.2	Clase Sin Vegetación de Fondo No Consolidado (L1NVf):	80
2.4.4.2.2.3	Lecho Acuático de Vasculares Enraizadas (L1LAe)	81
2.4.4.2.2.4	Lecho Acuático de Vasculares Flotantes (L1LAf)	81
2.4.4.2.2.5	Espejo de Agua de Fondo No Consolidado (L2Eaf):	82
2.4.4.2.2.6	Lecho Acuático de Vasculares Enraizadas (L2LAe):	82
2.4.4.2.2.7	Lecho Acuático de Vasculares Flotantes (L2LAf)	82
2.4.4.3	Laguna de Cucunubá (214 hectáreas)	83
2.4.4.3.1	Sistema Palustre (P)	83
2.4.4.3.1.1	Humedal Emergente de vegetación Persistente (Phep):	83
2.4.4.3.1.2	Humedal Emergente de vegetación No persistente (Pheh):	83
2.4.4.3.1.3	Lecho Acuático de vasculares enraizadas donde predomina Egeria densa (PLAe).	84
2.4.4.3.2	Sistema Lacustre (L)	84
2.4.4.3.2.1	Clase Sin Vegetación de Orilla Rocosa (L1NVr):	84
2.4.4.3.2.2	Clase Sin Vegetación de Orilla No Consolidada (L1NVo):	84
2.4.4.3.2.3	Espejo de Agua de Fondo No consolidado (50%)-Lecho Acuático de Vasculares Flotantes y Enraizadas (50%).	85
2.4.4.4	Laguna de Palacio (32.6 hectáreas)	85
2.4.4.4.1	Sistema Palustre (P)	85
2.4.4.4.1.1	Humedal Emergente de vegetación Persistente (PHeP)	85
2.4.4.4.1.2	Humedal Emergente de vegetación No Persistente (PHeh).	85
2.4.4.4.2	Sistema Lacustre (L): DESAPARECIÓ	85
2.4.5	Estado de la ictiofauna y el cangrejo asociado a los ambientes acuáticos de la laguna de Fúquene y anotaciones sobre el estado actual de las pesquerías.	86
2.4.5.1	Estructura de tamaños	89
2.4.5.2	Algunos aspectos ecológicos	90
2.4.6	Anotaciones sobre el estado actual de las pesquerías en la laguna de Fúquene	92
2.4.6.1	Especies y producción pesquera	92
2.4.6.1.2	Información biológica: tallas y madurez	93

2.4.6.1.3	Caracterización socioeconómica	95
2.4.6.1.4	Ordenación pesquera	96
2.4.7	Estado de la avifauna amenazada en la laguna de Fúquene.....	99
2.4.7.1	Conservación	103
2.5	La dimensión humana en la laguna de Fúquene: una aproximación...	106
2.5.1	Actores sociales	106
2.5.2	Esquemas de Ordenamiento Territorial.....	113
CAPÍTULO 3. ESCENARIOS DE CONSERVACIÓN DEL COMPLEJO DE HUMEDALES DEL VALLE DE UBATÉ: FÚQUENE, CUCUNUBÁ Y PALACIO		118
3.1	¿Lago o Embalse?: visión para la construcción de escenarios de gestión para la conservación de la biodiversidad en el ecosistema Fúquene, Cucunubá y Palacio.....	118
3.2	Factores físico-bióticos, sociales e institucionales que determinan los escenarios de gestión	121
3.2.1	El primer asunto es el agua.....	121
3.2.2	Restituir así sea parcialmente la naturalidad del flujo del agua... 123	
3.2.3	La biodiversidad relictual de la laguna, y la flora y fauna indeseada 124	
3.2.4	Los deseos de la sociedad	125
3.2.5	Instituciones y capacidad de manejo.....	125
3.3	Esbozo de visiones de futuro del largo plazo que afectan los escenarios de gestión para la conservación de la biodiversidad	126
3.3.1	Visión del ecosistema en estado “ideal”	126
3.3.2	Visión tendencial sin manejo ecosistémico	127
3.3.3	Visión de compromiso entre diferentes funciones y valores ambientales: enfoque ecosistémico.....	128
3.4	Conclusión: una agenda para lo urgente y lo importante	129
BIBLIOGRAFÍA CITADA Y CONSULTADA		133
ANEXO 1		146
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE HÁBITATS DE HUMEDAL Y AGUAS PROFUNDAS		146
1.1	Los hábitat de humedal y aguas profundas.....	147
1.1.1	Humedales	147
1.1.2	Hábitats de humedal y aguas profundas	148
1.2	Las unidades ecológicas del sistema de clasificación	148

1.2.1	Los Sistemas Palustre y Lacustre	149
	Sistema Palustre (Pa)	149
	Sistema Lacustre (La)	150
1.3	Los Modificadores en el sistema de clasificación	150
1.3.1	Modificadores del régimen hidrológico	150
1.3.2	Modificadores artificiales	152
ANEXO 2		153
INDICADORES DE ESTADO (ABUNDANCIA RELATIVA Y ESTRUCTURA EN TAMAÑOS) Y ALGUNAS ANOTACIONES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LAS POBLACIONES DE CAPITÁN DE LA SABANA <i>EREMOPHILUS MUTISII</i>, GUAPUCHA <i>GRUNDULUS BOGOTENSIS</i> Y CANGREJO DE LA SABANA <i>NEOSTRANGERIA MACROPA</i>, EN LAS LAGUNAS DE FÚQUENE Y CUCUNUBÁ.		
2.1	RESUMEN.....	153
2.2	INTRODUCCIÓN.....	154
2.3	METODOLOGÍA.....	156
2.4	RESULTADOS	159
2.4.1	Estaciones muestreadas y sus características	159
2.4.2	Abundancia	160
2.4.3	Estructura por tamaños	166
2.4.4	Algunos aspectos ecológicos.	169
2.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	171
2.6	BIBLIOGRAFÍA.....	172
ANEXO 3		176
LA PESCA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE: UNA APROXIMACIÓN A SU SITUACIÓN ACTUAL Y SUS PERSPECTIVAS DE MANEJO.....		
	RESUMEN	176
3.1	INTRODUCCIÓN.....	177
3.2	METODOLOGÍA.....	179
3.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	181
3.3.1	Especies y producción pesquera.....	181
3.3.2	Caracterización socioeconómica.....	182
3.3.3	Información biológica: tallas y madurez.....	184
3.3.4	Ordenación.....	187
3.3.5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	190
3.3.6	BIBLIOGRAFÍA.....	191

ANEXO 4.....	193
---------------------	------------

ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE CINCO ESPECIES DE AVES AMENAZADAS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE, CUNDINAMARCA 193

ABSTRACT	193
----------------	-----

RESUMEN	193
---------------	-----

4.1 INTRODUCCIÓN.....	194
-----------------------	-----

4.2 MATERIALES Y METODOS	195
--------------------------------	-----

4.2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	195
----------------------------	-----

4.2.2 METODOLOGÍA.....	195
------------------------	-----

4.2.3 RESULTADOS	197
------------------------	-----

4.2.3.1 Sectores	197
------------------------	-----

4.2.3.2 Especies.....	197
-----------------------	-----

Gallinula melanops	197
--------------------------	-----

Rallus semiplumbeus.....	198
--------------------------	-----

Cistothorus apolinari.....	199
----------------------------	-----

Agelaius icterocephalus.....	199
------------------------------	-----

Ixobrychus exilis	200
-------------------------	-----

4.2.4 DISCUSIÓN	200
-----------------------	-----

4.2.4.1 Sectores	200
------------------------	-----

4.2.4.2 Estado de las poblaciones	201
---	-----

Gallinula melanops	201
--------------------------	-----

Rallus semiplumbeus.....	201
--------------------------	-----

Cistothorus apolinari.....	202
----------------------------	-----

Agelaius icterocephalus.....	203
------------------------------	-----

Ixobrychus exilis	203
-------------------------	-----

4.2.4.3 Conservación	204
----------------------------	-----

4.2.5 AGRADECIMIENTOS	205
-----------------------------	-----

4.2.6 LITERATURA CITADA	205
-------------------------------	-----

4.2.7 Listado de Figuras.....	207
-------------------------------	-----

ANEXO 5.....	214
---------------------	------------

BASE DE DATOS DE LA CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL COMPLEJO DE HUMEDALES DEL VALLE DE UBATÉ 214

ANEXO 6.....	214
---------------------	------------

BASE DE DATOS DEL INVENTARIO DE LA BIOTA ACUÁTICA Y TERRESTRE DE LA LAGUNA DE FÚQUENE..... 214

Presentación

Frecuentemente se oye decir que “el país esta sobre-diagnosticado”. En el caso de la Laguna de Fúquene, y el complejo de humedales del Valle de Ubaté, esta afirmación es difícil de sustentar. Si bien en este caso hay abundante información, también es cierto que esta ha sido producida para responder a un conjunto restringido de preguntas. En efecto, actualmente las mayores preocupaciones por la laguna se centran en la calidad del agua y su capacidad de regulación hidrológica, como soporte de los importantes servicios ambientales que presta para el uso domestico y la industria lechera. A pesar de la importancia innegable de estas situaciones, estas pueden ser consideradas como manifestaciones de problemas más profundos. Mientras tanto, otro gran conjunto de valores ambientales, en especial su biodiversidad, no ha llegado de forma adecuada a los diagnósticos, no tienen objetivos y medidas de manejo claras adoptados por las autoridades, y entendidos por la población. Algunos de los problemas ecológicos de la laguna han sido resaltados por el profesor Tomas van der Hammen científico quien llama la atención sobre la necesidad de mirar la laguna no solo en relación con sus funciones como reservorio de agua, sino como un relicto de un antiguo ecosistema natural, con una biodiversidad que debe ser objeto de protección y restauración. Sin embargo, es posible que muchos de estos objetivos no sean alcanzables, no solamente por las evidentes limitantes de tipo social, económico o político, sino eventualmente por razones ocultas en la dinámica patológica y estabilidad degradada del mismo ecosistema.

Afortunadamente el avanzado deterioro ambiental de este cuerpo de agua, y la presión de la opinión pública, llevó en 2001 a que recibiera la mayor prioridad de acción de parte del Dr. Darío Londoño, Director de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Fue así como se conformo un Comité Científico Asesor, cuya función seria la de orientar y apoyar a la administración en la toma de decisiones, sobre un asunto no libre de controversias y alto riesgo político. La Fundación Humedales, entidad no gubernamental con anterior presencia en la laguna, fue invitada a participar en un dialogo cordial y abierto, y que debe todavía fructificar en la formulación de un Plan de Manejo, a ser adoptado por la autoridad ambiental regional. Además, con la puesta en marcha del proyecto “Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los Andes Colombianos” (mas conocido como GEF Andes), el Instituto Alexander von Humboldt IAvH, órgano del Sistema Nacional Ambiental especializado en investigación para la conservación de la biodiversidad, - dirigió su mirada hacia los humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá, como ecosistemas prioritarios en la región andina del país. En este marco, la laguna de Fúquene que fue escogida como sitio piloto para la construcción

de un enfoque de trabajo a ser extendido a los ecosistemas similares, y para el inicio de acciones de conservación.

De manera paralela, durante el 2003 la laguna de Fúquene fue objeto durante el 2003 de un especial interés de parte del Presidente del República, lo cual desencadenó un proceso que llevó a la formulación de un Pacto Social para su recuperación.

La convergencia de estos procesos, en momentos en que se inicia la implementación de la Política de Humedales en el país (Ministerio del Medio Ambiente), y el auge que tiene en este momento la Convención Ramsar, hace pensar que ha llegado el momento para concertar una agenda amplia y comprensiva para el manejo de la laguna de Fúquene. Es claro que esta laguna y sus humedales asociados, a pesar del avanzado deterioro ambiental, es actualmente todavía uno de los sistemas de humedales más importantes del norte de los Andes (Recuadro Contexto Biogeográfico). También es incuestionable que de su existencia la sociedad deriva un conjunto amplio de servicios ambientales. Por este motivo, cualquier decisión de manejo que se tome, debe basarse en el reconocimiento del conjunto de valores y funciones ambientales que contiene. En este sentido, resalta el valor de su biodiversidad, como objeto de conservación prioritario, así como un indicador del estado de salud del ecosistema y sus servicios ambientales.

El presente documento reúne pues los resultados del proyecto Conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los Andes Colombianos, el cual se refiere a un mayor conocimiento directo del estado actual de los valores de la biodiversidad de la laguna y su complejo de humedales, una interpretación con enfoque de ecosistema, del conjunto de la información anteriormente producida, una *visión* para la laguna, y una identificación de prioridades y urgencia de acción en materia de conservación de la biodiversidad y manejo ambiental. Estas últimas se presentan como una contribución al proceso de formulación del Plan de Manejo de la laguna, actualmente promovido por la CAR, y a la definición de fases de acción subsiguientes en el marco del mencionado proyecto de biodiversidad.

Contexto biogeográfico

Los lagos y humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá hacen parte de un conjunto mayor de ecosistemas similares desarrollados con el levantamiento de la Cordillera de los Andes, desde finales del Plioceno y comienzos del Pleistoceno. El mas grande fue el gigantesco Lago Balliván, del cual hace parte el actual Titicaca entre Perú y Bolivia. En los Andes ecuatoriales la extensión de los lagos fue más modesta. En la Cordillera Oriental de Colombia se encuentran varias altiplanicies, que son el resto de antiguos lagos. La mayor de ellas es la Sabana de Bogotá.

Gracias a las investigaciones del profesor Thomas van der Hammen es posible reconstruir la historia del origen de estos ecosistemas. Con el levantamiento de los Andes, a finales del Plioceno, se formaron cuencas cerradas que albergaron grandes lagos con penínsulas e islas, y vertientes rodeadas de vegetación cambiante, según el grado de elevación de la cordillera y el clima global. Unas veces rodeados de selvas andinas o robledales durante los periodos más húmedos, otras durante los mas secos rodeados de páramo, y enmarcados por montañas nevadas 200 metros más altas que las actuales. El cambio a un régimen climático más cálido y seco a finales del Pleistoceno, así como la inclinación del plano de disección de la Sabana hacia el sur y la profundización del desaguadero del Salto de Tequendama, contribuyeron a acelerar su desecación en la Sabana de Bogota. Ya en el Holoceno los verdaderos lagos del altiplano eran Fúquene que cubría gran parte del valle entre Ubaté y Chiquinquirá y, un poco hacia el oriente, el gran lago de Tota.

Estos grandes ecosistemas de agua dulce, enclavados en las alturas de una cordillera tropical y en la ruta de las migraciones de aves acuáticas neárticas, sirvieron de escenario para la evolución de una biota característica, de tal suerte que hoy se les considera una unidad biogeográfica (Hernández et al.1992). Sin embargo, todavía no se ha realizado una evaluación biogeográfica cuantitativa de la biota lacustre y palustre, que permita un entendimiento mas claro de estos patrones. Actualmente, estos ecosistemas comparten entre si un conjunto de especies diferenciadas, algunas de ellas endémicas. El endemismo en las aves acuáticas solo es superado por lagos del altiplano central de Perú y Bolivia, siendo además el de Bogotá el único con especies originadas tanto en el hemisferio norte como en el sur (Fjeldså 1985). Este mismo autor define que el conjunto de lagos y humedales de la Cordillera Oriental de Colombia en los altiplanos es el centro de diferenciación y endemismo de la biota lacustres y palustres mas importante del norte de los Andes.

También se encuentran especies endémicas de peces, como el extinto pez graso de Tota (*Rhizosomichthys totae*), el capitán de la Sabana (*Eremophilus mutisii*), el runcho (*Pygidium bogotensis*) y la guapucha (*Grundulus bogotensis*). Muy interesantes en este sentido son los cangrejos de agua dulce, verdaderos testigos de la historia biogeográfica, entre los cuales tenemos el sabanero (*Neostrengeria macropa*) y el *Hypobolocerus* sp. La identidad y taxonomía de estas dos últimas especies requiere sin embargo mayor atención. No hay ningún mamífero endémico asociado con estos ambientes, aunque se encuentra presente en la región el curi silvestre *Cavia anolaimae*, el cual posiblemente está en el origen de la forma doméstica *Cavia porchelus*. Entre las plantas endémicas se encuentran la compuesta *Senecio carbonellii* y los juncos: *Juncos ramboi columbianus*. (Schmidt-Mumm 1998)

Capítulo 1. Marco conceptual

1.1 Marco conceptual para la aplicación del enfoque ecosistémico en el manejo del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio

1.1.1 El manejo histórico de los ecosistemas de humedal: un ejemplo de manejo patológico. Editar este título

Los servicios ambientales que los sistemas ecológicos de lagos y humedales (sistemas lacustres y palustres) proveen a la sociedad se encuentran amenazados en el ámbito global, debido a efectos humanos en sus cuencas de captación (Naiman et al. 1995). En efecto, en los sistemas regionales, naturales y humanos, se encuentran los mayores retos para la sostenibilidad en el uso de los recursos, la conservación biológica y el desarrollo económico (Gunderson et al. 2002). En este sentido, el panorama mundial no es todavía muy alentador: hay más fracasos que éxitos y muchos de los sistemas ecológicos que sostienen procesos productivos atraviesan crisis que son constantes o recurrentes (Ludwig et al. 1997).

Para algunos autores esta situación se debe, al menos en parte, a un enfoque particular de manejo, denominado tradicional, el cual cuando es aplicado a sistemas complejos genera un estado de crisis que ha sido llamado “patología del manejo” (Gunderson et al. 2002). Es una situación común que involucra incertidumbre y aparición de sorpresas, inercia o inactividad institucional, contestación pública o resignación, y, finalmente, altos costos sociales. Históricamente el manejo tradicional ha privilegiado el uso de recursos naturales, al cual en ocasiones se le han incorporado evaluaciones de efecto ambiental de las actividades sobre los mismos. Usualmente el enfoque es reactivo, y responde a los síntomas sin atacar las causas. Los componentes del manejo se definen de forma aislada, esto es por recursos o servicios ambientales, aunque en la práctica la relación entre ellos sea compleja; en especial cuando hay una larga historia de uso y limitada planificación ambiental. Es un fenómeno que se repite en todos los rincones del mundo (Ludwig et al. 1993) y del cual no escapa el complejo de humedales formado por las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Aquí es posible encontrar ejemplos de muchas de las acciones que han sido señaladas por los autores mencionados como “formas patológicas” de manejo de los ecosistemas. Aún hoy, y a pesar del giro que en el ámbito global se está dando en el manejo de los sistemas naturales, en este complejo de humedales se llevan a cabo acciones que no van más allá del ataque temporal de los síntomas sin todavía buscar soluciones a las causas¹.

¹ En octubre de 2003 se contrató por parte de una de las autoridades regionales con influencia sobre la laguna de Fúquene, la remoción, por corte mecánico, de parte de la vegetación acuática flotante (dominada por la especie exótica invasora *Egeria densa*) que está cubriendo

Una paradoja del manejo histórico de ecosistemas tan importantes en lo ecológico y socioambiental, como la laguna de Fúquene, es que el éxito económico ha contribuido a la crisis ambiental. En Fúquene el manejo histórico ha producido un gran éxito económico, reflejado en una de las mejores industrias lecheras del país. Se ha privilegiado la productividad del sistema, a través del uso de uno o pocos de sus componentes, en este caso el agua y el suelo. Hoy la integridad del sistema ecológico no está asegurada; y el rápido cambio ambiental se manifiesta en situaciones indeseadas, como contaminación, pérdida de recursos biológicos, baja calidad ambiental, invasión de especies exóticas, extinción de fauna y flora nativa, acompañados de una merma en la confianza de los usuarios hacia las instituciones y de la generación de altos costos para la sociedad. Para algunos la solución se ve lejana o simplemente imposible; pues además de una efectiva voluntad política, se requieren inversiones multimillonarias que parecen fuera del alcance de la sociedad. Pero aun si éstas estuvieran ya disponibles, ¿es claro para todos el camino que hay que recorrer? Ciertamente no. Y esto se manifiesta por ejemplo en los planes para el ordenamiento del territorio de los municipios aledaños a la laguna. En algunos de ellos se reconoce el deterioro ambiental, pero no se presentan propuestas para enfrentarlo que consideren a la laguna como un sistema integral en lo ecológico, social ni ambiental. Por el contrario, las pocas propuestas específicas que involucran la conservación de la laguna se enmarcan dentro de la división administrativa del territorio, siendo claro que el ecosistema no puede manejarse por partes delimitadas por motivos administrativos.

Gunderson et al. (1995) identificaron tres etapas en el proceso típico de manejo de ecosistemas regionales en el mundo: sorpresa, crisis y reforma. En la primera, los administradores son sorprendidos por los cambios inesperados que se suceden en la dinámica del ecosistema, y que, al menos en parte, pueden atribuirse a políticas inadecuadas. Esto conduce a la crisis, en la cual se evidencia la relación directa entre políticas y deterioro. Sigue luego un período de resistencia a aceptar la relación causa-efecto², y finalmente surge la reforma, durante la cual se implementan nuevas políticas, conformando así un ciclo de aprendizaje. Sin embargo como la resistencia y resiliencia de los ecosistemas es limitada, ¿cuántos cambios en las políticas podrá soportar un ecosistema antes de colapsar?, ¿a cuántos intentos más de implementación de políticas novedosas puede adaptarse y responder adecuadamente?.

el espejo de agua de la laguna. Los efectos de esta acción además de ser temporales, pues la *E. densa* pronto volverá a cubrir la porción “limpiada”, no se enmarcan dentro de ningún plan de manejo.

² Hay negación a aceptar que una determinada acción de manejo es la causante de una situación ecológica indeseada.

El manejo tradicional y el deterioro que esta aproximación ha causado en los ecosistemas se originaron en la consideración de que los recursos naturales eran “inagotables”³. Se pretendía entonces manipular la naturaleza hacia objetivos específicos que usualmente llevaban a la extracción de los recursos de manera más eficiente y por lo tanto en mayores cantidades.

Hoy la aproximación de manejo tradicional parece replicarse en la forma como las instituciones usualmente tratan de manejar los ecosistemas. Para la solución de los problemas es preciso tener control sobre los eventos y los resultados a través del comando y el control (Meffe et al., 2002). Comando significa tener la autoridad o jurisdicción para lograr un resultado deseado (es la dimensión legal). Con el control se manipula, maneja o regula para tomar acciones que lleven un determinado estado actual hacia un estado deseado (es la dimensión de la gobernabilidad).

El comando real es entonces posible sólo si el control existe. Pero esto únicamente es viable en sistemas bien conocidos donde hay una muy alta probabilidad que lo que se asume es lo que en realidad pasa. Sin embargo en los sistemas naturales la aproximación comando y control al manejo de los recursos naturales (con objetivos como controlar o cambiar la naturaleza) casi siempre fracasa. Es posible que en el corto plazo esta forma de manejar los ecosistemas funcione, pero en el largo plazo está casi que invariablemente destinada al fracaso.

La razón está en la complejidad y la incertidumbre inherente a los sistemas naturales que se evidencia en la ausencia de límites estrictos de los ecosistemas, en la forma de respuesta no-lineal a la manipulación (p. ej. las especies introducidas que se vuelven invasoras cuando cambian las condiciones) o en las externalidades no previstas y que afectan profundamente a los ecosistemas. En resumen, esta aproximación al manejo fracasa porque los sistemas naturales no cumplen con las situaciones necesarias para que el comando y control funcionen.

³ Aún hoy en día se considera que las funciones ambientales y los recursos de los ecosistemas no se acaban y como tal se los trata, usando tecnologías modernas para sacar el máximo provecho de los sistemas naturales.

En la búsqueda de un derrotero para la acción, se parte de reconocer que el enfoque de manejo de los ecosistemas, en especial aquellos que sustentan procesos productivos, se encuentra actualmente a nivel mundial en un proceso de cambio conceptual. En contraposición al manejo llamado “tradicional” se propone adoptar un enfoque de manejo “de ecosistema”, mediante el cual se busca garantizar la oferta continuada de todos los bienes y servicios ambientales, con base en el mantenimiento de los procesos ecológicos y de la diversidad biológica (Meffe et al. 2002). El manejo se enfoca para mantener ecosistemas resilientes y no poblaciones de especies-recurso resilientes (Peterson, 2002). El enfoque va mas allá de tener en cuenta el impacto ambiental de las actividades humanas sobre los recursos, y considera los cambios en la dinámica del ecosistema. Pero tal vez una de las implicaciones mas profundas del manejo de ecosistema, tiene que ver con los aspectos institucionales y políticos. Mientras la resolución de los problemas en la aproximación tradicional es vista como responsabilidad exclusiva o principal de las instituciones designadas oficialmente para este fin, la aproximación de ecosistema considera todos los actores, sopesando sus visiones, percepciones e intereses. Por ello, si bien en el nuevo enfoque los instrumentos podrían también ser de tipo jurídico o técnico, no deberían ser decisión única de la autoridad ambiental, sino ser producto de un acuerdo social. Se evita de esta forma la polarización de intereses entre adversarios y, en fin, la repetición una vez mas del ciclo patológico de manejo.

La revisión de experiencias similares en otros lugares del mundo (ver Ludwig et al 1993, Meffe et al. 2002)⁴, lleva a pensar que en Fúquene hay todavía cierto espacio para el optimismo; que allí es posible sortear la crisis a condición de que, entre otras cosas, se den cambios en el enfoque de manejo, con base en el conocimiento sobre el funcionamiento de este tipo de ecosistemas (Tabla 1.1).

⁴ Y las experiencias de manejo de lagos a nivel mundial compartidas en la red *Living Lakes* de la cual hace parte la laguna de Fúquene (www.livinglakes.org).

**Tabla 1.1 Contrastes entre el manejo tradicional
y el manejo de ecosistema.
Adaptado de Meffe et al. (2002)**

Manejo tradicional	Manejo ecosistémico
<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en el manejo de algunos servicios ambientales o la extracción de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en un manejo que lleve al balance entre los bienes, servicios ambientales y la integridad ecológica.
<ul style="list-style-type: none"> • Se busca lograr el equilibrio, la estabilidad y el estado de “clímax” en las comunidades bióticas o los ecosistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se reconoce la existencia de ecosistemas dinámicos, que se mueven entre estados alternos de equilibrio estables, determinados en gran medida por su capacidad de resiliencia.
<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en una aproximación que se enfoca en aspectos estructurales de los sistemas ecológicos, y enfatiza el manejo de especies individuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en una aproximación holística, enfocada en los aspectos funcionales, y en las escalas más amplias de la organización biológica (ecosistemas y regiones).
<ul style="list-style-type: none"> • El manejo es prescriptivo y rígido. Define un estado de “deber ser” único e inflexible. 	<ul style="list-style-type: none"> • El manejo acepta la incertidumbre inherente a los ecosistemas y se permite cierta flexibilidad para incorporar cambios.
<ul style="list-style-type: none"> • Las alternativas de manejo las desarrollan las agencias con mandato de manejo de los recursos naturales, o los sitios de interés natural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las posibles soluciones se construyen colectivamente y se desarrollan con participación de todos los actores (“stakeholders”).
<ul style="list-style-type: none"> • Hay confrontación en la búsqueda de las alternativas, y polarización en torno a hechos o visiones únicas que generan controversias en el manejo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las decisiones se toman por consenso: se sopesan escenarios alternativos de manejo, hay compromisos entre las visiones e intereses de los diferentes actores.

En el manejo, la forma como las organizaciones e instituciones encargadas se comportan o usan la información influye en gran medida en los ecosistemas que son manejados (Meffe *et al.* 2002). Un problema en este sentido son los comportamientos de tipo burocrático, que se reflejan en organizaciones (públicas o privadas) que actúan conducida por el rechazo al cambio, visión reduccionista, estructuras rígidas y relaciones de tipo vertical. En este tipo de situaciones la información nueva es vista como un problema, en la medida en que cuestiona las propuestas y acciones previamente establecidas. En general

en este tipo de situaciones no hay espacio para la adaptación. En contraste, están las instituciones con comportamiento adaptativo (Meffe et al 2002) en las cuales hay espacio para la integración de la nueva información, la comunicación hacia adentro y afuera. Pero tal vez la diferencia más importante en relación con los tipos de comportamiento en las instituciones presentados, es la forma como se consideran las acciones no exitosas, las cuales en las organizaciones con comportamiento adaptativo son vistas como oportunidades para el aprendizaje.

1.1.2 Hacia la aplicación del enfoque de ecosistema⁵

El enfoque de ecosistema pretende contribuir a superar la crisis del manejo, previendo las interacciones entre el sistema natural y el social, a diferentes escalas espaciales y temporales. En los sistemas de lagos y humedales, las escalas son de cuenca y de sitio, incluyendo las diferentes unidades ecológicas. Esto permitiría una aproximación al entendimiento de la naturaleza ecológica del cambio ambiental y proponer acciones de gestión comprensivas y realistas. En particular la adopción de este enfoque debería servir para, por ejemplo, relacionar el cambio ambiental con la valoración social del ecosistema. También para formular objetivos de manejo que integren lo biológico y lo económico, o que permitan, en palabras de Gunderdon et al. (1995), “avanzar simultáneamente en la restauración ecológica, la reestructuración de las instituciones y la revitalización del manejo”.

La adopción de este enfoque para los humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá representa un reto técnico y político-institucional. Porque implica formular objetivos de manejo que incluyan la multiplicidad de funciones y valores sociales de estos espacios (Andrade, 2002). Si bien podría decirse que el manejo debe orientarse a mejorar la salud de los ecosistemas, y así maximizar la oferta de bienes y servicios a la sociedad, en la práctica esto implica la resolución de conflictos de intereses entre actores sociales. Por ello en la formulación del manejo se deberán equilibrar los criterios científicos con las visiones y percepciones de grupos sociales. Un resumen de las implicaciones del enfoque de ecosistema en estos humedales se presenta en la Tabla 1.2.

⁵ Los países signatarios del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), entre ellos Colombia, recomendaron el uso del enfoque de ecosistema, como marco general de acción para la conservación de la biodiversidad. Se trata de una estrategia para el manejo integrado de la tierra, agua y los recursos vivos, promoviendo su conservación y uso sostenible de una forma equitativa.

Recuadro 1.1
Fúquene, ¿un caso de patología de manejo?

La gestión de Fúquene representa una oportunidad para incorporar la visión de manejo de ecosistema. En efecto, el enfoque tradicional de manejo ha estado centrado en optimizar el uso del agua y el suelo para la producción pecuaria, mientras las demás funciones y valores del sistema están supeditados o sometidos, a este objetivo principal. Los efectos del manejo se han concebido como externalidades, generando sorpresas y situaciones indeseables, producto de no considerar la dinámica del ecosistema. Los ejemplos abundan. El manejo histórico dirigido a aumentar la productividad económica mediante la habilitación para la industria lechera en parte en tierras otrora pertenecientes al lago o su ribera natural, produjo cambios inesperados en la calidad del agua.

Esto ha generado costos en la provisión de agua potable aguas abajo. La respuesta respondió a una lógica simple. Para controlar el fenómeno de la turbiedad, se propuso la introducción de una especie de la flora, con capacidades de retención de nutrientes, la cual de manera inesperada, está invadiendo grandes extensiones del lago y comprometiendo su capacidad de almacenamiento para el riego. En tiempos recientes, para controlar este efecto, se propuso la introducción de una especie de carpa herbívora, sin anticipar los efectos que puedan surgir de la alteración morfológica de la interfaz tierra – agua. De otra parte, para controlar la invasión de nuevas tierras en las riberas del lago, se propuso la construcción de un canal perimetral como barrera física. ¿Quién podría anticipar los efectos de esta cadena de problemas – soluciones?

El manejo de problemas particulares termina produciendo resultados *inesperados* en el conjunto del sistema. Los manejadores estarán así sometidos a atender las sorpresas, en parte inducidas por el mismo manejo. La sociedad deberá asumir los costos de las externalidades de la falta capacidad de previsión y control. Si a esto le sumamos instituciones con mandatos rígidos, esquemas jurídicos inflexibles e instrumentos técnicos de unas pocas disciplinas, lo más seguro es que no será posible escapar a la patología del manejo.

Tabla 1.2 Implicaciones del enfoque ecosistémico en el manejo de los humedales del valle de Ubaté

Principios de Manejo (según la CDB)	Implicaciones
Aspectos Ecológicos	
La gestión de los ecosistemas implica considerar los efectos actuales o potenciales de sus actividades sobre ecosistemas adyacentes.	Los lagos y humedales deben ser manejados en el contexto de la cuenca: aguas arriba para enfrentar las causas de los problemas ambientales y aguas abajo, para tener en cuenta las consecuencias del manejo.
La conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas debe ser una prioridad del enfoque ecosistémico.	Las áreas que se protegen por la ley son insuficientes para mantener procesos, no incluyen zonas de ronda suficiente y áreas de soporte hídrico.
Los ecosistemas deben ser manejados dentro de los límites de su funcionamiento.	Muchos lagos y humedales han sido llevados más allá de los límites de su funcionamiento normal, lo cual los ha llevado a estados de equilibrio indeseables (degradación). La propuesta de manejo debe definir niveles de calidad ambiental, integridad ecológica y servicios ambientales deseados, realistas en relación con la dinámica del ecosistema y la capacidad efectiva de manejo..
El enfoque de ecosistema debe implementarse a la escala espacial adecuada.	Cada lago o humedal debe manejarse a una escala espacial y temporal que garantice el mantenimiento o recuperación de su integridad funcional. Algunos de los valores compartidos con otros espacios similares (en la unidad biogeográfica), deben manejarse en esta escala.
Los objetivos de manejo deben ser establecidos a largo plazo.	Han primado las decisiones reactivas y de corto plazo. Deben establecerse objetivos en plazos diferentes y en horizontes de varias décadas como mínimo.
El manejo debe reconocer que el cambio es inevitable.	Los objetivos de manejo deben formularse con base en escenarios proyectados de evolución del ecosistema.

Aspectos Sociales	
Los objetivos de manejo de la tierra, el agua y los recursos vivos, son objeto de decisión social.	La participación equilibrada de sectores sociales debe iniciarse desde la formulación de los objetivos de manejo, reflejando cierto nivel de un compromiso entre visiones o intereses.
Balance apropiado entre la integración, la conservación y el uso de la diversidad biológica.	El uso de elementos del ecosistema (físicos como el suelo o el agua) o bióticos (como algunas especies), no debe comprometer la integridad ecológica y la biodiversidad.
Es necesario tener en cuenta la gestión desde un contexto económico.	Debe buscarse la equidad en la distribución de los costos y beneficios de la conservación. El manejo de un ecosistema debe ser auto-sostenible.
Cualquier programa de manejo debe: a) reducir las distorsiones del mercado que afectan adversamente la diversidad biológica, b) diseñar incentivos para promover la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible.	El manejo de los humedales actualmente tiene contra-incentivos: quienes se benefician de ellos no pagan, y quienes pagan, no se benefician de ellos.
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.	Integrar el conocimiento científico ecológico y el local, como insumo para la planificación. Aborrecer la tecnocracia y la mirada disciplinaria parcial.
Aspectos de Gestión	
El manejo debe ser descentralizado al nivel de gestión mas bajo.	La formulación del manejo debe integrar a los municipios, bajo directrices regionales. Las acciones pueden ser ejecutadas niveles inferiores (juntas comunales, veredas, ONGs, fincas, etc).
El enfoque ecosistémico debe involucrar a todos los sectores relevantes de la sociedad y disciplinas científicas.	Generar comités de manejo para los humedales representativos de los actores y sectores con intereses.

1.1.3 Naturaleza del equilibrio ecológico

El enfoque de ecosistema presenta solamente algunos lineamientos básicos para el manejo, y se hace necesario entender mejor la naturaleza e implicaciones del cambio ecológico. El manejo tradicional se ha basado en la concepción de ecosistemas en estado de equilibrio, alcanzado a través de la sucesión ecológica que culmina en comunidades clímax y estables. La acción humana se ha visto como agresión a estos equilibrios⁶. Así, muchos diagnósticos se limitan a describir el cambio de los ecosistemas en relación con un estado original, buscando con la gestión que regrese a éste, mediante prescripciones simples de conservar (preservar o restaurar), apoyadas en instrumentos normativos o técnicos. Mas tarde, a partir de los años cincuenta y sesenta, la visión predominante fue de una naturaleza que debía ser sometida para satisfacer las necesidades humanas, y la clave de armonización se vio en el manejo racional o la ordenación de los recursos naturales, que incluía el manejo de la tierra según su “vocación”⁷.

Pero ni la visión conservacionista, ni la utilitarista, daban cuenta de la dinámica y las relaciones del ser humano con la naturaleza. La ecología como ciencia incipiente vislumbraba ya un alcance mayor en los efectos de la acción humana. Hacia la década de los setenta entró en juego la noción de “ambiente”, “medio ambiente” o “entorno”. La relación *ecológica* entre el ser humano y la naturaleza comenzaba a dibujarse alrededor del concepto de ecosistema, del cual lo humano comenzaba a ser no solo perturbación, sino parte integrante. Con la fusión de los conceptos de paisaje, como configuración espacial y de ecosistema como modelo funcional, se abrió el espacio conceptual para la ecología humana. A partir de ese momento, la lectura de los problemas ambientales es inseparable del concepto de ecosistema, aunque no se agota en él. Con frecuencia las aproximaciones para describir y entender el cambio ambiental se hacen desde la perspectiva exclusiva de las ciencias naturales. El crecimiento económico, el cambio en los ecosistemas o el tipo y función de las instituciones, son aspectos que se consideran como atributos independientes (Gunderson et al. 1995). En la práctica se carece todavía de un marco conceptual que permita entender y resolver las realidades concretas que emergen en la interacción entre la gente y la naturaleza. El enfoque de ecosistema, pretende contribuir en este sentido.

⁶ Tansley el creador del concepto de ecosistema se refirió así: “Considerada como un factor biótico excepcionalmente poderoso, que perturba y trastorna de manera creciente los equilibrios preexistentes en los ecosistemas y eventualmente los destruye, la actividad humana encuentra su verdadero lugar en la ecología”.

⁷ Con base en este criterio el área circundante de la laguna de Fúquene (e incluso las tierras anegadas) tendrían “vocación” de uso pecuario.

1.1.4 Equilibrio y resiliencia

Paralelo al concepto de equilibrio se propuso que los ecosistemas tenían mecanismos para propiciar su mantenimiento o para retornar al estado de partida después de una perturbación. Resiliencia fue el término que se acuñó para denotar esta capacidad (Holling 1973). En el modelo equilibrio – perturbación – regeneración (o restauración) el ecosistema partía y regresaba a un mismo estado. La resiliencia de los ecosistemas perturbados era considerada menor, pues eran vistos como estados transicionales hacia el equilibrio. La evidencia parecía sin embargo contradecir esta visión. Los ecosistemas más naturales eran incapaces de absorber todas las perturbaciones de origen humano, y en todo el globo predominaban ecosistemas degradados, con alta estabilidad.

La degradación comenzó a verse no como un estado transitorio hacia el equilibrio, sino como un estado alterno de equilibrio, con mecanismos que también se oponen al cambio. Mientras los ecosistemas terrestres parecían de alguna manera responder más al modelo recurrente: estado original - perturbación - regeneración (que alcanzaba el estado original), los lacustres aparecían regidos por sucesiones lineales sin retorno⁸. Además, en los sistemas acuáticos continentales, controlados por factores físicos externos tales como los regímenes hidrológicos o las condiciones morfológicas, es frecuente que los diferentes estados por los cuales pasa un sistema se presenten como irreversibles.

Pero no se trata de una discusión puramente académica. El concepto de resiliencia afecta las medidas de manejo. Con el primer concepto de resiliencia, el manejo está dirigido a prevenir el cambio, reduciendo la probabilidad de que el ecosistema se aleje de un estado óptimo o ideal. El objetivo en este caso es mantener las poblaciones y procesos ecológicos de interés, en niveles constantes. Se trata de una resiliencia que es impuesta (o que se pretende imponer) al sistema, lo cual muchas veces significa pretender “preservar lo que necesariamente tiene que cambiar” (Pickett & White 1985). Como resultado del desconocimiento de la dinámica natural se puede disminuir la heterogeneidad del ecosistema, y se pone en riesgo su capacidad de respuesta ante factores exógenos (como el cambio climático) o inesperados. En cambio, el concepto dinámico de resiliencia implica definir objetivos acordes con los límites que establecen los estados alternos de equilibrio de los ecosistemas, su resiliencia y la capacidad humana real de modificarlos mediante el manejo.

⁸ De hecho la mayoría de las experiencias de restauración ecológica, y la teoría emergente corresponde a la facilitación de sucesiones lineales en ecosistemas terrestres.

Recuadro 2.2
Dos definiciones de resiliencia, dos enfoques de manejo.

La resiliencia se ha definido de dos formas diferentes. En la manera tradicional, los mecanismos de resiliencia devuelven el ecosistema al estado de equilibrio presente antes de la perturbación (Holling 1973). Según este concepto, el ecosistema tiene una forma o configuración restringida de funcionamiento, y un único estado en donde alcanza el equilibrio. Se supone que es este estado el que mejor suministra bienes y servicios para la sociedad. Es una resiliencia mecánica. Hay una segunda forma de definir la resiliencia (Walker et al. 1981), en la cual se reconoce para los ecosistemas la existencia múltiples estados en los cuales alcanza el equilibrio, cada uno de ellos con mecanismos de resiliencia propios. Es una resiliencia ecológica.

El cambio en variables llamadas estructuradoras o procesos clave, produce modificaciones en los mecanismos de resiliencia, produciendo como resultado que el ecosistema pase de un estado de equilibrio a otro. Esta resiliencia es pues definida como la magnitud de perturbación que puede ser absorbida por un sistema antes de que cambie de estado, esto es que sea reestructurado con variables y procesos de control diferentes, y que empiece a funcionar de modo distinto (Gunderson et al. 2002).

1.1.5 Los mecanismos de resiliencia y los estados alternos en el manejo de las cuencas de captación y los ecosistemas acuáticos

Los sistemas lacustres y palustres se encuentran entre los mas dinámicos de la naturaleza. Si bien tradicionalmente los lagos y humedales circundantes han sido entendidos como sistemas cerrados, cuyos límites se encuentran en la interfase tierra-agua⁹, actualmente existe un amplio consenso en que para su entendimiento es indispensable reconocer las influencias que se producen en sus cuencas de captación, en especial sus características limnológicas (Wetzel 1990). En escalas de tiempo de días y semanas son alterados por eventos que incluyen las fluctuaciones de la radiación solar y los pulsos de elementos químicos, que se reflejan en la calidad del agua y en la disponibilidad de los nutrientes. En escalas de décadas o siglos, los cambios extremos del clima alteran las conexiones hidrológicas, el nivel del agua hace cambiar la extensión y distribución de los tipos de vegetación palustre, e incluso hacer que el humedal desaparezca por un cierto período de tiempo (Carpenter &

⁹ De hecho en esto se basa la definición operativa que se usa en el marco de la convención Ramsar, y la Política de Humedales Interiores de Colombia.

Cottingham 2002). Los trabajos palinológicos realizados por Thomas van der Hammen en el altiplano demuestran los procesos de cambio que han sufrido estos ecosistemas.

De manera esquemática se pueden distinguir para los sistemas lacustres y palustres dos estados de equilibrio, con mecanismos de resiliencia que se manifiestan desde lo regional hasta lo local y con tiempos de retorno distintos. Es decir, que estos mecanismos operan en diferentes escalas y estabilizan el ecosistema en diferentes estados. El proceso de cambio usualmente se da de un estado de lago oligotrófico (baja productividad, bajas concentraciones de nutrientes y agua clara), o distróficos (baja productividad e influencia de las sustancias húmicas que se manifiestan en el color del agua) a estados eutróficos (agua turbia y exceso de fitoplancton).

Los cambios ambientales, en especial la deforestación, la agricultura o ganadería y la urbanización, rompen los mecanismos naturales de control (ver Recuadro 2.2) y sitúan los sistemas en directa dependencia de los procesos económicos y ambientales en ámbitos más amplios del de su cuenca de captación (Carpenter & Cottingham 2002). De igual manera los tiempos de retorno se hace mayores.

Muchos de esos cambios se presentan como numerosas decisiones puntuales, cuyos efectos son acumulativos en el ámbito de la cuenca. Un típico caso de impactos acumulativos es la deforestación en una cuenca, la conversión de partes de un humedal o la contaminación puntual del mismo. Los impactos acumulativos representan un reto para el manejo, toda vez que las acciones individuales que lo ocasionan usualmente no son objeto de regulación o reglamentación (Gosselink et al. 1990); y son decisiones individuales se toman con racionalidad económica a nivel de finca o predio, sin tener en cuenta los procesos ambientales que generan en el ámbito del paisaje. Por ejemplo la eutrofización es el resultado del aporte de nutrientes a partir de fuentes puntuales y no puntuales en la cuenca de captación. Las fuentes no puntuales se derivan de ciertas maneras de utilizar la tierra para la agricultura y que causan erosión. Además el manejo inadecuado del estiércol del ganado y la excesiva fertilización de los cultivos incrementan el proceso eutrófico. El desarrollo urbano también contribuye enormemente pues aporta residuos que alteran la calidad del agua y producen sedimentación. Aunque difícil de controlar, las fuentes no puntuales, se pueden reducir con cambios en el uso de la tierra que incluyen al menos la ampliación de las franjas de vegetación alrededor de quebradas, ríos y lagos, la reducción de la cantidad de fertilizantes en los cultivos y un manejo adecuado del estiércol del ganado y de los rebaños de animales que pastan alrededor de estos ecosistemas acuáticos (Carpenter & Pace 1998). En cuencas rurales, las decisiones que los afectan, como el uso de fertilizantes o la densidad del ganado, dependen de la demanda de los productos pecuarios en el ámbito regional y nacional, la cual

no está acoplada con los límites de resiliencia del ecosistema. Otras fuerzas que afectan los lagos en ámbitos mayores son el cambio climático (también atribuido a la acción humana) y la globalización de la biota invasora.

El paso de un estado al otro puede ser lento, pero no es uniforme. El cambio es episódico, esto es que si bien el cambio acumulativo interno en un ecosistema puede ser lento, el paso de un estado a otro usualmente se percibe como un salto. Muchos lagos en los Estados Unidos por ejemplo, pueden absorber esorrentía de desechos animales de lecherías durante periodos largos sin que muestren daños visibles hasta que se alcanza un umbral, mas allá del cual el lago cambia abruptamente de claro a turbio. Los mecanismos de resiliencia del estado resultante son capaces de mantenerlo de manera estable. El manejo muchas veces implica romper los mecanismos que mantienen el sistema en esa estabilidad indeseada.

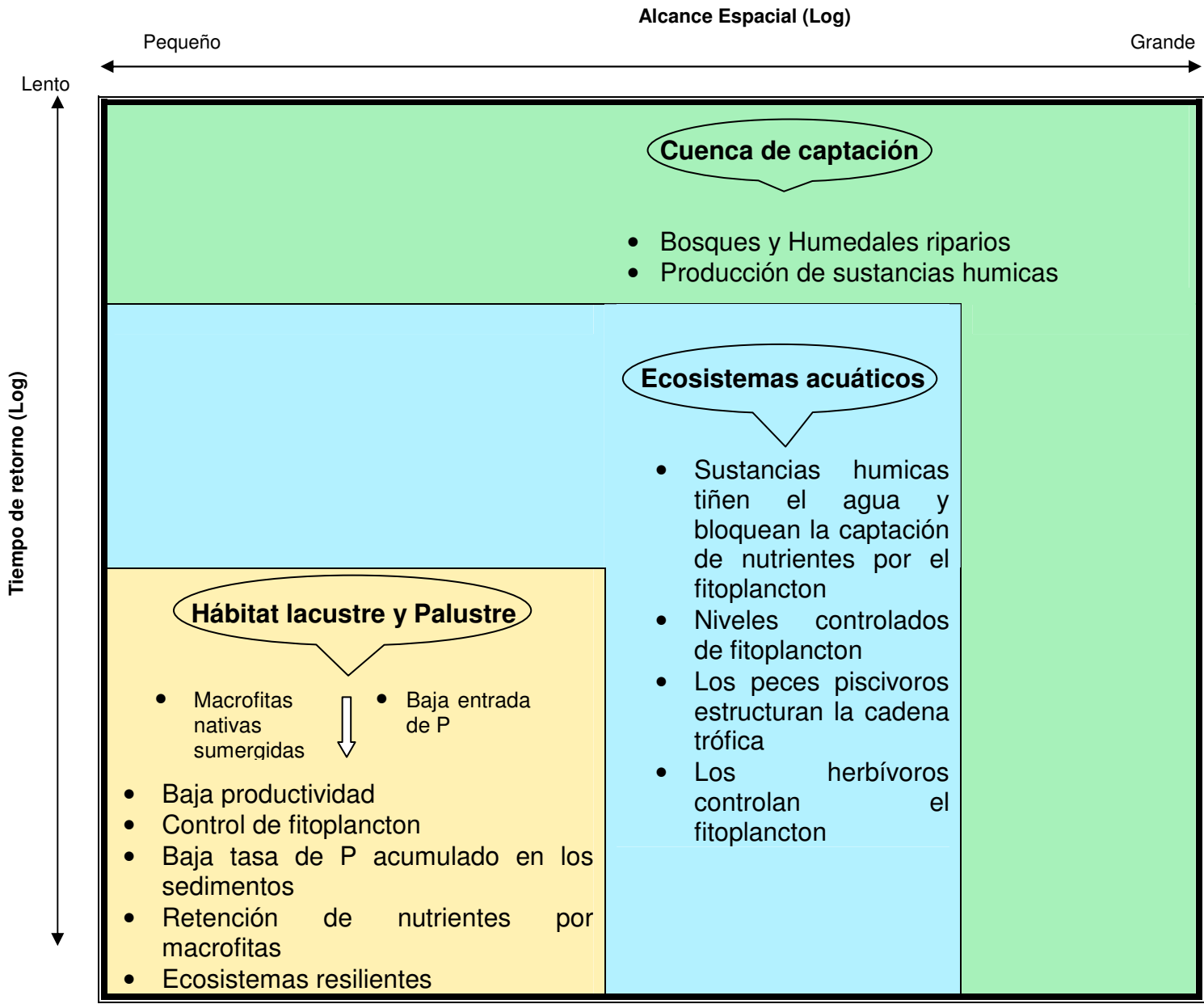
En los sistemas lacustres y palustres donde predominan los procesos naturales, la calidad del agua, la estructura de la cadena trófica y las relaciones entre las escalas de la organización biológica es mantenida por mecanismos internos de resiliencia (Figura 1.1). Los lagos están relativamente aislados de las cuencas de captación por bosques y humedales riparios y circundantes, situación que previene el transporte y entrada de nutrientes. En los lagos prístinos la concentración de fósforo total es del orden de unos pocos microgramos. Igualmente la concentración de nitrógeno es baja (Moss *et al.*, 1996).

También la producción de sustancias humicas en las áreas circundantes suprime la asimilación de los nutrientes por el fitoplancton, previniendo el crecimiento exagerado de las algas. Las macrófitas nativas sumergidas también controlan la carga de nutrientes provenientes de las áreas circundantes, y producen oxígeno que contribuye a disminuir la tasa de liberación del fósforo de los sedimentos. Además, los procesos de denitrificación que se suceden en la vegetación litoral disminuyen la disponibilidad de nitrógeno. Igualmente en este tipo de sistemas naturales el fitoplancton es controlado por especies de zooplancton de gran tamaño, lo cual garantiza que los eventuales pulsos de fósforo que sucedan en las cuencas sean transferidos a niveles tróficos superiores y se acumulen en las algas. Por último, el fósforo acumulado en los sedimentos no se recicla, pues es inhibido por varios mecanismos biogeoquímicos.

En síntesis, los mecanismos de resiliencia involucran los efectos de la sombra producida por las macrofitas, la influencia de las sustancias húmicas, provenientes de bosques y humedales riparios, en la estructura térmica de los lagos y el cambio en el metabolismo del ecosistema (Carpenter & Pace, 1997). Sumado a los mecanismos de control de la entrada y asimilación de nutrientes, esta la forma y profundidad del ecosistema acuático. Estas son dos características de particular importancia en el crecimiento y expansión de las plantas acuáticas y que contribuyen en el balance entre las macrófitas y la comunidad de del fitoplancton en los lagos prístinos. Esto se debe al efecto que la profundidad tiene en la iluminación del fondo pues en muchos lagos el desarrollo de macrófitas no es posible a más de 3 o 4 metros (Moss *et al.*, 1996).

Global

- Clima
- Procesos atmosféricos



Rápido

Figura: 1.1 Principales interacciones en la dinámica normal de los lagos (Adaptado de Carpenter, S. & K. Cottingham, 2002)

En los ecosistemas acuáticos con influencia de origen antrópico la situación es diferente. Los sistemas lacustres y palustres afectados por la actividad humana se caracterizan por el aumento de nutrientes provenientes de las cuencas, por deforestación, uso agropecuario y urbanización, procesos que resultan en la eutrofización.

De particular importancia es el fósforo, que promueve el crecimiento de vegetación acuática, y cuya concentración en el agua esta directamente relacionada con la densidad de ganado vacuno en la cuenca produciendo la llamada “eutrofización cultural”. El balance natural entre el fósforo (P) y el carbono orgánico disuelto (COD), esta condicionado por los procesos que se dan en la cuenca de captación y las perturbaciones que lo modifican en relación con sus procesos internos, producen los estados eutróficos o distróficos.

El síndrome de la eutrofización es mantenido por varios mecanismos de retroalimentación que incluyen aporte de nutrientes, principalmente por escorrentía (Carpenter et al 1998), la pérdida de especies de macrófitas nativas, una muy eficiente resuspensión de nutrientes desde el sedimento y su posterior inclusión en el ciclo de la cadena trófica, además de una alta tasa de depredación sobre el zooplancton y cambios en la estructura de la comunidad debido a la sobrepesca y a la pérdida de hábitat (Carpenter & Pace 1997). A su vez el estado distrófico es mantenido por la entrada de carbono orgánico disuelto (en especial la fracción refractaria) y por los aportes de sustancias húmicas desde la vegetación riparia y palustre. La sombra que ocasiona el COD sobre el fitoplancton contribuye a la reducción de la productividad primaria en los lagos y por lo tanto previene el estado eutrófico (Carpenter & Pace 1997). Los grandes pulsos de COD que ocurren cuando los humedales son temporalmente inundados, se mantienen por largos períodos de tiempo y desaparecen lentamente. Estas altas concentraciones de COD actúan en sinergia con los altos niveles de presencia de fitoplanctivos e impiden que el fitoplancton responda positivamente a la entrada de P.

Si no hay inundación de las áreas de humedal, por las alteraciones en el régimen hídrico, disminuye el aporte de COD hacia los hábitats lacustres con las consecuencias previsibles. Así el estado eutrófico puede ser exacerbado por la pérdida de áreas de humedal (Figura 1.2). A este respecto Weller *et al.*, 1996, demostraron que las áreas de humedales riparias, localizadas en quebradas de mediano y segundo orden, podían explicar gran porcentaje (88%) la variación del aporte de la descarga de fósforo en los ecosistemas acuáticos. Además al comparar una hectárea de cultivos agrícolas y una hectárea de humedal ripario encontraron que esta última es varios ordenes de magnitud más importante en la reducción del fósforo de lo que es la hectárea agrícola en su producción. Igualmente, al disminuir la vegetación palustre se reduce el aporte de COD y disminuye la capacidad de los ecosistemas acuáticos (en la escala regional)

para retener agua y nutrientes (Wetzel 1990, en Carpenter & Pace 1997). Así, en la medida en que aumenta la entrada de P este es acumulado como biomasa en el fitoplancton y se incrementan los síntomas de la eutrofización (Carpenter & Pace 1997). Lo anterior es una razón más para promover la protección de los humedales riparios, no sólo en los ecosistemas que se pretende manejar, sino en todas las áreas de la cuenca de captación donde estos se ubican.

Alcance Espacial (Log)

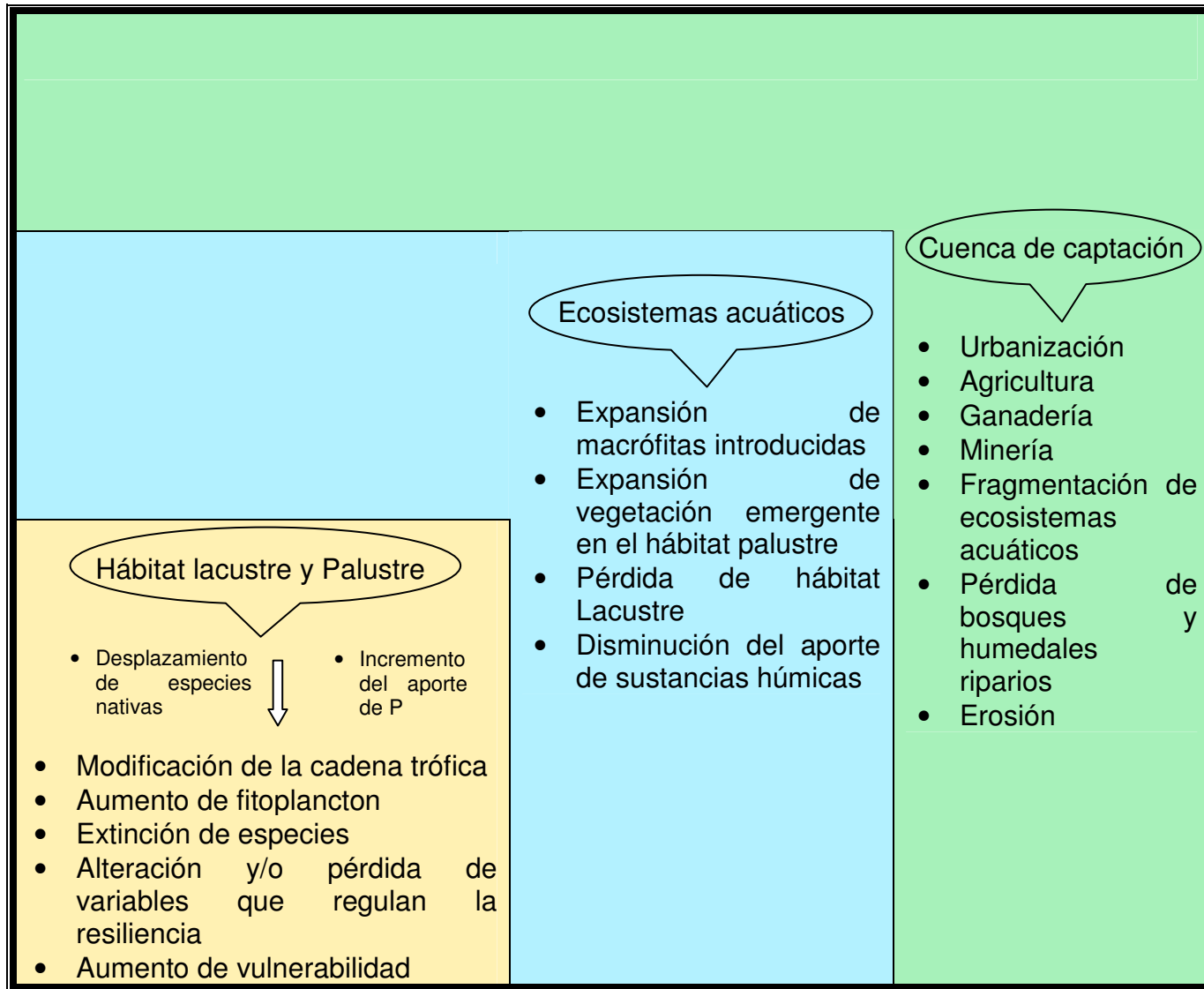
Pequeño

Grande

Lento

Tiempo de retorno (Log)

Rápido



Global

- Cambio climático
- Especies exóticas
- Contaminantes

Figura: 1. 2 Principales interacciones en la dinámica patológica de los lagos con alteraciones de origen antrópico

La transformación del paisaje y las alteraciones que se producen en los procesos hidrológicos, químicos y físicos, modifica la frecuencia relativa y la duración de los estados oligotróficos, distróficos y eutróficos en una cuenca de captación. Además los efectos de los fenómenos climáticos interactúan con las intervenciones humanas en el paisaje e intensifican los efectos mutuos. Probablemente estas interacciones determinen los estados tróficos de los lagos durante el siglo XXI (Carpenter & Pace 1997).

Revertir el estado eutrófico requiere tratamientos que rompan el ciclo de retroalimentación que lo perpetúa. Para ello es necesario el manejo en un ámbito mucho más amplio que el del sistema lacustre y palustre. Debe darse en la cuenca de captación. Además el manejo debe ser en períodos no sólo de años, sino que décadas (Carpenter et al. 1998). Es decir que debe existir una correspondencia precisa entre la escala de manejo temporal y la espacial, con aquella en la que ocurren los procesos que determinan el estado de estos ecosistemas. El manejo en el ámbito espacial y temporal en que se manifiestan las respuestas rápidas, sin considerar los procesos que alteran las estructuras y funciones de los ecosistemas, siempre estará llamado al fracaso.

En el ciclo típico del manejo de los ecosistemas acuáticos para reducir la eutrofización, se presenta una fase en la cual se canalizan esfuerzos para disminuir el efecto del fenómeno, en la escala local. La eutrofización por fuentes no puntuales es un problema significativo en los humedales y las soluciones que se han intentado para combatir el problema no son sostenibles en el tiempo y además pueden producir problemas adicionales en el ecosistema. Entre los errores típicos que se comenten, según Carpenter et al (1998) se encuentran el dragado para la remoción de los sedimentos, el corte y remoción de las malezas acuáticas y la biomanipulación para incrementar el pastoreo del fitoplancton por el zooplancton (Cook *et al*, 1993 en Carpenter *et al.*, 1998). Estas medidas requieren esfuerzos de manejo continuo, que se hacen insostenibles y fracasan con consecuencias nefastas. Además hay evidencia que únicamente reduciendo la cantidad de fósforo en la cuenca de captación disminuirá el fósforo total en los lagos y humedales. Esto debido a que el suelo es un gran reservorio de P con una tasa muy lenta de eliminación que determina en el largo plazo el flujo del nutriente hacia los lagos y por lo tanto mantiene el control del estado eutrófico. Así, aun cuando se establezcan estrategias para disminuir el P dentro del lago, a través del manejo de las áreas riparias (para minimizar el flujo), estas no tendrán el alcance adecuado para combatir la eutrofización cultural (Andersen *et al.*, 2000)

Si por el contrario se atacara el origen del problema, reduciendo los aportes desde las fuentes no puntuales probablemente la solución alcanzaría la sostenibilidad del efecto deseado. Esto requiere un esfuerzo mayor, en espacio

y tiempo, pues es imprescindible el cambio masivo del uso de la tierra en el ámbito la cuenca, o un cambio tecnológico o grandes inversiones¹⁰.

1.1.6 La interacción de los mecanismos de resiliencia entre escalas de la organización biológica como garante de la conservación de la biodiversidad funcional y la restauración de la salud del ecosistema

El aislamiento de las actividades humanas y sus efectos, de los espacios que presentan especial valor biológico ha sido durante mucho tiempo el tema central en el manejo de las áreas naturales protegidas. Sin embargo, la conservación en los ecosistemas acuáticos continentales se enfrenta al hecho que es imposible aislar del efecto humano elementos y funciones que están ecológicamente interconectadas. En los lagos y humedales la combinación de la biodiversidad funcional dentro de cada escala de la organización biológica y la redundancia funcional entre estas escalas es un atributo fundamental de los ecosistemas porque hace posible que estos sistemas resistan y puedan reestablecerse después de las perturbaciones ecológicas menores (Forys & Allen, 2002). Pero cuando hay pérdida de especies nativas, su función ecológica (p.ej. polinización, dispersión, depredación y parasitismo) puede que no sea reemplazada por las especies exóticas. Probablemente la composición de estas últimas no sustenta los procesos que mantienen la estabilidad y resiliencia del ecosistema. Además el mantenimiento de los mecanismos de resiliencia se sustenta no sólo en los vínculos entre especies. También las relaciones cruzadas de los procesos físicos, químicos y ecológicos entre escalas temporales y espaciales hacen posible la recuperación del ecosistema (Holling, 1992 en Walters, 1997)

Los enfoques de la conservación de la biodiversidad en sistemas lacustres y palustres se deben ver afectados por el reconocimiento de la dinámica y la estabilidad de los estados alternos de equilibrio. Usualmente los saltos entre estados de equilibrio conllevan cambios en la biodiversidad. Muchos de estos cambios pueden significar pérdida de especies. Cuando hay extinción la capacidad de respuesta del sistema depende del grado de redundancia. Es decir de la posibilidad de que otra especie asuma la función ecológica de la especie extinta. Cuando todo un grupo funcional es afectado se puede debilitar la capacidad del sistema para adaptarse a cambios en el largo plazo, es decir que hay reducción de las propiedades de la resiliencia (De Leo & Levin 1997).

¹⁰ Uno de los casos mas notorios en este sentido en el ámbito mundial es el del Lago Constanza, entre Alemania, Suiza e Italia; en el cual a través de multi-millonarias inversiones para el control de nutrientes en una cuenca altamente urbanizada y con usos agropecuarios, se logro revertir un estado eutrófico y patológico (ver: www.livinglakes.org)

Igualmente la capacidad de respuesta está influenciada por la invasión de especies exóticas que afectan la estructura y conformación (estado de equilibrio) del ecosistema. Las invasiones son usualmente el resultado de cambios ambientales, pero también pueden ser consideradas como causa de la estabilidad del estado degradado. Es decir que aumentan la resiliencia del sistema. En estas circunstancias, cuando el objetivo es mejorar la diversidad funcional del ecosistema se necesita recobrar su heterogeneidad característica y restaurar procesos ecológicos. Sin embargo, si el objetivo es manejar o mejorar el hábitat de especies que son objeto especial de conservación, por estar amenazadas en el ámbito global, las acciones no necesariamente coinciden con el manejo que busca recobrar la integridad funcional del ecosistema.

En términos ideales (recobrar) la integridad del ecosistema en sí mismo garantizaría la conservación de todos los elementos característicos y funcionales de la biodiversidad. Sin embargo, en el mundo real se dan situaciones que hacen el proceso un poco más complejo. No es fácil encontrar concordancia entre los objetivos de conservación de elementos de la biodiversidad amenazada y la restauración de la biodiversidad funcional del ecosistema.

En muchos casos además se presentan conflictos de intereses en sitios en donde el desarrollo histórico ha creado nuevos valores ecológicos, en especial cuando los nuevos valores son fuente de bienes y servicios ambientales para la sociedad. Es el caso típico de las especies introducidas que representan algún beneficio económico. También en situaciones en donde el manejo, cualquiera que ésta haya sido, ha creado condiciones propicias para el establecimiento y recuperación de especies bajo algún grado de amenaza. Incluso algunos procesos de deterioro resultantes del ciclo patológico del manejo, pueden también haber propiciado el mejoramiento, al menos temporal, del hábitat de especies en peligro de extinción. Por ejemplo, la regulación del patrón hidrológico por métodos artificiales puede permitir que algunas especies amenazadas prosperen en ciertas zonas palustres en sitios antes ocupados por sistemas lacustres¹¹. En estas circunstancias, los esfuerzos de restauración del carácter ecológico original de los humedales degradados (que requiere la restauración del nivel de saturación de agua) podría afectar las especies amenazadas. En estas circunstancias es más difícil llegar a un acuerdo público de manejo o restauración que implique, la pérdida de algunos beneficios económicos o una amenaza sobre las especies en peligro.

¹¹ El descenso del nivel de agua en una laguna propicia la expansión de flora palustre que constituye el hábitat de especies de aves acuáticas residentes y migratorias

En Fúquene (así como en otros humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá) la biota lacustre es la que más se ha visto afectada históricamente. El zambullidor andino *Podiceps andinus* ya está extinto y el hábitat de plantas enraizadas sumergidas nativas ha sido invadido por especies exóticas. Actualmente la biota palustre es la que está más amenazada, y es por lo tanto la que representa el objeto de conservación más importante en el ámbito global (Varty et al. 1985, ver Fjeldsa 1993, Renjifo et al. 2002). En este sentido, la disminución de la profundidad del lago (proceso determinante en la degradación y cambio de estado del sistema (van der Hammen 1998) aumenta la extensión de la vegetación palustre a costa del hábitat lacustre, incrementando la disponibilidad de hábitat para las especies más amenazadas, las cuales, al menos temporalmente, se ven beneficiadas con estos cambios. Para la recuperación de esta integridad funcional el aumento exagerado de vegetación palustre requiere manejo. En este proceso los dragados tienen el riesgo de poner en peligro la sobrevivencia de poblaciones relictuales palustres. Igualmente la introducción de especies exóticas, como algunos peces, puede contribuir a producir transiciones irreversibles en el sistema y es un proceso indeseable desde el punto de vista del mantenimiento de la integridad característica del sistema, pero aumenta la oferta de alimento de aves que son objeto de conservación especial¹². Incluso, se ha observado que la proliferación de plantas acuáticas invasoras es un fenómeno que ha dificultado enormemente la navegación, lo cual aparentemente ha significado en una disminución de la presión de caza y el mejoramiento de las poblaciones de aves.

Adicionalmente, el uso de recursos, tales como la pesca que involucra especies introducidas y endémicas, o la utilización de los juncales, son procesos que tienen efectos ambivalentes sobre la integridad de la laguna y su biodiversidad. Establecer objetivos de conservación biológica en un ecosistema dinámico como éste no es fácil, y requiere no solo de la identificación de las especies que son objeto de conservación prioritaria (tarea ya realizada), sino ante todo entender cómo su mantenimiento se ve afectado en relación con la dinámica ecológica del sistema y los compromisos que esto acarrea para la gestión de sus servicios ambientales múltiples.

¹² Este es el caso del águila pescadora migratoria *Pandion haliaetus*, especie que se beneficia ampliamente de los peces introducidos (Cesar Márquez, comunicación personal).

1.1.7 Aspectos económicos del manejo

En términos mas generales, en el ámbito nacional y global, los lagos y humedales representan “activos ecosistémicos” (Daily y Ellison 2002), los cuales se están convirtiendo en bienes escasos, mientras el valor económico del trabajo de la naturaleza que soporta sistemas productivos, no se refleja en los balances. La pérdida o disminución de servicios ecológicos de purificación de agua por ecosistemas, aumenta el costo de tratamiento. Una mínima cuantificación del valor económico de los servicios ambientales de los ecosistemas, como en el caso de los lagos, llevaría rápidamente a justificar y hacer posible no solo su conservación, sino extenderla a porciones mas amplias del territorio. Se estima que, en el caso de los Estados Unidos, por lo menos el 12% del territorio se podría conservar solamente atendiendo a argumentos de tipo económico¹³. En Bogota por ejemplo, el valor económico del trabajo de depuración que realiza el páramo de Chingaza es simplemente astronómico, pues entregar al consumidor la misma calidad a través de procesos de filtración artificial significaría inversiones multimillonarias.

La aplicación del enfoque de ecosistema en el manejo de sistemas lacustres implica además de la valoración económica en el ámbito nacional, superar desequilibrios regionales en la distribución de los costos y beneficios del manejo ambiental. Durante décadas, el discurso que sustenta la conservación de las áreas con especial valor ambiental ha venido evolucionando. Al principio se argumentaron beneficios para las generaciones futuras o para toda la humanidad, y luego se paso al reconocimiento de costos y beneficios actuales. En lenguaje económico la equidad depende del balance entre las externalidades positivas y las negativas (Daily y Ellison 2002). Las primeras son aquellas actividades que benefician a gente que no paga por ellas y las segundas perjudican a gente que no recibe compensación. En los lagos este desequilibrio es aun mucho mas notorio, pues aquellos actores que causan el problema, no se benefician de manera suficiente de la restauración, mientras que quienes se beneficiarían de la restauración no son quienes causan la degradación (Carpenter y Cottingham 1997).

En Fúquene es claro que hay un sector económico que usufructúa sin pagar por los beneficios del ecosistema¹⁴, proceso en el cual se generan efectos negativos que se trasladan como costos (o paradójicamente como eventuales beneficios) a sectores que derivan su existencia directamente del uso de los

¹³ Se estima que, en el caso de los Estados Unidos, por lo menos el 12% del territorio se podría conservar solamente atendiendo a argumentos de tipo económico (Walter Reid del “*Millenium Ecosystem Assessment*”, citado por Daily y Ellison 2002).

¹⁴ De hecho la carga tributaria predial y sobre ventas es normal y no hay ningún pago adicional o específico dirigido a cubrir el mantenimiento o desgaste del ecosistema.

recursos naturales, o a toda la sociedad. Hay pues varios bienes y servicios ambientales que entran potencialmente en conflicto; por ejemplo la calidad del agua en el río Suárez, o el deseo a pagar de los habitantes de Bogota por un área protegida llena de valores naturales. Este tipo de balance económico según servicios ambientales y actores no se ha planteado, y es esencial para formular medidas de manejo que tengan viabilidad.

1.1.8 Actores sociales y objetivos de manejo

La aplicación de medidas de manejo puntuales y de corto plazo, para un fenómeno que funciona en escalas espaciales y temporales amplias, presenta un riesgo mayor para el fracaso. El fracaso, es producto de la dinámica patológica de interacción entre aspectos biofísicos, sociales e institucionales, el cual se caracteriza por un periodo de impotencia o inactividad institucional y desconfianza de los actores sociales hacia las instituciones. Usualmente estos periodos son largos, y mientras se suceden, el ecosistema mismo y los objetivos de la sociedad para su manejo, pueden haber cambiado. Así los programas de manejo basados en aproximaciones estáticas y puntuales, usualmente ya no corresponden con los problemas del ecosistema en continuo cambio, como tampoco con las preferencias de la sociedad (Carpenter et al. 1998).

Para definir un marco conceptual de manejo para la laguna de Fúquene, se hace necesario contar con un panorama claro de cuales son los actores sociales que intervienen en el proceso, cuales son sus percepciones e intereses, y como estos afectan y de que manera la dinámica ecológica del sistema. En el caso de los humedales de la Sabana de Bogota, cuyas variadas funciones ambientales representan una gama amplia de valoración para diferentes actores sociales, la clave de su manejo integral esta en que la sociedad sea capaz de formular objetivos de manejo que sean amplios y comprensivos. Es claro sin embargo que se presentan con frecuencia conflictos por resolver, cuando el manejo para un determinado objetivo social entra en contradicción con otros objetivos también de la sociedad. Para estos casos ha quedado ya claro que la sociedad en su conjunto, a través de la normatividad nacional e internacional vigente, ha decidido ya sobre cuales deben ser los criterios de prelación en relación con los valores que deben ser objeto de manejo en cada caso. Aun así, apelar solamente al criterio jurídico, en escenarios donde priman altos intereses económicos y políticos, como es el caso de Fúquene, podría retardar aun más la construcción de un acuerdo social e institucional para el manejo.

Por este motivo, en el presente trabajo se propone una primera aproximación para realizar un análisis de actores sociales, buscando develar cuales son sus percepciones e intereses, y los efectos de sus actividades específicas en la dinámica del ecosistema. En esta primera aproximación se presenta una

tipificación general de los actores sociales alrededor del complejo de humedales, sin embargo, y dada la trascendencia de este tema para el futuro de las lagunas, es necesario ampliar este análisis. Es necesario por ejemplo, caracterizar los actores, identificando no sólo el tipo de ocupación sobre el terreno (propiedad, alquiler, etc.) sino su percepción y futuro ligado a los ecosistemas. Esto será objeto de desarrollo en la siguiente fase del proyecto.

El proceso busca establecer claramente que tan compatibles o no serían los objetivos sociales de manejo, y que tipo de alianzas, y correctivos serían necesarios para llegar a un manejo lo más inclusivo posible, y por lo tanto más realista y eficiente en términos sociales.

Hace más de medio siglo, en los años 1930 y 1940, Aldo Leopold introdujo la dimensión humana en la conservación de los ecosistemas. Reconoció que en la conservación efectiva es necesario el entendimiento de la relación entre las personas y de éstas con el ambiente. Esta "ética de la tierra" se basó en la manera como la sociedad supone la salud del medio ambiente en el largo plazo mientras toma decisiones de uso y manejo en el presente (Meffe *et al.* 2002).

La visión de Leopold anticipó la base del enfoque ecosistémico de manejo actual, con el cual se superan los enfoques que oponen la conservación a las necesidades humanas, y por el contrario los integra en el entendimiento de las interacciones que suceden en los sistemas naturales y sociales. La adopción de este enfoque debe servir para, por ejemplo, relacionar el cambio ambiental con la valoración social de los ecosistemas. El enfoque ecosistémico va más allá de tener en cuenta el impacto ambiental de las actividades humanas sobre los recursos, y considera los cambios en la dinámica del ecosistema. Pero tal vez una de las implicaciones más profundas del manejo de ecosistema, tiene que ver con los aspectos institucionales y políticos. Mientras la resolución de los problemas en la aproximación tradicional es vista como responsabilidad exclusiva o principal de las instituciones designadas oficialmente para este fin, la aproximación de ecosistema considera todos los actores, sopesando sus visiones, percepciones e intereses.

En el ámbito mundial, en el manejo de las cuencas de captación de los ecosistemas acuáticos la evidencia indica que aún cuando la tierra sea propiedad pública en un 70% y el manejo sea ejercido o asignado a las agencias públicas, este manejo no se puede dar, y muchos menos ser exitoso, si no se han involucrado las comunidades locales.

Además, si bien en el nuevo enfoque los instrumentos podrían también ser de tipo jurídico o técnico, no deberían ser decisión única de la autoridad ambiental, sino ser producto de un acuerdo social. Se evita de esta forma la polarización de intereses entre adversarios y la repetición del ciclo tradicional y

patológico del manejo. El enfoque ecosistémico debería servir también para formular objetivos de manejo que integren lo biológico y lo económico, o que permitan, en palabras de Gunderson *et al.* (1995), “avanzar simultáneamente en la restauración ecológica, la reestructuración de las instituciones y la revitalización del manejo”.

Un primer paso para integrar la dimensión humana en el manejo es identificar y establecer los intereses de los varios actores entorno al ecosistema. Más allá de este primer paso, y para trabajar hacia un manejo efectivo, está la habilidad para desarrollar relaciones duraderas entre personas que piensan y actúan de manera diferente alrededor del sistema natural.

Los actores sociales (en inglés “*stakeholderS*”) son todos aquellos que tienen un interés particular en algún aspecto relacionado con el ecosistema. Pueden ser grupos de personas, organizaciones, instituciones y algunas veces individuos. Pueden estar en cualquier posición en la sociedad, desde el nivel internacional hasta el nacional y local. Incluye las personas e instituciones que desarrollan las políticas, los planificadores y administradores en los ministerios, investigadores, ONG’s, etc. En fin, todo aquel que afecta o está siendo afectado por las políticas, decisiones o acciones dentro de un sistema particular (Grimble & Wellard, 1996).

Debido a que los intereses y el grado de incidencia de los diferentes actores varían, es importante distinguirlos en categorías que reflejen su interés y grado de incidencia. La categorización de actores sociales entorno al complejo humedales del valle de Ubaté, que se muestra aquí, se presenta como una herramienta analítica sin por ello querer significar que no hay sobreposición, e incluso contradicción, en cuanto a la valoración e influencia que los actores sociales hacen de su entorno ambiental. Sin embargo una clasificación es siempre útil para, por ejemplo diseñar estrategias de acercamiento que dependerán del actor social con el cual se esté tratando. De manera general los actores sociales están representados por:

Actores Locales

Muchas sociedades alrededor del mundo derivan su supervivencia de los humedales a través de recursos asociados o funciones ambientales que les proveen medidas de subsistencia o excedentes económicos. Se trata de las familias o comunidades humanas que viven en proximidad de los sistemas de humedales y que frecuentemente se denominan con el término genérico de “comunidades”. A este grupo pertenecen las personas que viven, trabajan, se recrean o ejercen algún tipo de rito religioso en cercanías del humedal o dentro de sus límites. Las personas cuyas vidas y bienestar están directamente conectados con el ecosistema son los actores sociales más evidentes de esta categoría. En este caso son los interesados más obvios en las decisiones de manejo pues, puede darse el caso que los trabajos, vivienda o sitios sagrados para estos actores sociales estén en juego¹⁵. También se incluyen en el grupo de “actores locales” a las autoridades locales, las empresas, industrias, establecimientos ubicados en las proximidades del ecosistema.

En el valle de Ubaté el uso de los humedales por las comunidades locales se presenta entre dos extremos. De un lado están los usos destructivos de los humedales que se dan al tratar de apropiar su espacio para otros usos. Por ejemplo el campesino que deseca áreas de humedal para el cultivo o la ganadería. Existe también otro tipo de usos, que si permiten el aprovechamiento sostenible, es decir aquel que no compromete la continuidad de provisión de recursos por parte del ecosistema. Se trata de actividades que implican consumo directo de recursos, tales como la caza y el uso del junco para la elaboración de artesanías y otras que no implican consumo directo, como el turismo, la irrigación y los valores asociados con el significado cultural de estos espacios. Frecuentemente el tipo de uso (destructivo o no) tiene que ver con el grado de desarrollo cultural del grupo humano.

Cuando el uso local de los humedales o de sus recursos es destructivo, se afectan diferentes grupos sociales. Se puede producir un ciclo (patológico) de sobreexplotación del humedal, degradación ambiental, degradación social y de nuevo sobreexplotación que se repite una y otra vez hasta llevar a los ecosistemas más allá de los límites de su resiliencia. Este proceso implica la pérdida de bienes y servicios para la sociedad. En la laguna de Fúquene por

¹⁵ Por ejemplo, la propuesta de restablecimiento de un nivel de agua mayor del actual en la laguna de Fúquene para recobrar parte de la integridad ecológica del humedal, implicaría la anegación de tierras en la ronda del ecosistema. Estas tierras pueden estar siendo ocupadas por comunidades locales que verían inundados sus sitios de vivienda y trabajo. Es entonces indispensable que la toma de esta decisión se acompañe de la participación activa de los actores sociales sobre los cuales el impacto, es decir la forma como perciben los efectos de la medida, es directo. La participación en la decisión de estas comunidades debe darse desde el principio con información clara y exacta sobre las implicaciones reales del incremento del nivel de la laguna.

ejemplo, se ha demostrado como la degradación histórica del humedal ha estado acompañada por un cambio en los sistemas de uso y valoración del ecosistema, proceso en el cual es notoria la pérdida de algunas de sus funciones sociales importantes.

Los actores sociales locales por otra parte se ven afectados por actores del ámbito regional y nacional. Por ejemplo, en los humedales de los altiplanos andinos frecuentemente se da el fenómeno de minifundio el cual convive en Colombia al lado de las grandes haciendas ganaderas, y en ocasiones en cercanía a humedales, situación en la que los campesinos están estrechamente relacionados con estos espacios (mediante actividades de recolección, por ejemplo) que son propiedad pública.

Las actividades agro-industriales en la cuenca de captación reguladas por la dinámica económica regional o nacional (en la cuenca de la laguna de Fúquene el ejemplo más sobresaliente es el uso del agua para el distrito de riego) ejercen una demanda alta de agua y tienen efectos directos sobre el sistema. Así, el ecosistema es forzado a producir de acuerdo con las fluctuaciones de la demanda del mercado y no dentro del límite de estabilidad natural lo cual conlleva cambios y pérdida de la integridad ecológica de los humedales.

Estos procesos agro-industriales disminuyen la posibilidad que tienen los campesinos de hacer uso de los recursos que proveen los humedales. Un ejemplo claro de esto es la sobreexplotación de los recursos asociados cuando el ecosistema se encuentra en estado de tensión. Por ejemplo, el uso del junco o de otras plantas características de los humedales puede aumentar en respuesta al agotamiento de otras fuentes de ingresos, como la prestación del servicio de transporte acuático. En la laguna de Fúquene el transporte acuático era ofrecido por pobladores locales como una actividad económica adicional que generaba un pequeño excedente a las familias. Actualmente debido a la invasión del Buchón (*Eichornia crassipes*) y la Elodea (*Egeria densa*), que es causada por la disminución del nivel de agua y el aporte excesivo de nutrientes desde la cuenca de captación, las familias asentadas en las orillas se vieron privadas de esta actividad económica. Esto afectó la provisión de recursos económicos y de un medio de subsistencia lo cual probablemente es compensado por otros usos del humedal como por ejemplo la recolección de huevos de las especies anidantes en la laguna.

Actores regionales y nacionales

A este tipo de actores pertenecen los grupos humanos que se benefician de los bienes y servicios de los humedales en un ámbito regional. Por ejemplo la ciudadanía que demanda grandes cantidades de agua para uso domestico o industrial y en este caso los humedales de altura, son espacios de enorme importancia para la provisión del agua. En la cuenca de captación Ubaté-Suárez esta función socioambiental está ejemplificada en las más de 21.000 hectáreas del distrito de riego que es abastecido por las aguas del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio y de los ríos y quebradas afluentes y efluentes. Del distrito de riego depende el próspero complejo agroindustrial ganadero y lechero de importancia regional y nacional.

También se encuentran aquí entre otros los gobiernos regionales y nacionales, las instituciones administrativas, las instituciones no gubernamentales de conservación cuyas actividades influyen en los ecosistemas de humedal de la región y las empresas o industrias con actividades de impacto más allá de los límites de su ubicación. Estos actores aún sin encontrarse dentro del humedal o en sus proximidades (p. ej. la ronda) influyen muchas veces de manera profunda en el estado, manejo y conservación del ecosistema.

Actores globales.

Cada vez es más evidente la influencia que tienen en los humedales, los actores globales, representados en grupos sociales con variados intereses. Por un lado están los miembros de las comunidades científica o conservacionista, ONGs ambientalistas o de desarrollo, y funcionarios de las instituciones con incidencia mas allá de las fronteras nacionales. También los ciudadanos de países desarrollados, cuyo deseo es pagar por la conservación de la biodiversidad y por la preservación de los bienes y funciones ambientales de los ecosistemas de humedal (p.ej. la conservación de los humedales que contribuyen a la regulación del clima global).

Otros actores globales son las trasnacionales, cuyos principios de extraterritorialidad para la obtención de ganancias económicas, sumado a la debilidad de los sistemas regulatorios de los países de la región, se constituyen en una amenaza potencial de consideración para los humedales.

1.1.9 Manejo del ecosistema y ordenamiento territorial.

La estructura ecológica simplificada del agro-ecosistemas ha sido objeto de críticas desde la perspectiva ambientalista. El monocultivo, concepto que es aplicable a las praderas manejadas, puede afectar en el largo plazo la riqueza del suelo (van der Hammen, comunicación personal) y cambiar drásticamente el equilibrio de las especies que son consideradas plagas. En el nivel de finca se han mostrado los beneficios de mantener áreas de relictos de vegetación natural, tales como zonas de bosques o de rastrojo, dentro de los agroecosistemas, mejora las funciones ambientales de la misma. Sin embargo es posible que para progresar realmente hacia la construcción de agro-ecosistemas sostenibles, será necesario considerar objetivos de mejoramiento ecológico de mayores dimensiones. En especial cuando, como hemos visto, los procesos que afectan la salud del ecosistema de la laguna de Fúquene, se manifiestan en la escala de la cuenca de captación.

Las directrices para lograr la transformación y enriquecimiento ecológico de los agro-ecosistemas empobrecidos no se pueden lograr exclusivamente a través de modelos de uso racional o de vocación del suelo, según su potencial. Es necesario introducir conceptos ecológicos que sean congruentes en las escalas de lo local a lo regional, esto es de finca, cuenca y paisaje regional. Para ello el concepto más avanzado con que contamos es el de Estructura Ecológica Principal (EEP), que fue propuesto por el profesor van der Hammen, y ya integrado por ejemplo, al Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá. Se entiende por EEP, “El conjunto de ecosistemas naturales y semi-naturales que tienen una localización, extensión, conexiones y estado de salud tales que en conjunto garantizan el mantenimiento de la integridad de la biodiversidad, la provisión de servicios ambientales (agua, suelos, recursos biológicos y clima), como medio para garantizar la satisfacción de las necesidades básicas de los habitantes y la perpetuación de la vida. La EEP es la propuesta de ordenamiento espacial de la cobertura vegetal, del uso y manejo de la tierra y del agua, que garantiza la conservación (preservación y restauración) de la biodiversidad, los recursos biológicos y los servicios ambientales. Las áreas integradas a la EEP deben ser de manejo especial, o protegidas en su acepción más genérica, lo cual no implica en este nivel la definición de categorías particulares como áreas protegidas. En las áreas que han sido fuertemente intervenidas por la acción humana, se ha hablado de “Infraestructura Ecológica” (IE), la cual se define como “el conjunto de relictos de vegetación natural y semi-natural, corredores y áreas a restaurar en los agro-ecosistemas y otras áreas intervenidas del país (centros urbanos y otros sistemas construidos) que tienen una funcionalidad en la conservación de la biodiversidad, la productividad, y la calidad de la vida de la población” (van der Hammen & Andrade, sin publicar). Igualmente, según Leded (2002) la infraestructura Ecológica es: “la cantidad de tierra que se deja como hábitat

para la flora y la fauna, incluyendo elementos lineares (cercas vivas, corredores biológicos) y no lineares (islas de vegetación) en el paisaje”.

La propuesta de una IE es posible a escalas semi-detalladas, con los rasgos principales identificados sólo desde la escala 1:500.000 (es decir su contexto macro-regional). En el caso de la laguna de Fúquene, para que la IE tuviera el impacto deseable, deberá concebirse en el ámbito de la cuenca, pero ser aplicado desde la unidad de producción. Atendiendo a principios aplicados en otros agro ecosistemas se estima que debería cubrir cerca del 7-10% de la cuenca áreas intervenidas, como requisito para la restauración o mantenimiento de un ambiente Un 15% de la IE puede consistir en elementos no lineales y un 5% de elementos lineales, como cercas vivas. saludable (van der Hammen & Andrade 2002). Sin embargo, para el caso del valle de Ubaté, se hace necesario calcularlo de nuevo, con base en el área actual de los ecosistemas naturales o semi-naturales, incluyendo el complejo de humedales, y las áreas necesarias para garantizar la expresión espacial mínima, o de compromiso, para mantener y reestablecer las funciones ecológicas y ambientales. Lee (2002) propone un “Índice de Infraestructura Ecológica” (IIE)¹⁶, el cual podría servir como indicador del estado de avance hacia el cumplimiento de este objetivo.

¹⁶ IIE = Infraestructura Ecológica Alcanzada/ Infraestructura Ecológica Deseada x 100

Capítulo 2. La Laguna de Fúquene

2.1 Ubicación y características físicas

La laguna de Fúquene se encuentra ubicada en el centro del país, entre los 5° 25' y 5° 30' de latitud norte y a los 73° 43' y 73° 47' de longitud al oeste de Greenwich; tiene aproximadamente ocho kilómetros de largo por siete de ancho está a una altura de a 2.550 metros sobre el nivel del mar. Hace parte del Altiplano Cundiboyacense, específicamente del Valle de Ubaté y Chiquinquirá.

La cuenca de la laguna está en la vertiente occidental de la cordillera Oriental de los Andes y en ella afloran rocas sedimentarias de edad cretácea y sedimentos del Cuaternario. Según Cortes et al. (2001) la formación Chiquinquirá y los depósitos cuaternarios son los más importantes por su extensión en la zona, ocupando casi la mitad de la Cuenca (49.2%). Esta formación presenta en el nivel superior arcillolitas con algunas intercalaciones de arenisca arcillosa, en el nivel medio areniscas cuarzosas y compactas de grano fino a medio con diaclasas y en el nivel inferior arcillolitas con intercalaciones de arenisca. Los sedimentos recientes que ocurren en la planicie fluviolacustre corresponden a arenas, arcillas, limos y gravas depositados por los ríos, las aguas de escurrimiento y la acción glacial; el relleno del valle está compuesto, en una gran extensión, por materiales orgánicos solos o recubiertos hacia los bordes por aluviones y coluvios de naturaleza mineral. Hay depósitos fluviales también en los numerosos vallecitos intramontanos que disectan el paisaje montañoso y colinado y en algunos sitios se observan depósitos no muy gruesos de cenizas volcánicas.

Geólogos y edafólogos coinciden en que los sedimentos de la laguna de Fúquene conforman un archivo histórico único. Gracias a los sedimentos allí encontrados, se afirma que la laguna de Fúquene constituye uno de los últimos testigos de una gran cadena de lagunas (lagos) que se situaron hace unos 40.000 años en el Valle de Ubaté ocupaba el área que hoy comprende desde las lagunas de Palacio y Cucunubá hasta la ciudad de Chiquinquirá (Van Der Hammen 1998).

La geomorfología de la zona de influencia de la laguna de Fúquene presenta dos tipos de paisaje con límites muy bien definidos: el de montaña y el de valle. La topografía de montaña con formas quebradas y onduladas en las laderas y escarpes rocosos en las cimas se transforma, abruptamente, en planicie cuya extensión aumenta de sur a norte conformando, después de la población de Ubaté, un amplio valle o planicie fluviolacustre. La laguna de Fúquene está en el centro del valle en el que predomina el relieve plano con tendencia a la

concauidad lo que incide notoriamente en la clase de drenaje (Cortés et al. 2001).

Según Cortes et al. (2001), en los suelos del Valle de Ubaté y Chiquinquirá se observa el fenómeno de la subsidencia, o descenso paulatino del terreno con una inversión topográfica con zonas de forma plano-convexa. Estas tierras denominadas “patangales”, y que hace unas dos décadas todavía se observaban, pasaron a ser dedicadas para la ganadería de leche. En la zona plana emergen algunas colinas de escasa elevación que le imprimen variedad al espectro de geofomas que integran la cuenca.

Las características del ecosistema también fueron modeladas por los abruptos cambios climáticos. Hace unos 40.000 años el clima era mucho más frío y húmedo que el de hoy. Un gran lago ocupaba completamente todo el valle, desde las estribaciones de las lagunas de Palacio y Cucunubá hasta la ciudad de Chiquinquirá. Sus alrededores estaban cubiertos con bosque alto andino y en las partes altas páramos húmedos. Hace 20.000 años, el clima se tornó más seco, con lo cual el lago sufrió una notoria transformación, pues buena parte del área lacustre fue cubierta por vegetación de pantano. Los bosques desaparecieron y el páramo ocupó su lugar (Van der Hammen 1998). Hace 12.000 años un nuevo cambio climático hizo que subiera la temperatura hasta los niveles actuales, la humedad y la precipitación aumentaron considerablemente y de nuevo el nivel de la laguna subió. Cambios en la vegetación evidencian que después de un último intervalo más frío (entre 11.000 y 10.000 años antes del presente) y gracias al enriquecimiento de los suelos por la actividad volcánica de la cordillera Central, los cerros comenzaron a cubrirse con bosques densos de robles, encenillos y otras especies. En la planicie alrededor de la laguna se encontraban pantanos abiertos y bosques pantanosos con abundantes Alisos. Este tipo de ecosistema conformó el paisaje natural, sobre el cual se inició mucho antes de la Conquista la influencia humana.

2.2 Reseña histórica

Vestigios cerámicos correspondientes al período Herrera, permiten afirmar que los primeros habitantes de los territorios aledaños a la laguna de Fúquene, denominada “Siguasínza”, datan del siglo XIV a.c. (Patiño 1992). Las investigaciones arqueológicas de Ana María Falchetti en Sutamarchán (1975), Ana María Boada en el valle de la Laguna de Samaca (1987), Carl Langebaeck, (1987, 1992-3), y los estudios etnohistóricos de Broadbent (1964), Casilimas y López (1982), Lodoño (1983 y 1985), Muñoz y Pineda (1992), dan cuenta de la importancia que tenía la Laguna de Fúquene para el desarrollo cultural de los primeros habitantes.

Al momento de la Conquista los muisca estaban organizados en sociedades jerarquizadas conocidas como cacicazgos basadas en la agricultura de productos tales como maíz, papa, otros tubérculos, fríjol, ají, una variedad de plantas medicinales y algunos frutales (Pineda 1992). El territorio muisca, se encontraba dividido en dos grandes extensiones: al Norte los dominios del Zaque, quien gobernaba desde Hunsá, hoy Tunja, y al sur los del Zipa quien tenía su sede de gobierno en Muequetá o Bacatá, hoy Funza (Falchetti y Plazas 1973, Broadbent 1974 en Muñoz de Pineda 1992). Fúquene estaba situada en la frontera entre el territorio del Zaque, el del Zipa y los cacicazgos independientes, y con otros grupos no muisca como los muzos. Estas investigaciones postulan que la ocupación del territorio y particularmente de las islas (hoy lomas de Susa):

“... está estrechamente ligada a la cosmogonía Muisca donde las lagunas tienen un papel vital en la creación de los hombres. Las características de los asentamientos prehispánicos en la región corresponden, en alguna medida, a una respuesta Muisca ante la presencia de otra etnia (los Muzos) en territorios aledaños, así como a la de comunidades enemigas en la banda norte de la laguna de Fúquene... en tiempos cercanos a la llegada de los españoles, es decir después del avance del Zipa, dicha ocupación correspondería a una estrategia de seguridad y a la vez de avance frente a los tributarios del Zaque ubicados en el lado opuesto de la Laguna”.

Esta fase de ocupación, corresponde a la denominada tipo Herrera, con base en los remanentes arqueológicos. La escasez de vestigios cerámicos de este tipo, y el hecho de que éstos no se encuentran por encima de los 2.650 msnm, lleva a concluir que en este período (significativamente más largo que los períodos Muisca) la densidad demográfica fue muy baja. Aunque las islas están ocupadas desde el período Herrera, durante épocas más tardías la intensidad de ocupación es aún mayor, sin que existan buenas razones ecológicas para ello (Patiño 1992). Los Cacicazgos determinaron el patrón de los asentamientos que se fueron consolidando durante la Colonia. Un nuevo orden político y administrativo se implementa a partir de la conformación del Nuevo Reino de Granada, en el cual los pueblos de Susa, Simijaca, Nemogua, Fúquene y Guachetá quedaron adscritos al directorio de Ubaté, provincia de Santafé, mientras que Ráquira era una villa de Chiquinquirá, en la provincia de Tunja.

En tiempos más recientes las fuentes sobre la región se encuentran en relatos de viajeros y geógrafos, y algunos estudios de antropólogos y etnohistoriadores. Alfred Hettner y Manuel Ancizar (1851) registraron las dimensiones de la laguna y los valles circundantes. Hoy sabemos que la extensión de la laguna ha variado en el transcurso de los años, y que el objetivo de controlar sus aguas también es muy antiguo (Piedrahita: /1666/, I

45, 90; Ancízar, /1851/: 34-37; Zerda, /1883/; Jul 1975 y Hettner, 1976). Estos cronistas afirman:

“la Laguna inundaba zonas que hoy se encuentran descubiertas y el contorno de sus orillas era diferente. Su profundidad también fue mayor y las zonas de pantanos adyacentes a la laguna crecía en las épocas de invierno de ahí surgió la necesidad de hacer canales de desagüe, practica que implementaron los Muisca para impedir la irrupción violenta de las aguas durante las estaciones lluviosas y también la costumbre de cultivar en las laderas de los valles y tierras altas, donde se podía evadir esta dificultad del medio” (Muñoz de Pineda, 1992).

En 1576 el Licenciado Andrés Verdugo y Oquedo dicta un auto para la apertura de una zanja de desagüe del río Susa en la laguna de Fúquene constituyéndose este acto, posiblemente en el primer intento de control de las aguas (Velandia, en Zambrano et al., 1993, citado Cortes et al., 2001). Adriana Muñoz de Pineda (1992) encontró en los Archivos del Siglo XVI los primeros documentos que hablan de la riqueza y dimensiones de la Laguna. Don Antonio González (1592) afirma que la laguna: *“...podría sustentar todo el Nuevo Reino por ser fértiles todas las tierras que se han quitado y tomado en los demás indios”*. Don Juan de Castellanos (/1601/, IV: 298 en “Elegías de Varones Ilustres de Indias, afirma: *“...como le es también esta laguna de Tinjacá, cuya circunferencia es cuatro o cinco leguas, y de ancho 2 leguas poco menos de distancia...”*. Lucas Fernández de Piedrahita se refiere así: *“...otra de Fúquene de más de 10 leguas de longitud y tres de latitud, abundante de peces y origen del gran río Sarabita (Río Suárez) (/1666/I:45)*. Manuel Ancízar en su obra “Peregrinación de Alpha por las Provincias del Norte de la Nueva Granada en 1850-1851”, define el territorio así:

““Desde Ubaté empieza a verse del noroeste los restos del antiguo lago de Fúquene que en su estado original abarcó la llanura entre los altos de Sutatausa y Simijaca y Saboya Sur Norte y los ramales este y oeste de la cordillera. (más de ocho leguas de longitud por lo menos)....Los cronistas mencionan la gran laguna de Cucunubá y Ubaté, lugares hoy enjutos y labrados, lo que hace pensar que era en primero que comenzaba la laguna de Fúquene restos del antiguo mas dulce....antecédele una considerable extensión de terreno anegadizo, apenas desocupado por las antiguas aguas permanentes... Mide la laguna una legua y 1/5 en su mayor longitud y una legua en su mayor latitud, sin contar las ensenadas, y 14 m de profundidad en el centro. Encierra cuatro islas, dos cultivadas por sus pobladores. Trigo, maíz, papas, unas pocas reses y ovejas y en el abundante pescado de la laguna suministran a aquellos pobladores segura subsistencia y sobrantes de fácil cambio en los mercados vecinos, a los cuales salen en las balsas compuestas de haces de junco ”

Con los anteriores relatos se concluye que entre 1666 y 1851, la laguna pasa de medir “más de 10 leguas de longitud y tres de latitud” a medir “una legua y 1/5 en su mayor longitud y una legua en su mayor latitud, sin contar las ensenadas, y 14 m de profundidad en el centro”, es decir su área disminuyó cerca de un 90% durante el transcurso de 185 años.

Históricamente los cambios no solo se han visto en la laguna misma, sino en la cuenca de captación. Estudios de polen realizados por Van der Hammen evidencian una primera deforestación parcial que comienza en la época indígena, aproximadamente 3.000 años antes del presente. Pero no fue sino hasta después de la conquista (500-150 años) cuando se acentuó la transformación del bosque original. Se pasa de un uso tradicional de un territorio considerado sagrado, donde la laguna era vista como lugar de nacimiento del agua que haría crecer las cosechas, a un uso utilitario, donde se busca una explotación agropecuaria intensiva, muchas veces mediante la desecación de la laguna. Una evidencia de los cambios del uso de la tierra es el aumento del sedimento transportado por las quebradas y ríos, y el consecuente aumento de la tasa de sedimentación en la laguna, la cual pasó de 0.4 mm, durante los últimos 10.000 años a 1 mm/año durante los últimos 500 años (Van der Hammen 1998).

El siglo XIX se caracteriza por la continuidad en las acciones que transforman la laguna, debido al tipo de uso implementados desde la Colonia, sumado a las actividades más intensas de desecación asociada con la búsqueda de tesoros y la ampliación de la frontera agrícola. El general Enrique París, veterano de la Guerra de la Independencia y quien había recibido del Estado tierras de la encomienda de Simijaca, se propuso desecar los pantanos de Fúquene para lo cual construyó el Canal que lleva su nombre.

En 1878, ya en el período de la República, el Gobierno Nacional dictó una ley al amparo de la cual se creó la “Empresa Útil de Fúquene” con el fin de hacer desagües para prevenir inundaciones. En 1915 la compañía Julius Berger Consortium propuso la perforación del túnel San Miguel de 1.740 metros. En 1922 se creó la compañía Fúquene, integrada por terratenientes del Valle, quienes solicitaron autorización para dragar el canal del Río Suárez. Durante el periodo 1952 a 1961 el propósito de desecar la laguna continuó y las obras estuvieron a cargo del Departamento de Aguas y Fomento Eléctrico de la Corporación de Servicios Públicos de Cundinamarca. En 1961 se creó la Corporación Autónoma Regional de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (CAR), entidad que impulsó las obras de desecación de la laguna hasta los años 80. Con los cambios institucionales y los avances en materia ambiental en el país durante los años 90, se ha dado un viraje en el tipo de gestión de la Corporación hacia la laguna, enfocada cada vez más hacia su conservación.

2.3 Intervenciones e impactos en los humedales del valle de Ubaté

El valle de Ubaté es un paisaje cultural, en el cual sus ecosistemas naturales han sido completamente transformados. Los vestigios de naturaleza se encuentran en pequeños relictos, y en los ecosistemas acuáticos las intervenciones humanas han cambiado su carácter ecológico. Muchas áreas de humedal desaparecieron como resultado de las intervenciones. El efecto de estas intervenciones también se manifiesta en las características geomorfológicas e hidrológicas (régimen hídrico), en los aspectos socioeconómicos (cambios en las actividades productivas) y biológicos (extinción de especies y la fragmentación de ecosistemas). Los impactos en este complejo de humedales se han presentan en los tres órdenes de magnitud que afectan diferencialmente los ecosistemas acuáticos y que determinan las variables condicionantes de los bienes y servicios ambientales (Naranjo et.al., 1999), a saber:

- Transformación total o conversión (orden de magnitud 1): los procesos antrópicos (intervenciones) originan la desaparición total del humedal y cambian completamente sus características y valores (cambio total del carácter ecológico que los define como humedales). En algunos casos la acción humana precipita la tendencia de envejecimiento natural del ecosistema (caso típico es la colmatación natural de los lagos). La transformación total de humedales en muchos casos es irreversible, aunque a veces subsisten algunas condiciones (físicas) que premitirían eventualmente su restauración.

Hay también intervenciones que sin cambiar o convertir totalmente el ecosistema, en su aspecto físico, afectan irreversiblemente su biota. Esto es por ejemplo las especies introducidas que extinguen especies nativas. Esta intervención también se considera de Orden de Magnitud 3 pues causa la desaparición de especies, aunque no cause transformación total del humedal. Es decir que actúa sobre alguno de los componentes del ecosistema: la biota.

- Perturbación severa (orden de magnitud 2): son perturbaciones que ocurren en magnitud, duración y frecuencia tales que el sistema sigue funcionando como un humedal aunque con cambios en algunas de sus funciones ambientales y servicios sociales.
- Perturbación puntual (orden de magnitud 3): son las perturbaciones físicas, químicas o biológicas que se producen en un espacio limitado del humedal. Dependiendo de su estado, el ecosistema puede absorber los efectos de la perturbación a través de los mecanismos de resiliencia.

Las alteraciones que producen estos impactos en los humedales responden a intervenciones que se han dado al menos en dos ámbitos espaciales¹⁷: la cuenca de captación y el humedal mismo. Éstas se expresan en diferentes escalas temporales, pues son el resultado de los cambios acumulativos en el ámbito del paisaje (cuenca) y en el ecosistema de humedal (sitio). Cuando las alteraciones se expresan en la pérdida o cambio de alguna función o servicio ambiental, detrás han cambiado las variables estructuradoras del ecosistema y las relaciones funcionales entre niveles de la organización biológica. Se da por ejemplo el caso de cambios súbitos en el régimen hidrológico (p. ej. el desvío y disminución de caudales afluentes) que se evidencian en una respuesta ecológica de largo plazo.

A menos que se trate de una perturbación severa de alto impacto y en una escala temporal de corto plazo, la pérdida o alteración de las variables que dan cuenta del funcionamiento de un ecosistema, sucede de manera gradual. El cambio inicial puede tener bajo impacto ecológico, pero en la medida en que se manifiesta con el cambio severo en variables de estructura y funcionamiento, aparecerán con mayor frecuencia diferentes maneras de funcionar y en más sitios en el paisaje o el ecosistema. Por ejemplo, la pérdida de especies que integran la diversidad funcional en un ecosistema es un proceso gradual y contribuye a la pérdida progresiva de los mecanismos de resiliencia. Al final, cuando el ecosistema cambia de estado, parecería que solamente el cambio más reciente en las variables de estado y funcionamiento, o las últimas especies desaparecidas, fueran las críticas para el mantenimiento de las funciones y valores ambientales. Pero el ecosistema en un proceso gradual de pérdida de resiliencia se torna más vulnerable a las perturbaciones y más susceptible al cambio de funciones y patrones de organización (Gunderson et. al. 2002). Así en la etapa final, el ecosistema es más vulnerable a ciertas perturbaciones y se presenta el cambio de estado¹⁸. Esto se debe a los cambios acumulativos en el mosaico de ecosistemas de humedal del paisaje y que son el resultado de muchas interacciones individuales y no de una única en particular (Gosselink, *et al.*, 1990).

A continuación se describen algunas de las intervenciones en los humedales del valle de Ubaté y los efectos sobre estos ecosistemas:

¹⁷ Hay además otros ámbitos, en la escala global, de ocurrencia de intervenciones que impactan los humedales y que van más allá del paisaje donde estos ecosistemas se encuentran. Un ejemplo de ello es el cambio del clima debido a causas antrópicas, el cual a pesar del ámbito global su manifestación es regional y local.

¹⁸ La vulnerabilidad es una condición intrínseca de los ecosistemas determinada por características propias y alterada por la introducción de factores externos que cambian componentes, estructuras y procesos.

2.3.1 Disminución del área de humedales

La conversión de las áreas de humedal tierras en agrícolas es un ejemplo típico de impacto acumulativo. Históricamente la desecación de estos ecosistemas, en áreas relativamente pequeñas cuando son consideradas dentro de la escala del paisaje de una cuenca de captación comparativamente grande, parecería no haber tenido efectos ecológicos significativos. El efecto acumulativo de la desecación y la transformación se ignora. Pero el efecto acumulativo es un fenómeno regional que se deriva de las decisiones sobre el uso de la tierra en casos particulares y en ámbitos muy locales dentro del paisaje. Los impactos acumulativos son casi siempre externos y abarcan ámbitos espaciales mucho más amplios de aquel en el cual se regulan las actividades que cambian el uso de la tierra (Gosselink, *et al.*, 1990).

El Valle de Ubaté es un caso típico de impactos que incluyen todos los órdenes de magnitud y ámbitos espaciales desde lo regional (cuenca) hasta lo local (hábitat), y escalas temporales amplias desde la época de la colonia hasta hoy. Aquí el agravante está en los impactos acumulativos que son el resultado de la interacción de las alteraciones que modifican aspectos físicos, químicos y biológicos del ecosistema. El efecto más evidente es la pérdida de área y la fragmentación de los ecosistemas acuáticos. Originalmente, al menos durante la última glaciación, Cucunubá, Palacio y Fúquene eran un ecosistema interconectado.

Igualmente, la construcción de estructuras para la regulación del flujo del agua, en especial las compuertas de Cartagena y Tolón, ha resultado en una relativa independencia en el comportamiento hidráulico de sectores del ecosistema, los cuales son actualmente manejados como “bloques de irrigación”. La fragmentación altera la composición y propiedades funcionales del ecosistema. Las obras civiles como la construcción de acueductos y carreteras, los dragados y los rellenos para urbanización son causas importantes de fragmentación. La consecuencia es la alteración del balance hídrico del ecosistema, la cual se extiende en un efecto de cascada a toda la cuenca de captación. Además, la fragmentación impide que la flora se disperse y la fauna se desplace hacia hábitats aledaños en respuesta a las alteraciones antrópicas. Cuando un ecosistema está fragmentado pierde viabilidad y se torna más vulnerable a las alteraciones naturales inherentes a la región donde se encuentra. Esta condición se acentúa en relación con las alteraciones antrópicas. La fragmentación también conlleva la disminución del área lo cual ha sido particularmente importante en el complejo de humedales del valle de Ubaté.

Si se parte de la definición: “[un complejo de humedales] es un conjunto de humedales, que pueden ser de diferente tipo, pero que se encuentran en un

espacio geográfico dado de tal suerte que comparten sus características biogeográficas generales y están integrados entre si funcionalmente” (Naranjo et al., 1999) es claro que en el caso del complejo Fúquene, Cucunubá y Palacio, se trata de un complejo que ha sido alterado, pues los tres humedales han perdido gran parte de la extensión original y casi completamente su integración funcional.

Hoy en día son ecosistemas fragmentados y la viabilidad de los fragmentos se desvanece en un proceso paulatino, pero seguro, dado en parte por la interacción entre la dinámica natural propia de los ecosistemas acuáticos y las actividades humanas. El agua ya no fluye entre las tres lagunas y lo hace con enorme dificultad entre Cucunubá y Palacio, sólo en algunas épocas del año por la voluntad de quienes manejan las compuertas. Actualmente la laguna de Palacio depende principalmente de las lluvias y del disminuido nivel freático para mantener un nivel mínimo de saturación. Este nivel aún permite considerarla como ecosistema de humedal. Sin embargo aquí ya no hay “espejo de agua” y esto refleja la pérdida más evidente de la diversidad original de unidades ecológicas.

La imagen de satélite del complejo de lagunas (tomada en Junio de 2003) evidencia que el proceso de fragmentación lamentablemente no es solo cuestión de pasado, sino que se encuentra activo también hoy en día. Prueba de esto es que la laguna de Cucunubá está a sólo 250 metros de partirse en dos fragmentos pues el cuerpo principal de la laguna está unido sólo a través de esta franja con una extensión menor de vegetación palustre que llega hasta la carretera donde termina abruptamente. Este último tiene forma de “corredor” y está ubicado en dirección Norte- Occidente, atraviesa la carretera que de Ubaté conduce a la población de Cucunubá y llega hasta la laguna de Palacio. Si la fragmentación llega a darse, es decir si esta franja de juncos queda desconectada del cuerpo principal de la laguna, las implicaciones no serían únicamente para la laguna de Cucunubá. Esta área de juncos, posterior a la carretera, se desarrolla alrededor de un estrecho canal de agua que constituye la única conexión hidrológica entre Cucunubá y la laguna de Palacio. Al fragmentarse Cucunubá quedaría rota esta conexión y Palacio dejaría de recibir la poquísima agua que aún le llega desde su principal fuente hídrica. Esto aceleraría la desecación de Palacio, dificultando y tal vez impidiendo cualquier acción de restauración.

Sumada a la fragmentación del complejo se encuentran otros procesos artificiales y directos de desecación. Los humedales han perdido área porque deliberadamente se han desecado para la apropiación de tierras para la ganadería y agricultura en una empresa que tiene sus orígenes en la época de la Colonia, como ya se vio antes. Con todo, no se cuenta con información clara sobre los cambios la extensión de las lagunas en diferentes períodos,

aunque la información disponible permite establecer que en sólo 50 años se ha perdido más del 50 % de extensión (Tabla 2.3.1.1).

Tabla 2.3.1.1 Cambio en la superficie de los humedales del valle de Ubaté

Humedal	Área (en hectáreas)					Pérdida en el período
	1957	1950	1980	1990	2000 ¹⁹	
Fúquene ²⁰	3000		2000	1603		47.8%
Cucunubá ²¹		294.7	157.1	128.3		56.4%
Palacio ²²	¿	¿	¿	¿		

El mapa de E. S. Potess de 1934²³ (En CAR, 2.000) muestra dos cuerpos principales, con cubrimiento permanente de agua, de la laguna de Fúquene con al menos 7 islas. Además hace una delimitación de los anegamientos máximos que se conocían en ese momento (diciembre de 1933) y estos muestran una franja amplia y con sinuosidades que era alcanzada por el agua de la laguna durante las épocas de aguas altas. Actualmente el cuerpo lagunar que se encontraba en el costado nororiental desapareció completamente, siendo las tierras que se integraron al bloque de irrigación del río Suárez.

Cortés et al. (2001) reconocen como causa natural de desecación de Fúquene las características adversas del clima, es decir que a las actividades antrópicas se ha sumado el déficit hídrico propio de la zona. Además el carácter hidrogeológico de estas lagunas del Cuaternario hace que tiendan a secarse naturalmente debido a los procesos de colmatación de tipo aluvial, aluvio-torrencial, fluvio-volcánico y fluvio glacial (op.cit.).

El clima de la región del valle de Ubaté está influenciado por el efecto Foën que origina la reducción de las precipitaciones por los vientos secantes y causa un efecto de abrigo sobre el altiplano (Ríos 1999, en Cortés et al. 2001).

¹⁹ Este dato se obtendrá con el análisis de las imágenes de satélite de marzo de 2003

²⁰ Fuente: CAR, 2000. Los datos con que se cuenta hasta el momento para la laguna de Fúquene son de disminución del espejo de agua, lo cual corresponde únicamente con una parte del ecosistema. El dato de 2003 de la Fundación Humedales se basó en la imagen satelital tomada en Junio de 2003 e incluye tanto el área de humedal (vegetación palustre) y la zona lacustre.

²¹ Fuente: Villarreal (2000).

²² Es muy poca la información secundaria que existe sobre la laguna de Palacio. Hasta el momento no se tiene información sobre la variación del área de este ecosistema.

²³ Este mapa se utilizó para el plan de desecación de la laguna de Fúquene proyectado hacia los años 30

Además, los sistemas de circulación local y el efecto de la inversión térmica que produce las heladas, afectan la vegetación en la región. El agravante lo constituye el déficit hídrico del altiplano Cundiboyacense, que se torna particularmente severo durante el fenómeno del Niño (Cortés et al. 2001).

Asimismo, Cortes et al. (2001) resaltan la importancia del sobrevenamiento de los histosoles como factor de influencia en el deterioro de la laguna de Fúquene. Los histosoles son suelos que dominan en la mayor parte de la planicie aluvial del Valle de Ubaté-Chiquinquirá y que son muy susceptibles al deterioro. Evolucionan rápidamente desde una condición fíbrica (materiales orgánicos poco descompuestos) hasta una sáprica (materiales orgánicos muy transformados) y durante esta evolución aparece el fenómeno de subsidencia que se caracteriza por disminución del volumen, aumento de la densidad aparente y asentamiento o decrecimiento del nivel superficial del terreno. El drenaje excesivo puede acelerar la subsidencia y ayudar a la oxidación y consiguiente desaparición de los materiales orgánicos, así como al exceso de humedad en el invierno y a la total desecación en los veranos.

2.3.2 Disminución de la cantidad de agua

Sumado a la desecación deliberada de los ecosistemas acuáticos está la sobreexplotación y el uso inadecuado del agua. Estas son causas comunes de la disminución de los caudales y del volumen almacenado en las cuencas de captación.

Los principales usos del agua en la cuenca Ubaté-Suárez son ganadería, agricultura, industrias lecheras, minería y doméstico. La irrigación de pastos y cultivos agrícolas se sustenta en el distrito de riego, el cual cubre aproximadamente 21.603 hectáreas. Este distrito incluye 15 bloques de irrigación, 7 de los cuales están localizados en la cuenca del río Ubaté, anteriores a la laguna de Fúquene y rodeando las lagunas de Cucunubá y Palacio. Hay un bloque que circunda la laguna de Fúquene y los 5 restantes están en la cuenca del río Suárez, aguas abajo del complejo de humedales. Cada uno de estos bloques se nutre de las quebradas y ríos de las subcuencas respectivas (Tabla 2.3.2.1).

Tabla 2.3.2.1. Bloques de irrigación del distrito de riego de la cuenca Ubaté-Suárez y sus fuentes de abastecimiento agua

Fuente de agua	Bloque de irrigación
Río Suta	Suta
Embalse El Hato y río Ubaté	Cap-1
Corriente de agua que alimenta la laguna de Cucunubá	Cucunubá
Río Lenguazaque	Lenguazaque
Embalse El Hato y cuencas aledañas ²⁴	Cap-2
Río Suárez	Suárez
Hasta 2000 aún no estaba en funcionamiento	Simijaca
Río Suárez y cuencas aledañas	Viejo Suárez
Río Madrón	Madrón
Cuencas aledañas	Merchán

Otro impacto físico característico en los ecosistemas acuáticos continentales es la regulación del flujo de agua. En estado natural, el régimen hídrico, reflejado en la cantidad y estacionalidad de los caudales de entrada, determina las variaciones y fluctuaciones en el área inundada así como su extensión y profundidad. Este régimen natural es expresión directa del clima y de su variabilidad. En un complejo de humedales alterado como el del valle de Ubaté, el régimen hidrológico está regulado artificialmente, por medio de la instalación de compuertas en Fúquene y Cucunubá, y un canal de anillo periférico en Palacio que funciona como sistema de bocatoma de agua (JICA 2001). La compuerta Cartagena regula el flujo de agua desde los ríos Lenguazaque y Ubaté a la laguna de Cucunubá; y esta última debería alimentar a la laguna de Palacio. Pero el flujo de agua es escaso. El sistema de compuertas permitió la regulación de las aguas del distrito de riego hasta 1991, fecha en la cual entró en funcionamiento el embalse El Hato (Zambrano & Cruz 1993) el cual almacena y regula la distribución del agua en la cuenca para el valle de Ubaté, el municipio de Ubaté y la laguna de Fúquene.

²⁴ La Agencia de Cooperación Japonesa, JICA, en su informe del año 2000 plantea que los canales de irrigación son insuficientes para cubrir toda el área del bloque y que en la actualidad sólo se irriga el 20 % del total que debería estar siendo irrigado (316 ha.)

Adicionalmente, prácticamente todos los bordes de los cuerpos y cursos de agua en la parte baja del valle están alterados: ya no son naturales. Los ríos están canalizados y los sistemas lénticos están contenidos en diques (jarillones) como medida para evitar las inundaciones por desborde y para facilitar el riesgo por el efecto de vasos comunicantes. En efecto, la cuenca tiene canales artificiales para llevar agua desde las lagunas hasta las áreas de cultivo, y especialmente de pastoreo. El resultado de la regulación aguas arriba, y del confinamiento de las aguas, es la disminución de la variación anual e inter-anual de los niveles máximo y promedio de las lagunas, lo cual acarrea la disminución del área inundada en tiempos de altas. Este patrón es típico de los lagos y humedales regulados, y su impacto directo en lagos poco profundos es sobre la heterogeneidad, extensión y cualidades de los sistemas palustres y lacustres.

En el sistema del Valle de Ubaté, el cambio en el nivel de las lagunas y humedales se ha manifestado desde tiempos anteriores a la llegada de la humanidad, lo cual se puede evidenciar a través de los cambios en la abundancia del polen fósil de las plantas de sistemas palustres (juncales) (Hoogimstra, 1984). Es evidente que la amplia escala temporal de ocurrencia permitía que los cambios en el nivel de las aguas se vieran acompañados por cambios graduales en la estructura y composición del ecosistema. Sin embargo otra cosa ha ocurrido con los cambios inducidos, los cuales aparentemente se iniciaron ya desde la Colonia.

Aunque a la fecha no se cuenta con un modelo hidrológico completo, los datos disponibles de tiempos recientes permiten sin embargo develar algunos patrones. Se estima que entre 1966 y 1998 el nivel promedio de Fúquene disminuyó en 71 cm²⁵ y en la laguna de Cucunbá, y tomando sólo datos promedio entre 1966 y 1998, se registró una disminución del nivel de 20 cm. (JICA 2000). En la laguna de Palacio la desaparición casi total del hábitat lacustre (Schmidt-Munn 1998) y la gran propagación de la vegetación palustre refleja la disminución drástica del nivel del agua. Adicionalmente al fenómeno de regulación aguas arriba, la evidencia reciente parece ser concluyente: el uso del agua, y las intervenciones físicas asociadas (directas e indirectas), así como las prácticas inadecuadas de manejo, han causado la disminución sustancial del caudal de los ríos y quebradas en la cuenca. Los datos que tiene la CAR (2003) acerca de los volúmenes de agua de las subcuencas durante los últimos 25 años demuestran una disminución de aproximadamente 50 % en los caudales. Los casos más drásticos de mengua son en el río Ubaté y el Suta, en los cuales la disminución de caudales durante los últimos doce años es del 53 y 54% respectivamente. Estos cambios se traducen en la entrada de agua al complejo de humedales, a través de menos agua de escorrentía y

²⁵ Esta disminución promedio es tomando únicamente datos de 1966 y 1998.

subterránea. Sin embargo, a pesar del orden de magnitud de esta evidencia, el estudio de JICA (2000) calificó la variación del nivel freático en la cuenca como muy leve, e incluso recomendó aumentar el área irrigada en un 15 %, lo cual equivaldría a aumentar el consumo en 17 % del volumen que se usa actualmente. Esto haría necesaria la construcción y rehabilitación de canales, compuertas y demás elementos para la regulación adicional del régimen hídrico, además que queda la incógnita de si el agua aguas arriba de Fúquene sea suficiente.

Los datos anteriores de disminución del caudal, el drenaje de grandes áreas de humedal y el descenso artificial del nivel de agua en la laguna de Fúquene, en los años 30 y 40's, corroboran ampliamente la apreciación de Thomas van der Hammen sobre la causa de la excesiva extensión del junco. El profesor logró evidenciar con estudios palinológicos de los sedimentos de la laguna que la variación de la extensión y reducción del área natural de estas especies palustres se relaciona directamente con las fluctuaciones del nivel de la laguna (naturales o artificiales). Es la disminución del nivel la causa principal de la extensión actual de la zona de juncos y no la sedimentación. Igualmente la proliferación de la *Egeria densa* es favorecida por el menor nivel de la laguna.

Schmidt-Munn (1998) al referirse a la desaparición del hábitat lacustre en la laguna de Palacio y su ocupación por juncos, también atribuye al descenso del nivel del agua la causa primera. Además las lagunas de Cucunubá y Palacio están en una zona de baja precipitación y el aporte de agua que les llega de la lluvia y la poca que proviene de los alrededores, cargada de sedimentos, no son suficientes para restablecer y mantener el hábitat lacustre de estos dos ecosistemas (Van der Hammen, 1998). A pesar de la alta sedimentación en Cucunubá, este fenómeno no explica el notorio descenso de varios metros de su nivel. La causa más probable es la utilización del agua para riego (op.cit.).

2.3.3 Alteración de la calidad del agua

Las intervenciones que alteran la cantidad del agua de la cuenca también tienen efectos sobre la calidad. La ganadería de leche, la agricultura y la minería tienen esta doble nefasta consecuencia. En la mayoría de las subcuencas del valle de Ubaté la calidad del agua no cumple con los requerimientos mínimos. El agua está contaminada por fuentes puntuales y no puntuales propias de las actividades de origen antropico. La mayoría de los alcantarillados, fuentes puntuales, de los municipios no realizan tratamiento previo a la descarga en los cuerpos de agua y los que lo hacen al parecer no cuentan con una planta adecuada, o ésta trabaja en sobrecarga.

En cada municipio hay un matadero y algunos de ellos vierten los desechos al sistema de alcantarillado que luego llega a las quebradas y ríos de la cuenca, muchos sin tratamiento de descontaminación previo a la descarga (Tabla 2.3.3.1). Sólo hay 5 mataderos que descargan directamente a los cuerpos de agua con algún tipo de tratamiento previo (no necesariamente el que se necesita): Sutatausa, San Miguel de Sema, Fúquene, Simijaca, Caldas y Saboyá. Además algunas industrias lecheras también vierten directamente los residuos a las quebradas y ríos, mientras que otras lo hacen al sistema de alcantarillado del municipio o los utilizan como agua para riego.

Las fuentes no puntuales de contaminación incluyen las aguas residuales de las ganaderías y las aguas domésticas de la zona rural. A estas también se suma toda el agua de escorrentía que pasa a través del sistema ganadero y que incluye potreros fertilizados con excretas y abonos artificiales. Al parecer los desechos de la ganadería contribuyen con tres cuartas partes de la contaminación que causa la eutrofización (JICA, 2.000). Esta carga contaminante fluye con la escorrentía hacia los cuerpos de agua a través de pequeños canales o zanjas y finalmente es recibida por los ecosistemas de humedal. La contaminación por las fuentes puntuales y no puntuales, en especial de la ganadería, terrenos cultivados y viviendas rurales, ocasiona niveles de nitrógeno (N) y P que promueven la proliferación de la vegetación causando crecimiento excesivo de especies invasoras como la *Egeria densa* (Elodea) y la *Eichornia crassipes* (Buchón). Los nutrientes se acumulan en el lecho de las lagunas en depósitos de donde son liberados constantemente en proporciones considerablemente altas. De hecho ya hay suficiente N y P acumulado como para sustentar la proliferación de plantas acuáticas durante un largo período (JICA, 2000). A nivel mundial se ha reconocido que la carga de estos dos nutrientes en los cuerpos de agua esta directamente relacionada con la densidad de ganado en las cuencas y que es la causa principal de eutrofización (*National Science Foundation*, en Carpenter & Cottingham, 2002).

Tabla 2.3.3.1. Municipios que vierten residuos en los cuerpos de agua de la cuenca de captación Ubaté-Suárez

Las celdas resaltadas en color naranja corresponden a los municipios que vierten las aguas residuales sin tratamiento previo o cuyo tratamiento se hace de manera inadecuada. con tratamiento previo o sin él). Fuente: JICA, 2000

Municipio	Origen de los residuos	Cuerpo de agua receptor de desechos urbanos e industriales	Cuenca a la que pertenece ²⁶	Estado en que se vierten los residuos
Carmen de Carupa	1.320 habitantes (305 viviendas), sacrificio de ganado	quebrada Suchinica	cuenca del río Ubaté	sin tratamiento previo
Ubaté	16.750 habitantes (3.350 viviendas), industrias lecheras	Río Suta.	cuenca del río Suta	La planta de tratamiento adyacente trabaja en condiciones de sobrecarga pues las industrias lechera también desechan sus residuos en el sistema de alcantarillado que tiene un límite de 18.000 habitantes
Tausa	995 habitantes (191 viviendas)	río Suta	cuenca del río Suta	sin tratamiento previo
Sutatausa	5.828 habitantes (155 viviendas)	río Suta	cuenca del río Suta	sin tratamiento previo
Cucunubá	1.153 habitantes (310 viviendas)	río San Isidro	cuenca de la laguna de Cucunubá?	tratamiento con estanques de estabilización

²⁶ El nombre de la cuenca es el que define la CAR como oficial para cada una de las 9 subcuencas en las cuales se ha dividido la cuenca Ubaté-Suárez

Municipio	Origen de los residuos	Cuerpo de agua receptor de desechos urbanos e industriales	Cuenca a la que pertenece ²⁷	Estado en que se vierten los residuos
Guachetá	3.366 habitantes 8625 viviendas)	quebrada Gualacia que descarga en el río (¿)	cuenca de la laguna de Fúquene	sin tratamiento previo
San Miguel de Sema	500 personas (116 viviendas), fábrica de lácteos	quebrada Santa Ana que descarga en el río (¿)	cuenca de la laguna de Fúquene	tratamiento con estanques de estabilización
Fúquene (tiene dos sistemas de alcantarillado)	500 personas de Capellanía (150 viviendas)	quebrada Bautista que descarga en el río Fúquene (?) el agua residual se utiliza en riego de pastizales	cuenca de la laguna de Fúquene	sin tratamiento previo
	300 personas (45 viviendas)			no está especificado
Susa	400 viviendas y 1 fábrica	río Susa	cuenca del río Susa	sin tratamiento previo
Simijaca	4.500 personas (1.340 viviendas)	río Simijaca	cuenca del río Simijaca	sin tratamiento previo
Caldas	86 personas (43 viviendas)	quebrada La Playa	Cuenca del río Chiquinquirá (?)	sin tratamiento previo
Chiquinquirá	42.000 personas (8.400 viviendas)	río Suárez	cuenca del río Suárez	sin tratamiento previo
Saboya	1.098 personas (183 viviendas)	quebrada La Ruda que descarga en el río Suárez	cuenca del río Suárez	estanques de estabilización

²⁷ El nombre de la cuenca es el que define la CAR como oficial para cada una de las 9 subcuencas en las cuales se ha dividido la cuenca Ubaté-Suárez

2.3.4 Ganadería

La ganadería en el mundo ha tenido grandes repercusiones ambientales y sociales en ámbitos que van desde la escala regional de los paisajes rurales hasta la continental (Bennett D. & Hoffmann R. 1992 en Murgueitio, 2002). La mayor proporción de los ecosistemas naturales transformados de América tropical se encuentran actualmente bajo sistemas ganaderos de pastoreo e incluyen en la actualidad 548 millones de hectáreas (Murgueitio, 2002).

Esta actividad importada de Europa empezó en América en los ecosistemas de sabanas naturales. Más tarde se extendió a los bosques secos y húmedos que se talaron para la instalación de la ganadería. Igual suerte corrieron las laderas de las montañas y los altiplanos (Murgueitio, 2002). La ganadería trajo consigo la introducción del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* aproximadamente en 1920 (Parsons J.J.1972 en Murgueitio, 2002) lo cual fue determinante para el inicio de la producción de leche.

La ganadería es una intervención de gran impacto ambiental y ha ocasionado modificaciones que van desde la transformación total de los suelos hasta estados de los ecosistemas degradados en los que aún es posible la restauración parcial. En la actualidad se reconoce una conexión directa e indirecta entre la ganadería y la tala y quema de bosques (Murgueitio, 2002) y en América Latina la feracidad con que la actividad ganadera ha transformado los ecosistemas naturales le ha valido el calificativo de gran amenaza ecológica del bosque tropical (Kaimowitz D. 1996 en Murgueitio, 2002).

La gama de intervenciones que son necesarias para la instalación de la ganadería incluye desde la tala de los bosques hasta la desecación de áreas de humedal. Algunos de los efectos son la erosión y compactación del suelo, la uniformidad genética al privilegiarse el monocultivo de gramíneas mediante quemadas estacionales y la eliminación de la sucesión vegetal por medios químicos (herbicidas) o físicos, la contaminación del agua y el suelo por fertilizantes sintéticos y plaguicidas (Murgueitio E. 1999). En los potreros el tránsito del ganado produce compactación del suelo lo cual afecta el flujo del agua a través del perfil y la estabilidad estructural, procesos que causan erosión superficial y remoción en masa (Rivera H. 2001 en Murgueitio, 2002). La situación se agrava por las vías menores que son construidas exclusivamente para el transporte de la leche y que son mal trazadas y con manejos inadecuados de las aguas de escorrentía. Cuando el suelo se degrada también lo hace la productividad del sistema. La ganadería entonces se hace más costosa, menos competitiva e insostenible en el tiempo pues la compactación del suelo hace que la reducción de la productividad de los pastos se compense con el aumento de los suplementos y concentrados. Esto a su vez afecta la rentabilidad del sistema (Murgueitio, 2002).

En el agua los efectos se reflejan en la regulación hídrica y en la calidad del líquido. La actividad agropecuaria es la más demandante de agua y prueba de esto es el 57% que consumió en 1996 de los 5.790 millones de metros cúbicos de la demanda total de la sociedad en Colombia (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2001). El IDEAM (1998) reconoce que en Colombia la cantidad y calidad de los recursos hídricos se han visto afectados por la deforestación y las actividades agrícolas y domésticas que reducen la regulación de los caudales, aceleran la erosión y generan contaminación de las aguas.

La siguiente tabla (2.3.4.1) tomada de Murgueitio (2.002) presenta los principales impactos ambientales de la cadena láctea en Colombia. Sin embargo el autor es enfático en subrayar la falta de información cuantitativa que permita la precisión de la magnitud de estos impactos.

Tabla 2.3.4.1. Principales impactos del ciclo lechero en Colombia

Impactos	Producción	Transporte	Procesamiento	Consumo
↑ Compactación de suelos agrícolas	♣♣♣	♣	S	s
↓ Actividad biológica	♣	♣	S	s
↑ Erosión en terracetos (<i>pata de vaca</i>)	♣♣♣	S	S	s
↑ Remociones en masa y deslizamientos	♣♣	♣♣	S	s
↓ Regulación hídrica en microcuencas	♣♣	S	S	s
↑ Deseccación de humedales	♣	♣	S	s
↑ Pérdida y contaminación de nacimientos de agua	♣♣	♣	♣	s
↑ Contaminación química de ríos	♣	♣	♣♣♣	♣
↑ Contaminación de orgánica de ríos	♣	♣	♣♣♣	♣
↑ Contaminación y sedimentación de humedades	♣♣	♣♣	♣♣	♣
↓ Conservación de ecosistemas naturales	♣	♣	♣	S

↓ Diversidad Biológica de Agroecosistemas (Paisajes rurales)	♣♣	♣	S	s
↓ Conservación de especies de flora y de fauna nativas	♣♣	♣♣	S	s
↑ Demanda de recursos maderables nativos	♣♣	♣	♣	s
↑ Contaminación química de alimentos	♣♣♣	S	♣♣	s
↑ Residuos de antibióticos y otras drogas	♣♣♣	S	♣	s
↑ Residuos sólidos no biodegradables	♣	♣	♣♣♣	♣♣♣
↑ Emisiones de gases de invernadero y lluvia ácida (CO ₂ , CH ₄ , NO ₂ , SO ₂)	♣	♣♣♣	♣♣	♣
↑ Malos olores	S	♣	♣♣	♣

Grado de impacto: s sin impacto o sin información ♣reducido ♣♣importante ♣♣♣grave.
(Tomado de Murgueitio, 2002)

La ganadería para la producción de leche y sus derivados es la principal actividad económica de la cuenca Ubaté-Suárez (JICA, 2.000) y responde a las demandas regionales y nacionales de leche pues la zona es una productora que abastece gran parte del mercado del país (CAR, 2.000). Los municipios de Chiquinquirá, Simijaca, San Miguel de Sema, Susa, Fúquene y Ubaté son grandes proveedores para centros urbanos como Bogotá, y de acuerdo con datos de 2.000 (JICA) el número total de industrias lecheras en el valle es de 50. En 1998 los suelos destinados a la ganadería comprendían aproximadamente 108.026 hectáreas de pasturas del área de drenaje del sistema hídrico de los ríos Ubaté, Suárez y la laguna de Fúquene (61.65 % del total, JICA, 2000). Estos predios son de gran productividad y por esto su mayor dedicación a la actividad ganadera (Zambarano & Cruz, 1993). El 52% de los predios para la ganadería (55.481 ha) corresponden a tierras ubicadas en inmediaciones de los municipios del complejo de humedales Fúquene, Cucunubá y Palacio, siendo su efecto directo sobre el complejo.

2.3.5 Agricultura

La agricultura moderna es reconocida como causa de contaminación del agua. A partir de aquí los efectos se multiplican y van desde la promoción de la proliferación de flora indeseada hasta efectos en la salud humana.

El aumento en la productividad de los cultivos en la agricultura moderna conlleva la degradación de los ecosistemas que se manifiesta en la erosión del suelo, contaminación por plaguicidas y fertilizantes y salinización. De igual manera la eliminación del predio familiar, la concentración de recursos y de la producción y el cambio en los patrones de migración son la expresión de los problemas sociales derivados de la agricultura (Altieri, 1995 en Pérez, 1999). El objetivo de lograr la más alta productividad en el corto plazo, las prácticas inadecuadas de laboreo del suelo, la selección de monocultivos, la aplicación indiscriminada de fertilizantes de síntesis, el riego inapropiado, el control químico de las plagas, enfermedades y malezas se ha dado en detrimento de los ecosistemas (Pérez, 1999). Esto es particularmente válido para los ecosistemas acuáticos que sufren sus efectos de manera directa. Pero la alta productividad alcanzada con las prácticas de la agricultura moderna dura poco tiempo. La razón se encuentra en la degradación de los suelos, al sobreuso y la pérdida de calidad del agua, la contaminación del entorno, el incremento de la dependencia de insumos externos, la pérdida de la diversidad genética, la disminución del control local sobre la producción y la inequidad global (Gliessman 1997, en Pérez, 1999).

En la cuenca Ubaté-Suárez la agricultura es de menor importancia que la ganadería en términos económicos. Además se presenta una tendencia a la reducción de las áreas cultivadas y a ser reemplazadas por pastos para ganadería. El principal producto agrícola es la papa, seguido de la arveja, maíz y trigo (según datos de 1998 en JICA, 2000). Sin embargo no por ser de menor importancia económica su impacto es pequeño. Por cuenta de los fertilizantes utilizados, además de la descarga de otras fuentes de contaminación puntual y no puntual, se encuentran concentraciones de N y P que exceden ampliamente los niveles permisibles y que son en gran medida los responsables de la eutrofización en los lagos.

2.3.6 Minería

La mediana y la pequeña minería, en especial la minería de subsistencia, generan los mayores problemas a los ecosistemas donde se desarrollan. Del ciclo productivo las actividades que se dan en las etapas de acopio del carbón, disposición de estériles, las aguas residuales y transporte del mineral, son las que mayor impacto ocasionan (OMG Ingeniería y Ambiente, 1995). El suelo recibe los contaminantes de la minería (p.ej. contaminación por apilamiento y traslado del carbón, lavado de materiales, acidificación por disposición de polvos, etc.). La lluvia disuelve, infiltra y arrastra los residuos que van a las capas superficiales y en algunos casos alcanzan las aguas subterráneas. Asimismo por escorrentía superficial llegan hasta los cuerpos de agua como las lagunas, quebradas y ríos.

La minería es la tercera actividad económica en la cuenca Ubaté-Suárez. Aquí se obtiene carbón mineral con el que se produce coque. Además hay extracción de arena y piedra para la construcción. En la zona hay 280 minas legales y el municipio de Cucunubá es el principal productor con 105 del total de minas de carbón. Le siguen en producción los municipios de Lenguazaque (68), Guachetá (51), Tausa (5), Sutatausa (39) y Ráquira (12) (JICA, 2.000). En Cucunubá es una actividad de alto impacto ambiental en la región de Cucunubá, al parecer por falta de la tecnología apropiada y por la ausencia de métodos formales en todos los pasos del ciclo productivo (Villarreal, 2000). Aquí las lluvias lavan el azufre contenido en el carbón apilado en patios improvisados. El agua fuertemente alterada llega hasta los cuerpos receptores e inclusive son utilizadas en el consumo doméstico y en la agricultura y ganadería. Igualmente durante la producción minera la carencia de pozos sépticos y sistemas sanitarios de disposición de excretas para los trabajadores genera residuos contaminantes que son llevados a las aguas por la escorrentía superficial (OMG Ingeniería y Ambiente, 1995).

2.3.7 Deforestación

La deforestación también ha afectado los humedales del valle de Ubaté. Solo el 5.5 % del área de la cuenca tiene todavía algún tipo de bosque o plantación forestal, mientras que el 53% está dedicado a áreas de rotación agrícola. Es notoria la desaparición total del bosque original que crecía en la ribera de los ríos y humedales, y el cual estaba dominado por el aliso (*Alnus jorullensis*). La deforestación en la cuenca además favorece la erosión, proceso que es especialmente relevante y que es causado en gran parte por las prácticas agrícolas inadecuadas (JICA, 2000). La cuenca del valle de Ubaté tiene

diferentes grados de vulnerabilidad a la erosión dados por el tipo de formación geológica y por las alteraciones originados en los procesos antrópicos. Pero este problema no es reciente. Al menos desde 1993 los pobladores de las zonas de ladera locales ya manifestaban su preocupación por el desmonte de los bosques nativos de roble (*Quercus humboldtii*) (Zambrano & Cruz, 1993).

El mapa de riesgos de erosión elaborado por JICA (2001), muestra que estas subcuencas presentan diferentes grados de erosión, que van desde lugares sin procesos erosivos significativos en las partes bajas y llanas de las subcuencas, hasta grados de erosión severa hacia la parte alta, principalmente en los municipios de Tausa y Suesca, debido a la remoción en masa con procesos de desplazamientos de masas lentos y progresivos (soliflucción) por acción hídrica. Es preocupante que los principales humedales y zonas de recarga de acuíferos de las subcuencas tengan tan poca cobertura vegetal boscosa y que las zonas de conservación (Páramo de Guerrero, Guargua y Laguna Verde) se encuentren ubicadas por fuera de las subcuencas. Para tratar de frenar el fenómeno se iniciaron trabajos que buscan recuperar las áreas substancialmente vulnerables al proceso erosivo (Proyecto Checua Fase II). Aparentemente la tasa de erosión actual en la cuenca ha disminuido por efecto de los cambios introducidos en las prácticas agrícolas por este proyecto.

La tabla 2.3.7.1 presenta una síntesis de las intervenciones humanas en la cuenca del valle de Ubaté y los ecosistemas acuáticos asociados, y los efectos directos y acumulativos en los humedales.

Tabla 2.3.7.1. “Síntesis de las principales intervenciones humanas en el valle de Ubaté y sus efectos sobre los ecosistemas del complejo de humedales Fúquene, Cucunubá y Palacio

Ámbito de ocurrencia de la intervención	Tipo de Intervención / Orden de magnitud del efecto (1= total; 2= severa; 3= Puntual)	Objetivo de la Intervención	Efecto directo / indirecto de la intervención	Ámbito de expresión del Impacto	Efecto acumulativo ecológico / biológico / socioeconómico
Cuenca de captación: Ubaté-Suárez	Diques para retención de agua en las áreas riparias y humedales (1 y 2)	Prevenir el desbordamiento en los planos de inundación	* Modificación del nivel freático	Ecosistemas acuáticos Hábitats palustre y lacustre	*Disminución / Pérdida del área de humedales * Fragmentación de ecosistemas acuáticos * Disminución del nivel de las lagunas *Disminución del caudal de los cuerpos de agua hasta en el 54% * Aumento de la sedimentación * Pérdida de unidades ecológicas (hábitat palustre y lacustre)
	Represa El Hato (2 y 3)	* Garantizar la disponibilidad de agua para el distrito de riego *Regular el volumen de agua en la laguna de Fúquene	*Modificación y/o destrucción de hábitats *Reducción de la capacidad de almacenamiento por los cuerpos de agua		
	Distrito de riego (15 bloques de irrigación) (2 y 3)	* Irrigación de pastos para ganadería y zonas agrícolas	*Reducción de la fertilidad del suelo		
	Dragados, excavaciones y profundización de pozos (1 y 2)	Incrementar la capacidad de almacenamiento de agua	*Reducción de la magnitud y periodo de desbordamiento de los cuerpos de agua		
	Canalización de ríos y quebradas (1 y 2)	*Mejorar la navegabilidad *Drenar un área	*Eliminación de cuerpos de agua pequeños		
	Compuertas (2)	* Control del nivel de agua de la lagunas para responder a la demanda de agua para el distrito de riego	* Erosión * Aumento de la presión (intensidad) sobre los recursos del ecosistema		
	Agricultura (1, 2 y 3)	Actividad económica de gran escala	* Contaminación por el uso		
	Ganadería (2 y 3)	Actividad económica de gran escala			
	Elaboración de productos lácteos (2 y 3)	Actividad económica de gran escala			
	Sacrificio de ganado (2 y 3)	Parte del ciclo productivo de la actividad ganadera			
	Pesquerías (2 y 3)	Actividad económica de subsistencia			
	Investigación para agricultura (2 y 3)	Adaptación de tecnología para cultivo de especies en jaulas flotantes			

Humedales y hábitats dentro de ecosistema acuáticos: lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio	Deforestación (1, 2 y 3)	*Actividad económica * Urbanización * Adecuación de tierras para agricultura	excesivo de fertilizantes, pesticidas, desechos de la construcción, excrementos del ganado y residuos de la minería. * Aumento del aporte de nutrientes, especialmente de fósforo (P).	* Colmatación y pérdida de la capacidad de almacenamiento de agua * Modificación de la estructura de la cadena trófica * Invasión de especies introducidas * Desplazamiento de macrófitas nativas * Extinción de especies * Alteración de la fotosíntesis de las macrófitas acuáticas * Cambio de la estructura de las comunidades y poblaciones de flora y fauna * Disminución de la producción pesquera de especies endémicas * Pérdida de biodiversidad funcional * Dominancia del fitoplancton * Pérdida de recursos * Estado eutrófico de las lagunas * Cambios en la distribución de ingresos de la población local * Cambios en los patrones de los sistemas productivos
	Reforestación (2 y 3)	* Actividad económica * Recuperación de la cobertura vegetal	*Incremento en la producción y acumulación de basuras	
	Minería (2)	Actividad económica		
	Urbanización (1 y 2)	* Asentamientos humanos * Actividad económica		
	Descarga de aguas (puntual y no puntual) de desecho en cauces de ríos y quebradas (2 y 3)	Eliminación de desechos con y sin tratamiento previo		
	Drenaje (1 y 2)	Deseccación de suelos para agricultura y ganadería	*Pérdida de hábitats *Reducción de área *Pérdida de bienes y servicios ambientales	
	Dragado (1 y 2)	* Revertir Cambios ecológicos en el hábitat lacustre * Revertir la sedimentación	En el corto plazo, remoción de vegetación indeseable	
	Construcción del canal perimetral	Evitar la apropiación de tierras y el uso en el borde de la laguna	*Modificación física del declive natural de la laguna * Alteración de los procesos entre los ecosistemas terrestres y Lacustre / palustre	
	Introducción de especies exóticas (2)	* Control biológico de especies invasoras (ej: carpa herbívora) *Mejoramiento de la oferta de proteína * Retención de nutrientes	* Desplazamiento de especies nativas *Invasión de hábitats	
	Explotación de flora palustre (2)	Actividad económica comercial de pequeña escala	*Alteración del hábitat de las especies nativas	

2.4 El estado de la biota en Fúquene. Efecto de las intervenciones humanas en el complejo de humedales

2.4.1 La biota acuática y terrestre de la laguna de Fúquene: síntesis del conocimiento

En el marco del proyecto se realizó, con base en información secundaria, un inventario de la fauna y flora asociadas a la laguna de Fúquene. Para ello se tuvo en cuenta las especies de fauna y flora que dependen en alguna etapa o todo su ciclo de vida de los hábitats de humedal de la Laguna de Fúquene (sistemas palustre y lacustre), o especies de fauna avistada desde la misma laguna (ej. aves que sobrevuelan o circundan la laguna).

Muy pocos documentos registran observaciones o colecciones de fauna (Figura 2.4.2.1) y flora asociadas a este ecosistema (las fuentes de información están relacionadas en el archivo digital adjunto. Los registros más antiguos son de la fauna de 1939 citados en Borrero (1944, 1945 y 1947). Desde 1947 hasta los años 60's no se realizó ningún registro para esta región, sino hasta cuando Olivares (1969) publicó el libro de Aves de Cundinamarca con el cual realiza importantes aportes.

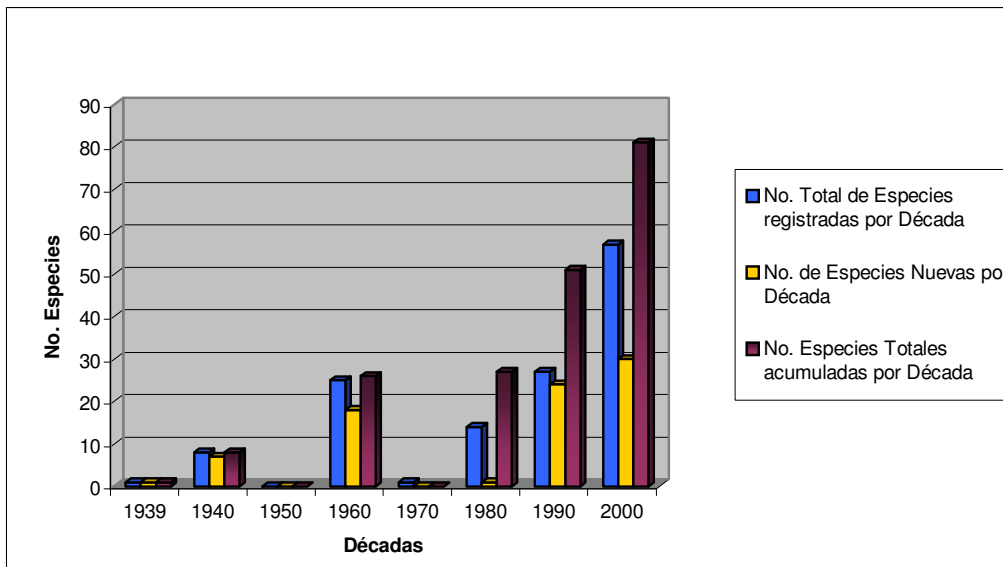


Figura 2.4.2.1 Número de especies de fauna registrada por década

2.4.2 Fauna

En total se inventariaron 91 especies de fauna de vertebrados (mamíferos, aves, peces) y un invertebrado (Crustáceo) asociados a la laguna de Fúquene (ver archivo digital). La Tabla 2.4.2.1 presenta el resumen de los resultados obtenidos del inventario de la fauna asociada a la laguna.

Tabla 2.4.2.1 Resultados de la Fauna asociada a la Laguna de Fúquene

Cantidad / Clase Tax	Mamíferos	Aves	Peces	Crustáceos	Total
Introducida y naturalizada	0	2	3	0	5
Migratoria Boreal	0	15	0	0	15
Migratoria Austral	0	1	0	0	1
Endémica	0	9	2	1	12
Especie extinta en el mundo	0	1	0	0	1
Especies extintas de la Sabana de Bogotá	0	4	0	0	4
Subespecies extintas en la Sabana de Bogotá	0	2	0	0	2
Especies en Riesgo a nivel Mundial	0	4	0	0	4
Especies en Riesgo a nivel Nacional	0	8	2	0	10
Especies y Subespecies en Riesgo a nivel Local	0	7	0	1	8
Total Especies	2	81	7	1	91

Las especies de fauna introducida corresponde a una especie de ave (*Columba livia*) y tres especies de peces (*Carassius auratus*, *Cyprinus carpio* y *Salmo gairdnerii*).

Hay que anotar que *Bubulcus ibis* que también se encuentra en la Laguna de Fúquene es una especie que amplió su distribución de forma natural y llegó a Colombia en el siglo pasado a pesar de que algunos la tratan como especie introducida.

La laguna de Fúquene presenta importantes valores biológicos como son la presencia 16 especies migratorias (Tabla 2.4.2.2) y de 11 especies y subespecies endémicas de fauna (Tabla 2.4.2.3). Las especies de aves migratorias son en su mayoría de origen boreal (del Norte de América) incluyendo *Aythya affinis* que se considera extinta en la Sabana de Bogotá; sólo una se ha registrado de origen austral.

Tabla 2.4.2.2 Especies de aves migratorias en la Laguna de Fúquene

Especies	Origen de Migración
<i>Actitis macularia</i>	Boreal
<i>Anas crecca</i>	Boreal
<i>Anas discors</i>	Boreal
<i>Ardea herodias</i>	Boreal
<i>Aythya affinis</i> (Ex Sabana Bogota)	Boreal
<i>Buteo platypterus</i>	Boreal
<i>Dendroica petechia</i>	Boreal
<i>Falco columbarius</i>	Boreal
<i>Falco peregrinus</i>	Boreal
<i>Falco sparverius</i>	Boreal
<i>Hirundo rustica</i>	Boreal
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Boreal
<i>Pandion haliaetus</i>	Boreal
<i>Porzana carolina</i>	Boreal
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>	Austral
<i>Seiurus noveboracensis</i>	Boreal

Tabla 2.4.2.3 Especies endémicas de la laguna de Fúquene

Clase	Especie o Subespecie	Distribución
Aves	<i>Agelaius icterocephalus bogotensis</i>	Altiplano Cundiboyacense
Aves	<i>Cistothorus apolinari</i>	Altiplano Cundiboyacense
Aves	<i>Conirostrum rufum</i>	Cordillera Oriental y Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia) y Táchicra (Venezuela)
Aves	<i>Fulica americana columbiana</i>	Norte de los Andes en Colombia y probablemente Ecuador
Aves	<i>Gallinula melanops bogotensis</i>	Altiplano Cundiboyacense
Aves	<i>Ixobrychus exilis bogotensis</i>	Cordillera Oriental
Aves	<i>Rallus semiplumbeus</i>	Cord. Oriental desde el Lago de Tota a Sumapaz incluyendo Sabana de Bogotá
Aves	<i>Synallaxis subpudica</i>	Cord. Oriental desde el N de Boyacá hasta la Sabana de Bogotá
Actinopterigii	<i>Grundulus bogotensis</i>	
Actinopterigii	<i>Eremophilus mutiisi</i>	
Crustacea	<i>Neostrangeria macropa</i>	

De otro lado se destaca una especie endémica (de los lagos y lagunas del altiplano de la cordillera Oriental en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá entre 2500 y 3015 m.s.n.m.), *Podiceps andinus*,⁴ que habitaba la Laguna de Fúquene (y que desde la década de los 60's (Olivares, 1969) no se registra en este ecosistema. Actualmente está en la categoría de extinta a nivel mundial.

Igualmente alarmante, 4 especies de aves que desaparecieron de la Sabana de Bogotá (ABO, 2000): *Aythya affinis*, *Netta erythrophthalma* y *Botaurus pinnatus* (reportadas en Fúquene hasta la década de los 80's) y *Circus cinereus* (reportada en Fúquene hasta la década de los 60's).

Y por último dos subespecies que desaparecieron de la Sabana de Bogotá (ABO, 2000): *Anas georgica niceforoi* (últimos registros en Fúquene década de los 60's) y *Anas cyanoptera borreroi* (últimos registros en Fúquene década de los 80's).

Este panorama de extinción puede aumentar ya que actualmente existen en riesgo de extinción las siguientes especies (Tabla 2.4.2.4, con base en la Lista Roja de la UICN (2003) que establece el riesgo a nivel mundial y en los Libros rojos de especies de Colombia (Instituto Alexander von Humboldt,

2002) que determina el riesgo a nivel nacional. Adicionalmente se incluye lo que se denomina aquí como riesgo local para las especies y subespecies de aves que se encuentran en alguna categoría de riesgo en el Altiplano Cundiboyacense según la evaluación realizada por la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO, 2000) y que no necesariamente están reportadas en riesgo nacional por el Instituto Alexander von Humboldt. Además hay una especie de crustáceo que es considerada en riesgo local debido a las amenazas sobre el ecosistemas.

Tabla 2.4.2.4 Especies de fauna extintas o en riesgo de extinción presenten en la Laguna de Fúquene

Espece	Riesgo Mundial (UICN, 2003)	Riesgo Nacional (Von Humboldt, 2002)	Riesgo Local (ABO, 2000)
<i>Agamia agami</i>	LR		
<i>Agelaius icterocephalus bogotensis</i>			VU
<i>Anas cyanoptera</i>		EN	EX Spp. <i>borreroi</i> (Sabana de Bogotá)
<i>Anas georgica</i>		EN	EX Spp. <i>niceforoi</i> (Sabana de Bogotá)
<i>Aythya affinis</i>			EX (Sabana de Bogotá)
<i>Botaurus pinnatus</i>			EX (Sabana de Bogotá)
<i>Circus cinereus</i>			EX (Sabana de Bogotá)
<i>Cistothorus apolinari</i>	EN	EN	EN
<i>Fulica americana</i>			VU Spp. <i>columbiana</i> (norte de los Andes en Colombia y probablemente Ecuador)
<i>Gallinula melanops</i>		CR	Amenazada spp. <i>bogotensis</i> (Altiplano Cundiboyacense)
<i>Ixobrychus exilis</i>			Amenazada spp. <i>bogotensis</i> (Cord. Oriental)
<i>Neochen jubata</i>	LR	NT	
<i>Netta erythrophthalma</i>		CR	EX (Sabana de Bogotá)
<i>Oxyura jamaicensis</i>		EN	VU Spp. <i>andina</i> (Cord. Oriental y posiblemente Central)
<i>Podiceps andinus</i>	EX	EX	EX
<i>Rallus semiplumbeus</i>	EN	EN	CR
<i>Grundulus bogotensis</i>		NT	
<i>Eremophilus mutisii</i>	DD	NT	
<i>Neostrangeria macropa</i>			EN (según Fundación Humedales)

2.4.3 Flora

En total se inventariaron 62 especies de flora asociada a los hábitats palustre y lacustre de la Laguna de Fúquene (ver archivo digital). En la Tabla 2.4.3.1 se presenta el resumen de este inventario.

Tabla 2.4.3.1 Resultados de la Flora asociada a la Laguna de Fúquene

Cantidad / Clase Taxonómica	Pteridophyta	Spermatophyta (Monocotyledoneae)	Total
Especies	2	60	62
Introducida y naturalizada	0	5	5
Endémica	0	1?	1?

Sobresalen cinco especies introducidas, que se citan a continuación:

Especie	Nombre vernáculo
<i>Cotula coronopifolia</i>	
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Hierba de agua
<i>Rumex conglomeratus</i>	Lengua de vaca, Bijuacá, Romaza
<i>Egeria densa</i>	Elodea, Hierba de agua
<i>Eichhornia crassipes</i>	Buchón

La familia más abundante es la Lemnaceae, seguida de la Juncaceae y Polygonaceae.

De acuerdo con el inventario realizado, es claro que existe un vacío de información en el conocimiento de la fauna y la flora asociada con la laguna de Fúquene. La mayor información se relaciona con la avifauna, sin embargo grupos como los mamíferos, los anfibios, los reptiles, peces e invertebrados han sido poco o nada estudiados.

Es necesario hacer énfasis en todos estos grupos y realizar inventarios periódicos que permitan ampliar el conocimiento de la fauna de la región y los hábitats requeridos por estos. Esto es igualmente aplicable a la flora.

2.4.4 Extensión y ubicación actual de los hábitats de humedal y aguas profundas del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio

Los ecosistemas acuáticos del altiplano Cundiboyasense están representados por sistemas lóticos y lénticos que se establecieron hace aproximadamente 28.000 años (van der Hammen, 2003). Después de que el lago que cubría la sabana de Bogotá se secó, hace 30.000 años con la formación del salto del Tequendama, se empezó a desarrollar un número significativo de pantanos o humedales que constituyeron hasta hace poco una importante variedad de hábitats para la biota del altiplano (Schmidt-Mumm, 1998). Hoy en día son solamente relictos de la gran extensión lacustre y palustre que aún en los años 60 se encontraban en buen estado de conservación. Sin embargo el hecho de constituir los últimos relictos de estos dos tipos de sistemas aumenta sobremanera su importancia y los ubica dentro de las más altas prioridades de conservación de ecosistemas acuáticos de tierras altas en la cordillera de los Andes.

De estos relictos, sobresalen las lagunas de Fúquene y Cucunubá. La primera de ellas tiene la mayor extensión de hábitat palustre del altiplano Cundiboyacense. Esto es 882 hectáreas (esto es aprox. El 30 % tomando en cuenta que el área total de la laguna es de 2963 ha.) La segunda, menor en extensión (la imagen de satélite de julio de 2003 da cuenta de una extensión aproximada de la laguna de 214.4 hectáreas) es un ecosistema aparentemente en mejor estado de conservación, pero que como revela la imagen satelital afronta amenazas en el corto y mediano plazo

Un tercer ecosistema altamente degradado y que forma parte de este complejo, es la antigua laguna de Palacio. Hoy en día, y debido a presiones de origen antrópico, es una extensión de junco y tifa principalmente. Ya no es una laguna. En 1998 Schmidt-Mumm reportó ya la pérdida del sistema lacustre de Palacio y la inversión del patrón típico de la vegetación que se presenta en las lagunas del altiplano: en la orilla el hábitat palustre y en el centro el sistema lacustre²⁸. Aquí, el descenso del nivel del agua promovió la expansión excesiva de junco y tifa. La vegetación palustre cubrió completamente el espejo de agua y provocó la desaparición del sistema lacustre y con él probablemente muchas de las especies de la flora lacustre que aún se encuentran en las lagunas de Fúquene y Cucunubá. Incluso hay hoy en día en el centro de la "laguna", una especie propia de las tierras bien drenadas²⁹, lo cual da indicios del grado de terrificación del ecosistema al sustentar especies que son claramente de tierra firme. Sin embargo, en la

²⁸ Aunque en el patrón característico de los sistemas acuáticos de aguas interiores, los hábitats lacustres están en el centro y los palustres en la orilla (por la menor profundidad), es posible encontrar también islas constituidas por vegetación palustre en el centro de las lagunas. Esto se debe a acumulación de plantas vasculares enraizadas y flotantes, que forman sustratos lo suficientemente consolidados para sustentar el desarrollo de islas de vegetación palustre.

²⁹ Esta especie es bastante común en el borde de las carreteras en tierras secas de la región del valle de Ubaté.

-- Informe Final --

orilla del ecosistema hay un canal de agua que bordea toda la laguna, formado por dragado artificial (se desconocen las causas ni la fecha de la obra). Al parecer este canal fue construido, al igual que en las lagunas de Fúquene y Cucunubá, para evitar que se continuara la apropiación ilegal de áreas de la laguna para adaptar tierras ganaderas. El canal es el remanente de lo que fuera el “sistema lacustre” en Palacio pero no corresponde al patrón natural y una primera caracterización cualitativa evidencia la ausencia de las especies que si están presentes en el espejo de agua de las otras dos lagunas del complejo. La especie que si se encuentra en el canal es la Elodea (*Egeria densa*), especie introducida y que invade agresivamente la laguna de Fúquene.

En este trabajo se hizo una clasificación y delimitación de los diferentes hábitats de humedal y de aguas profundas de las tres lagunas con base en la imágenes multispectrales del satélite Quick Bird (resolución 2.4 m) tomada en Julio 6 de 2003. Se trata de la imagen satelital más reciente y de mayor resolución que se tiene de este complejo de lagunas, por lo cual la información cartográfica generada proporciona un gran detalle acerca de extensión y ubicación de los hábitats palustre y lacustre.

El sistema de clasificación utilizado es el que está siendo adaptado por la iniciativa **HumedAndes**, y que se basa en el sistema de Cowardin *et al.* 1979 (ver Anexo). Para este caso el sistema fue adaptado mediante cambios menores que facilitan su aplicación. El sistema de Cowardin ha sido acogido y por varios países del mundo para cartografiar humedales en diferentes escalas espaciales. Entre estos países se encuentran los que pertenecen a la Iniciativa de Conservación de Humedales de la Cuenca del Mediterráneo, conocida como Med Wet Coast (Farinha, C. *et al.*, 1996). En el marco de MedWet Coast el sistema fue también adecuado (igualmente con cambios menores) y estos cambios también fueron acogidos para la clasificación de los humedales del valle de Ubaté.

Dado que el objetivo del proceso de conservación del complejo de humedales del valle de Ubaté, que se inició en convenio con el Instituto Humboldt, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Fundación Humedales, debe redundar en el diseño e implementación de un plan de manejo para estas tres lagunas, es indispensable contar con una descripción lo más detallada posible de los hábitats presentes en los tres ecosistemas acuáticos considerando su extensión y composición. Además, y de gran relevancia, se deben conocer los usos actuales del suelo en la cuenca de captación ya que como se ha reiterado a lo largo de este estudio, los procesos causantes del estado actual de las lagunas tienen sus orígenes en las intervenciones en el ámbito regional o del paisaje: la cuenca de captación. Dado que para esta primera fase del proyecto se cuenta únicamente con las imágenes satelitales de las lagunas y de la porción de tierra inmediatamente aledaña (llamada aquí “ronda”), la clasificación de usos del suelo comprende las tierras firmes aledañas (en inglés “*uplands*”) a los tres ecosistemas acuáticos. Para ello se utilizó un sistema análogo al de

los hábitats de humedal y aguas profundas, basado en la forma de vida de la flora terrestre.

Con este trabajo se hace una primera aproximación cuantitativa y cualitativa al conocimiento de los componentes estructurales de 3 ecosistemas acuáticos del valle de Ubaté: lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio.

2.4.4.1 Los Sistemas Palustre y Lacustre de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio

Dentro de los hábitats del complejo de humedales del valle de Ubaté, Schmidt-Mumm (1998) reporta 98 especies para esta región que según este autor corresponden a los siguientes biotipos (formas de vida):

- Plantas errantes, sin raíces, hojas usualmente sumergidas en el agua: MESOPLEUSTOPHYTA
- Plantas errantes, con o sin raíces, hojas flotantes y/o emergidas: ACROPLEUSTOPHYTA
- Plantas enraizada; hojas sumergidas, o con hojas sumergidas y flotantes o emergentes: HYPHYDATA
- Plantas enraizadas, hojas flotantes o con hojas flotantes y emergentes: EPHYDATA
- Plantas enraizadas y hojas emergentes: HELOPHYDATA
- Plantas adheridas al substrato mediante hapterios; hojas sumergidas: HAPTOPHYTA

El mismo autor reconoce que el mayor porcentaje de las especies acuáticas en la Sabana de Bogotá y plano del río Bogotá están dentro del grupo de plantas enraizadas emergentes como las de los géneros *Scirpus* y *Typha*. En el segundo lugar en importancia, por número, están las plantas del tipo errante (tipo Lemnida) y sólo una pequeña porción están dentro del tipo enraizado sumergido (tipo Wolffliellida) o de hoja flotante.

En el plano del río Ubaté también se encuentran hábitats modificados y creados artificialmente por el hombre. Es posible por ejemplo encontrar áreas excavadas aledañas a la laguna de Fúquene o tierras cultivadas que fueron drenadas para los cultivos pero que claramente pertenecen al humedal de la laguna. Estas tierras son susceptibles de restaurar para la rehabilitación a los usos propios de su carácter ecológico y para el desarrollo de la vegetación típica de los humedales. Así mismo se encuentran aguas profundas que en mayor o menor grado aún conservan

las condiciones originales de profundidad y período de saturación típicos de estos hábitats.

Sin embargo también se han perdido unidades ecológicas debido a la acción antrópica. Por ejemplo de gran relevancia es la pérdida de lo que se clasificaría como los humedales boscosos de *Alnus sp*³⁰. que formaban parte del sistema palustre de la laguna de Fúquene y de la región. Así mismo se puede citar la disminución de la extensión del sistema lacustre, hecho que se encuentra tristemente muy bien representado por su desaparición total en la laguna de Palacio.

2.4.4.2 Laguna de Fúquene (2963 hectáreas)

De acuerdo con la información de la imagen de satélite de Julio de 2003, la laguna de Fúquene tiene una extensión actual de 2963 ha. de las cuales 1258 ha. (57.5 %) corresponden al sistema Palustre y 1258 (42.45 %) al sistema Lacustre.

Hasta la fecha de construcción del canal perimetral, el patrón de la vegetación, en todo el ecosistema era el típico de las lagunas de este tipo: en las orillas la vegetación Palustre y en el centro el sistema Lacustre. Con la construcción del canal perimetral por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca para evitar la apropiación ilegal de las tierras para dedicarlas a la ganadería, se alteró drásticamente el borde natural de la laguna. Esto produjo en algunos sitios la inversión del patrón e inclusive se puede hablar de que este canal ya no es sistema Lacustre si no que corresponde al sistema ribereño. Cuando se considera el área de todo este canal que bordea casi completamente a la laguna y el área de los canales ubicados en la ronda de la laguna, hechos con el único propósito de desecar, nos encontramos con un área de sistema ribereño artificial de 219 hectáreas. El profesor Thomas van der Hammen ha recomendado ampliamente que donde sea posible se elimine este canal de agua para reestablecer la orilla natural y así crear condiciones similares a las que existían anteriormente permitiendo el desarrollo de patrones típicos de la vegetación.

³⁰ Schmidtt-Mumm, 1998 excluye de la definición de macrófito acuático a *Alnus sp* sin embargo considera a esta especie y a *Salix sp.* como árboles semiacuáticos por lo cual formarían parte de la clasificación de humedal boscoso del sistema palustre en el sistema de clasificación empleado aquí. Por otra parte Rangel Ch, 2003, identifica como inundable el bosque de *Alnus acuminata* (Aliso) donde esta especie domina ampliamente y puede penetrar el espejo de agua y entrar en contacto con las especies típicas de los pantanos. En la región del altiplano Cundiboyacense este bosque está muy diezmado y reducido a la mínima expresión

2.4.4.2.1 El Sistema Palustre (P)

Como se ha expresado con anterioridad la laguna de Fúquene contiene la mayor extensión de vegetación palustre de los ecosistemas acuáticos del altiplano Cundiboyacense. Este tipo de vegetación representa el hábitat para especies que se encuentran amenazadas en el ámbito global por lo que su conservación debe ser una prioridad. Sin embargo las especies dominantes en el sistema palustre (junco y tifa principalmente) han sido consideradas “malezas” que es necesario erradicar y no se les ha valorado en relación con sus funciones para la conservación de la biota residente y migratoria. Si bien es cierto que esta vegetación se ha extendido, esto se ha debido principalmente al descenso del nivel del agua provocado por acciones antrópicas que han acelerado dramáticamente el proceso natural de desecamiento de las lagunas de este tipo. Probablemente la laguna no llegue a ser solamente un humedal palustre (gracias a la profundidad que aún conserva en algunos sitios) como es en la actualidad Palacio, pero si continúa la disminución del nivel de agua las especies palustres seguirán colonizando áreas de la laguna que deberían corresponder al sistema lacustre por ejemplo, homogenizando de esta forma el paisaje y reduciendo la diversidad de hábitats (hábitats disponibles para la biota) que en la laguna de Fúquene, y de acuerdo con Schmidt-Mumm (1998) logra el mayor número de formaciones diferentes en relación con otros ecosistemas acuáticos lénticos del altiplano Cundiboyacense.

Estas formaciones corresponden a las unidades ecológicas que se organizan de manera jerárquica en el sistema de clasificación empleado aquí y que en la laguna de Cucunubá se encuentran en la segunda posición en cuanto a tipos diversos (op.cit.). La unidad ecológica más sobresaliente del sistema Palustre en la laguna de Fúquene corresponde a:

2.4.4.2.1.1 Humedal Emergente de vegetación Persistente (P__ / HE / p):

En el Sistema Palustre de la laguna de Fúquene se encuentra la Clase denominada por el Humedal Emergente (HE) y dentro de esta la Subclase Persistentes (p). Esta unidad está dominada por plantas hidrófitas herbáceas perennes enraizadas y erectas (Tifa y Junco). Aquí la extensión de la Clase corresponde aproximadamente a 882 hectáreas. Dentro de laguna es posible diferenciar aproximadamente 40 unidades de estas características que se separan entre sí principalmente por canales de drenaje artificiales y en menor grado por quebradas naturales pero con un alto grado de intervención antrópica. Hay otros canales que por ser de menor amplitud no son representables en el mapa de escala 1:10.000. La mayor densidad de los canales artificiales se encuentra en el costado oriental y se extienden desde el sistema lacustre limnético hasta la planicie fluvio lacustre de pastizales, donde se desarrolla la ganadería en el área de ronda de la laguna. La presencia de estos canales de drenaje coincide

-- Informe Final --

entonces con los pastizales aledaños destinados al pastoreo de ganado, corroborando una vez más la apreciación de que la laguna ha sufrido procesos de desecación para la creación de potreros ganaderos.

Las especies de vegetación emergente en esta unidad pertenecen a los géneros *Juncus*, *Typha* y *Scirpus* y el régimen hídrico aquí es del tipo saturado.

2.4.4.2.1.2 Humedal Emergente de vegetación No Persistente (P___/HE / h)

Dentro del Humedal Emergente está también la Subclase No Persistentes (h) donde predominan plantas que caen a la superficie del sustrato o debajo de la superficie del agua al final de la época de crecimiento. El régimen hídrico aquí es del tipo intermitentemente inundado y esto es aprovechado por los pobladores locales para introducir cultivos y ganadería en la época de verano. Al final del período seco, cuando llega la época de lluvias, el nivel del agua aumenta y los cultivos y el pastoreo de termina. El alcance del trabajo en esta primera fase no permitió establecer el tipo de cultivos que se establecen en el verano ni la densidad de ganado que pastorea el área. Es posible que antes de la regulación hídrica artificial de los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá el tipo de vegetación no persistente natural que se presentaba era de Ciperáceas. Hoy en día estas áreas probablemente están ocupadas por el pasto kikuyo.

2.4.4.2.2 El Sistema Lacustre (L) (1705 ha.)

En el subsistema Litoral (L1) (desde la orilla hasta la profundidad máxima de 2 m) de la laguna de Fúquene están:

2.4.4.2.2.1 Clase Sin Vegetación de Orilla Rocosa (L1):

Son las superficies que tienen una cobertura de vegetación (diferente de las plantas pioneras) inferior al 30 %. Es sustrato expuesto en las orillas de manera intermitente o permanente. En general la orilla rocosa sustenta pocas comunidades de plantas y animales y en la laguna de Fúquene es de especial importancia pues es el hábitat preferido del cangrejo *Neostrangeria macropa*.

2.4.4.2.2.2 Clase Sin Vegetación de Fondo No Consolidado (L1NVf):

Son las superficies que tienen menos del 30% de cobertura de plantas diferentes de las pioneras y con sustrato de piedras, cantos rodados o lecho rocoso. Se caracterizan por los sustratos que no tienen vegetación excepto de pioneras que se establecen durante un breve período cuando hay condiciones favorables. En la laguna de Fúquene representa una proporción menor de 7 hectáreas localizadas en el costado occidental

2.4.4.2.2.3 Lecho Acuático de Vasculares Enraizadas (L1LAe)

(para el subsistema litoral, están ubicadas hasta 2 m de profundidad desde la orilla): en el lecho acuático están las plantas que requieren de la superficie del agua para su óptimo crecimiento. Se encuentran adheridas o enraizadas en el sedimento. Los Tipos Dominantes potenciales son:

1. **L1LAe** / *Egeria densa*
2. **L1LAe** / *Potamogeton illinoensis*
3. **L1LAe** / *Myriophyllum aquaticum*

La mayor extensión está representada por la unidad **L1LAe** / *Egeria densa* (con una extensión de 14.5 hectáreas, que junto con la extensión de *Egeria densa* en el subsistema limnético y en las unidades que para este trabajo se han denominado misceláneas cubren aproximadamente 1173 hectáreas de la laguna (esto es aproximadamente el 40 % del área total y el 69 % del área del sistema Lacustre) . La *Egeria densa*, comúnmente llamada Elodea, es una macrófita introducida originaria de Brasil. La especie se convirtió e invasora y su expansión se ve favorecida por el descenso del nivel de agua y el aporte de la carga de nutrientes provenientes de la cuenca de captación (de áreas de cultivo, ganaderías y vertimiento de aguas residuales domésticas con carga de materia orgánica, etc.).

2.4.4.2.2.4 Lecho Acuático de Vasculares Flotantes (L1LAf)

(para el subsistema litoral si están ubicadas hasta 2 m de profundidad desde la orilla): aquí están las plantas acuáticas con raíces que flotan libremente en el agua. De acuerdo con Schmidt Mumm (1998) en la laguna de Fúquene la pradera errante emergida se caracteriza por una matriz básica de *Eichhornia crassipes* o *Limnobiium laevigatum* que es colonizada por especies como *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ludwigia peploides*, *Habenaria repens* y *Bidens laevis*. En la actualidad en el sistema litoral de la laguna esta clase, dominada por el Buchón, ocupa aproximadamente hectáreas. Es en el subsistema limnético donde se expresa su máxima extensión y constituye un problema de extrema gravedad para el ecosistema. Las unidades ecológicas de este tipo en Fúquene están dominadas potencialmente por:

- L1LAf** / *Eichhornia crassipes*
- L1LAf** / *Limnobiium laevigatum*
- L1LAf** / *Hydrocotyle ranunculoides*

En el subsistema **Limnético (L2)** se encuentran

2.4.4.2.2.5 Espejo de Agua de Fondo No Consolidado (L2Eaf):

Aquí están las porciones completamente libres de vegetación y que se presume, por estudios anteriores, que son de fondos no consolidados posiblemente de arena, (partículas no consolidadas más pequeñas que las piedras), barro o materia orgánica. No es posible establecer sin muestreos del sustrato su composición. El Espejo de Agua en Fúquene ha sido diezmado en una proporción exageradamente alta. La principal causa es la expansión de Buchón y Elodea que han dejado al día de hoy únicamente 325 hectáreas de aguas libres de vegetación. Esto corresponde tan sólo al 28 % de todo el sistema Lacustre y al 11 % del área total del ecosistema.

2.4.4.2.2.6 Lecho Acuático de Vasculares Enraizadas (L2LAe):

Aquí están las macrófitas acuáticas que logran enraizarse a profundidades mayores de 2 m formando parte del subsistema Limnético. La extensión de esta unidad en la laguna de Fúquene es de 820 hectáreas y pueden encontrarse (potencialmente):

L2LAe / *Egeria densa* (esta es la que domina)

L2LAe / *Potamogeton illinoensis*

L2LAe / *Myriophyllum aquaticum*

2.4.2.2.2.7 Lecho Acuático de Vasculares Flotantes (L2Laf)

En el subsistema limnético de la laguna de Fúquene se encuentran comunidades de vasculares flotantes nativas dominadas por:

L2Laf / *Limnobium laevigatum* coordenada y extensión

L2Laf / *Hydrocotyle ranunculoides* coordenada y extensión

Pero hay una gran extensión de *Eichhornia crassipes* (buchón), especie introducida y originaria de la región amazónica colombiana que está invadiendo más de 200 hectáreas del espejo de agua de laguna y que ha creado problemas de taponamiento en especial en la boca del efluente principal de la laguna, el río Suárez, pues este era un paso de lanchas y hoy en día ya no es posible el tránsito. Esta unidad se designa como:

L2Laf / *Eichhornia crassipes*

La extensión total aproximada de las unidades donde domina *Eichhornia crassipes* es de 200 hectáreas, sin embargo hay otras porciones donde se entremezclan la vascular enraizada Elodea y el Buchón, incrementando el área de la laguna cubierta por esta unidad. Esta es especialmente grave en la salida de la laguna hacia el río Suárez, principal efluente del ecosistema, y ocupa un área de 224 hectáreas. Esta unidad es:

L2IAf_PLAe / *Eichhornia crassipes* / *Egeria densa* / *Typha* y *Scirpus* (en menor proporción)

Aunque la presencia de *Typha* y *Scirpus* es menor en esta unidad, no deja de ser preocupante su presencia que podría considerarse un indicativo del proceso de sedimentación en esta área y de pérdida de profundidad. Es necesario corroborar esta apreciación con datos batimétricos que mostrarían si la presencia de *Typha* y *Scirpus* está sustentada por islas formadas por la consolidación de conglomerados de Buchón y Elodea o están enraizados al lecho de la laguna, por la baja profundidad del lugar. Esta última opción estaría evidenciando el proceso de pérdida de más área Lacustre.

2.4.4.3 Laguna de Cucunubá (214 hectáreas)

El análisis de la imagen de satélite Julio de 2003 muestra una extensión actual de 214 hectáreas . La mayor parte corresponde todavía al sistema Lacustre, 90.9 ha., aunque ha habido gran crecimiento de vegetación Palustre en especial en el sector que la comunica con la laguna de Palacio.

Aquí también hubo, gracias al canal perimetral, alteración del patrón típico de las lagunas del altiplano. Ahora en el borde hay sistema Ribereño de origen antrópico.

2.4.4.3.1 Sistema Palustre (P)

El sistema Palustre de Cucunubá se localiza en el costado sur de la laguna y se extiende en una franja angosta hasta el borde de la carretera que divide a esta laguna de la laguna de Palacio. Su extensión es de 73 hectáreas y está dominado por la unidad:

2.4.4.3.1.1 Humedal Emergente de vegetación Persistente (Phep):

Esta unidad está dominada por plantas hidrófitas herbáceas perennes enraizadas y erectas de los géneros *Juncus*, *Typha* y *Scirpus*.

Esta gran extensión de humedal palustre se encuentra a sólo 191 metros de fragmentarse del cuerpo de agua principal de la laguna dominado por Espejo de Agua. Dentro de esta flora persistente es posible encontrar algunos parches de vegetación no persistente que conforman otra unidad:

2.4.4.3.1.2 Humedal Emergente de vegetación No persistente (Pheh):

Aparentemente estas unidades se desarrollan en respuesta a la estacionalidad del agua en ellas. No es posible por el momento determinar

qué especies hay aquí o si son las mismas persistentes que mueren cuando aumenta el nivel del agua.

Dentro del sistema Palustre también se idéntico otra unidad que corresponde a Lecho Acuático. Esta, aunque típicamente corresponde a los sistemas lacustres, aquí las condiciones ecológicas, el sustrato, la profundidad, la proximidad a una unidad típica palustre, los pequeños parches de vegetación palustre, hacen pensar que la mejor opción es clasificarla como:

2.4.4.3.1.3 Lecho Acuático de vasculares enraizadas donde predomina *Egeria densa* (PLAe).

Esta unidad al igual que el resto debe ser confirmado en el campo para que haya mayor precisión.

2.4.4.3.2 Sistema Lacustre (L)

A diferencia de Fúquene, aquí la proliferación de *Egeria densa* ha sido relativamente menos agresiva. Igual situación se presenta con el buchón introducido que también se encuentra con Cucunubá.

En el subsistema **Litoral** (desde la orilla hasta la profundidad máxima de 2 m) de la laguna de Fúquene están:

2.4.4.3.2.1 Clase Sin Vegetación de Orilla Rocosa (L1Nvr):

Esta unidad tiene aproximadamente 7 hectáreas y está ubicada en el costado nororiental de la laguna. Esta franja es importante por ser uno de los hábitats preferenciales del cangrejo de agua dulce.

2.4.4.3.2.2 Clase Sin Vegetación de Orilla No Consolidada (L1NVo):

Tiene una extensión aproximada de 1 ha. y se localiza en el costado noroccidental.

El subsistema **Limnético** domina en Cucunubá y corresponde a 90.9 hectáreas en el centro de la laguna. Corresponde a una mezcla de las clases Espejo de Agua (50%) y Vasculares Flotantes y Enraizadas (50%) (presumiblemente buchón y elodea). No fue posible corroborar que las especies de esta unidad fueran Elodea y Buchón pues la mayor parte de la ronda de la laguna es de propietarios privados por lo cual el paso hasta la laguna es restringido.

Las unidad resultante es:

2.4.4.3.2.3 Espejo de Agua de Fondo No consolidado (50%)-Lecho Acuático de Vasculares Flotantes y Enraizadas (50%).

2.4.4.4 Laguna de Palacio (32.6 hectáreas)

2.4.4.4.1 Sistema Palustre (P)

El sistema Palustre en Palacio ocupa la mayor parte del ecosistema. Es un paisaje casi homogéneo en las 32.6 hectáreas que actualmente ocupa el ecosistema. En el costado sur occidental de la laguna hay una porción de pasto kikuyo que está invadiendo la laguna. Esto es la clara evidencia el bajo nivel de agua del ecosistema y que da cuenta del avanzado estado de deterioro. Las unidades resultantes de acuerdo con la clasificación son:

2.4.4.4.1.1 Humedal Emergente de vegetación Persistente (PHep)

Con dominancia de vegetación palustre de los géneros *Typha* y *Scirpus*

También hay:

2.4.4.4.1.2 Humedal Emergente de vegetación No Persistente (PHeh).

No se conoce el tipo de vegetación que se establece aquí pero se presenta dentro de la extensión mayor de Humedal Emergente de vegetación Persistente (sep)

2.4.4.4.2 Sistema Lacustre (L): DESAPARECIÓ

En Palacio el sistema Lacustre se reportó como desaparecido del ecosistema en 1998 por Schmidt-Mumm. El canal artificial que bordea todo el humedal es lo que queda de agua pero esto ya no representa un Sistema lacustre. Está clasificado como sistema Ribereño de canal artificial. Aquí hay vegetación de vasculares enraizadas y flotantes.

La ronda de las tres lagunas están dominadas por los pastizales para la ganadería. También hay algunos cultivos.

2.4.5 Estado de la ictiofauna y el cangrejo asociado a los ambientes acuáticos de la laguna de Fúquene y anotaciones sobre el estado actual de las pesquerías.

Las intervenciones en la cuenca de captación del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio han tenido repercusiones sobre las poblaciones de peces y la única especie de cangrejo presente en estos ecosistemas. En el desarrollo de este trabajo se realizó una evaluación de las poblaciones de peces, nativas y exóticas, en la laguna de Fúquene.

Aunque no se realizaron experimentos de campo relacionando los valores de las variables poblacionales con variables físicas o químicas para determinar cuantitativamente la relación causa-efecto, la comparación con datos de trabajos anteriores, la historia de intervenciones en los humedales de la región y en otros ecosistemas de la cuenca, la evidencia de la introducción de especies y el conocimiento de algunos aspectos ecológicos de las especies, permiten concluir que el estado actual de las poblaciones de las endémicas está fuertemente influenciado por las intervenciones humanas en la cuenca.

Los indicadores de estado evaluados para la ictiofauna son reflejo de los efectos de la introducción de peces exóticos. El capitán, la guapucha y el cangrejo han sido desplazados por la carpa y más recientemente por la introducción del goldfish. Las tramas tróficas y las relaciones ecológicas de abundancia, densidad y competencia han sido alteradas.

El recurso hidrobiológico en la Laguna de Fúquene (peces y macro crustáceos) está compuesto por cuatro especies endémicas: el capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*, la guapucha *Grundulus bogotensis*, el capitanejo *Trichomycterus bogotense*, y el cangrejo de río *Neostrangeria macropa*; y 5 especies de peces exóticas: la carpa *Cyprinus carpio* con sus tres variedades: común, roja o coy y espejo, el pez dorado *Carassius auratus* o bailarina con su variedad tilapia, la trucha *Oncorhynchus mykiss*. En una ocasión se obtuvo algunos ejemplares aislados de carpa herbívora *Ctenopharingodon idella*.

El Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805, llamado también Chimbe, y la Guapucha *Grundulus bogotensis* Humboldt 1821 son especies endémicas del altiplano Cundiboyacense (Dahl 1971). Aparentemente fueron introducidas en la laguna de Tota y con certeza fueron trasplantadas a otras regiones del país como la laguna de la Cocha (la altitud de su distribución va de los 2500 a 3000 msnm). Estas dos especies han sido identificadas con categorías de amenaza en el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica et al. 2002) y posiblemente presentan en la laguna de Fúquene las mayores poblaciones de todo el rango geográfico de su distribución.

-- Informe Final --

El cangrejo de río *Neostrangeria macropa* (H. Milne Edwards 1853) es endémico de la cordillera oriental con localidades en el altiplano de Ubaté-Bogotá que van desde Tabio hasta Fúquene en un rango altitudinal entre 2200 m a 2900 m (Campos 1994). Es una especie con alto grado de amenaza siendo candidata a ser incluida en el libro rojo de crustáceos (Martha R. Campos, com.pers.).

A pesar de la importancia de estas especies endémicas, el conocimiento sobre ellas es precario, y en especial en la laguna de Fúquene no existe información completa que permita determinar el estado de sus poblaciones y sus características biológicas y ecológicas. Solamente para el capitán de la sabana se han realizado estudios sobre reproducción y madurez y algunos aspectos ecológicos. Otros estudios se refieren a su capacidad para respirar aire atmosférico, a la caracterización seminal, biometría, al potencial para la acuicultura y a la pesca en la laguna de Fúquene.

La Guapucha es aún mucho menos conocida y para la laguna de Fúquene este trabajo se convierte en el primer aporte a su biología. No obstante existen algunos estudios sobre su biología y ecología general en la Sabana de Bogotá, el embalse de San Rafael, la laguna de Suesca y laguna de la Cocha. El Cangrejo de Río es la especie menos conocida. Solamente se han realizado estudios sobre su biología general y algo síntesis sobre su distribución, descripción y algunos datos estadísticos para el Altiplano de Ubaté-Bogotá.

Con el estudio realizado en el marco de este proyecto se hace una contribución al conocimiento de las especies nativas endémicas en las lagunas de Fúquene y Cucunubá, para ayudar en la definición y establecimiento de medidas de manejo de estos ecosistemas de humedal, considerados estratégicos para la región Andina Oriental (Ministerio de Medio Ambiente 2002).

El estudio se centró en la laguna de Fúquene donde se establecieron, durante los meses de Abril y Mayo de 2003, 8 estaciones de muestreo. En la laguna de Cucunubá se hizo un único muestreo exploratorio (Junio de 2003). En ambos casos los ejemplares obtenidos tanto de las especies endémicas como de las exóticas fueron contados, medidos y pesados para obtener el número de individuos/estación y biomasa en peso/estación) y estructura en tamaños (talla media y rango).

Los resultados de los muestreos, en la laguna de Fúquene, evidencian de manera preocupante la mayor dominancia, en cuanto a biomasa relativa, de las especies introducidas: el 61% de la biomasa relativa fue aportada por las especies introducidas (carpa 51,9%, goldfish 3,1% y tilapia 6,3%), mientras que el capitán de la sabana representó el 22%, la guapucha el 11% y el cangrejo 6% (Figura 2.4.3.1).

-- Informe Final --

En Cucunubá la dominancia de las especies exóticas es aún mayor en comparación con Fúquene. La carpa común y su variedad espejo representaron el 92% de la biomasa, mientras que el capitán solamente el 2.5%, la guapucha 2% y el cangrejo 4.5%.

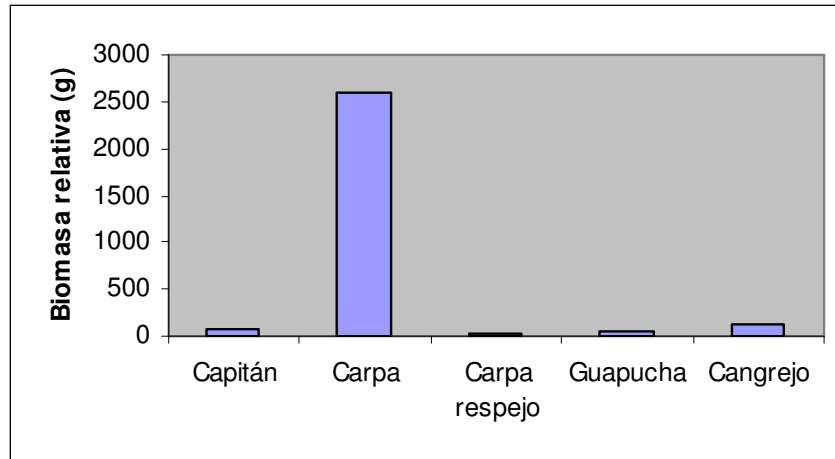


Figura 2.4.4.1 Biomasa media por estación (%) en la laguna de Cucunubá.

A pesar de la mayor abundancia relativa en biomasa de las especies exóticas, en la laguna de Fúquene el número total de ejemplares de las especies nativas es mayor. El 96.6% de la abundancia en número de ejemplares fue aportada por las especies nativas, entre ellas la guapucha 88%, el capitán 4.8% y el cangrejo 3.8%. La carpa y las variedades de goldfish representan solamente el 3.4%.

En la laguna de Cucunubá la situación de dominancia de número de ejemplares es diferente. La mayor dominancia es de la carpa y su variedad *especularis* (46%) y el cangrejo (46%). La poca representatividad del capitán de la sabana (4.2%) es similar a la encontrada en la laguna de Fúquene, pero en Cucunubá es evidente el poco aporte, en cuanto a número de ejemplares, de la guapucha lo cual se convierte en un hecho significativo de la diferencia en cuanto a la estructura de la comunidad de peces en las dos lagunas. Por el contrario hay mayor número de ejemplares del cangrejo de río, comparado con la laguna de Fúquene.

Aunque hay diferencias en las variables poblaciones de las especies estudiadas entre las dos lagunas, la diferencia en el número de muestreos y los pocos muestreos realizados en Cucunubá, no permiten llegar a conclusiones más precisas en relación con el estado de las poblaciones de peces y el cangrejo. Se hace necesario, para concluir con certeza las causas de un determinado estado, evaluar las condiciones de Cucunubá para obtener explicaciones más precisas sobre la diferencia en la estructura de la comunidad de peces.

-- Informe Final --

Los sitios de la laguna de Fúquene donde se encontró la mayor biomasa relativa de peces están asociadas a la presencia de vegetación acuática, mientras que los de menor abundancia se encuentran en aguas abiertas. Esto muestra su importancia ya sea de refugio o de alimentación.

Las especies endémicas tienen un patrón de mayor abundancia relacionado con las zonas litorales de las quebradas. El capitán es más abundante en los hábitats de mayor diversidad de vegetación acuática, mientras que la guapucha presentó su mayor abundancia en islas flotante de buchón con fondos de elodea. Esto es de resaltar, dado que se asocia con especies de la flora, emergentes y flotantes, introducidas. El Cangrejo presentó dos índices de abundancia diferentes, el primero asociado a la zona litoral de quebradas y el segundo tanto a la zona litoral rocosa como a la zona con vegetación asociada al junco. Hasta el momento se pensaba que esta especie estaba asociada únicamente al sustrato rocoso, sin embargo en esta investigación se encontró que también es muy abundante en los hábitats dominados por la flora palustre.

Las especies introducidas muestran un patrón de distribución de abundancia diferente al de las especies endémicas. La carpa está homogéneamente distribuida aumentando en la zona de influencia del río Ubaté con aguas más turbias. El goldfish está asociado al junco ya sea con fondo de elodea o con vegetación nativa siempre en zona litoral. La tilapia, en cambio, fue más abundante en las islas flotantes de buchón con fondo de elodea.

2.4.5.1 Estructura de tamaños

La estructura de tamaños del capitán es bimodal correspondiendo a dos grupos claros de edad: juveniles (con moda de 13 cm) y adultos (con moda a los 20 cm). Muy pocos ejemplares mayores de 24 cm fueron encontrados. El tamaño de los ejemplares en esta investigación coincide con la estructura de tallas encontrada en el año 1992 (Mayorga 1992). Aparentemente los adultos solo están bien representados por un grupo de edad, lo que deja entrever que ejemplares de mayor edad (por ejemplo mayores a 28 cm) son muy escasos.

Los pocos ejemplares de tallas mayores a 24 cm podrían estar reflejando la mayor disponibilidad de nuevos hábitats-refugios que se han generado con la proliferación de las malezas acuáticas. Sin embargo, resalta el tamaño inferior a los encontrados en otros sistemas acuáticos como la laguna de Suesca y el embalse del Neusa. Esto probablemente es indicativo de sobrepesca por crecimiento en la laguna de Fúquene.

Tabla 2.4.5.1.1 Comparación de estructura en tamaños de las especies nativas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá con referencia a otros cuerpos de agua.

Especie	Localidad	Talla media LS cm	ds	n	talla mínima (cm)	talla máxima (cm)	Talla Madurez	Fuente
Cangrejo	Fúquene	4,1	0,5	133	2,8	5,5		este estudio
Cangrejo	Varias	3,9	0,9	86	2,6	6,1		Campos (1994)
Cangrejo	Neusa				2,2	6,8		Ortiz et al (1981)
Cangrejo	Cucunubá	3,8	0,5	11	3	4,5		este estudio
Capitán	Fúquene	15,7	4,5	171	8	27	17	este estudio
Capitán	Fúquene	11-13			9.1	21	14	Beltrán y Mayorga 1992
Capitán	Fúquene	13		644	9	26,8	13-17	Mayorga (1992)
Capitán	Neusa	24-30			10	36	13-17	Beltrán y Mayorga 1992
Capitán	Suesca	32		52	26	38		Piedrahita y Ruiz (1994)
Capitán	Tota						17-20,5	Amaya (1977)
Capitán	Río Bogotá						14	Cala (1985)
Guapucha	Sabana Bogotá	7,18			0,8	9,2	3,7	Forero y Garzón (1974)
Guapucha	Fúquene	3,6	0,7	1234	2,1	6,8	3,5	este estudio

La población de la guapucha no mostró diferencia con la estructura en tamaños en otros ecosistemas acuáticos hace cerca de 30 años. Su estado parece ser saludable con tamaños medios en la población de 3,6 cm LS, aun cuando se denota que solamente existe un grupo de edad, lo cual requiere confirmación con estudios de crecimiento.

El Cangrejo muestra tamaños (ancho de caparazón) muy similares a los encontrados en el embalse del Neusa hace cerca de 20 años. Esto puede ser indicativo de una población saludable, tomando como indicador la estructura de tallas de la población.

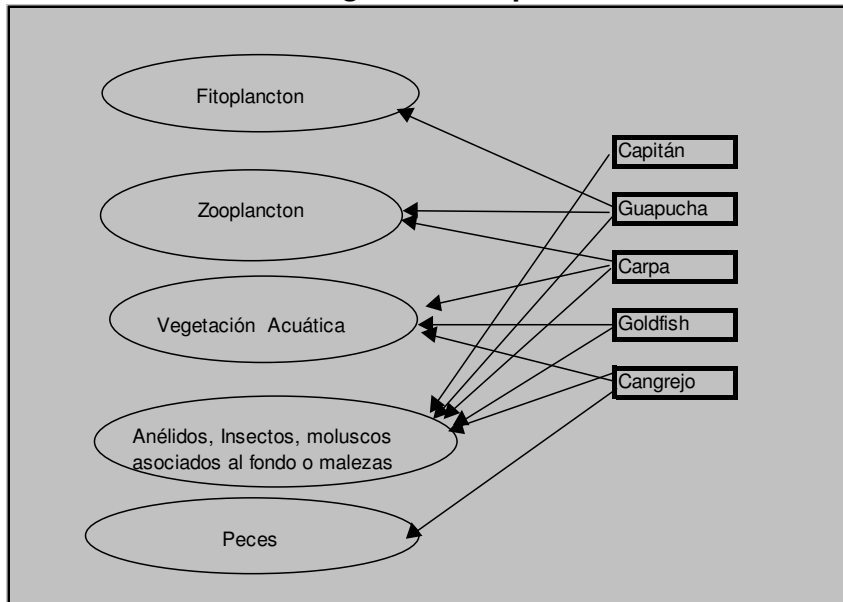
2.4.5.2 Algunos aspectos ecológicos

Las especies endémicas tienen preferencias alimenticias muy bien diferenciadas. Mientras que el capitán prefiere anélidos, insectos y moluscos, la Guapucha es filtradora con espectro oportunista hacia moluscos, insectos y algas. El cangrejo es esencialmente carnívoro, sin embargo se ha registrado que ocasionalmente utiliza también la vegetación acuática (Ortiz et al. 1981).

Si se considera que el goldfish se alimenta en sus estadios juveniles de vegetación acuática y durante la edad adulta de materia orgánica y anélidos (Piedrahita y Ruiz 1994), que la carpa juvenil se alimenta de fitoplancton y zooplancton y cuando alcanzan los 10 cm de longitud se orientan hacia una dieta bentónica de anélidos, insectos y moluscos (INPA 1998), se concluye que con la competencia entre las especies introducidas y las nativas, el capitán es la especie más impactada por poseer un estrecho espectro

alimenticio. Además si se considera que la fauna bentónica está ausente por baja calidad de agua (JICA 2000), el capitán solo tiene acceso a la vegetación acuática en Fúquene. El gráfico de la Figura 2.4.5.2.1 muestra las preferencias alimenticias de las especies de peces de la laguna de Fúquene

Figura 2.4.5.2.1 Especies y preferencias alimenticias en la laguna de Fúquene



Al parecer el efecto de la introducción de peces exóticos, Carpa y Goldfish, tiene los efectos más conspicuos en el estado poblacional del capitán. La estructura de tamaños del capitán muestra la escasez de ejemplares grandes o de mayo edad, lo cual puede ser ocasionado por la sobrepesca o por limitaciones en la oferta alimenticia. La biomasa del capitán, que era la más abundante antes de la introducción de las especies exóticas, se ha ubicado en un nivel secundario en la laguna. Sin embargo es necesario evaluar estas hipótesis para poder establecer medidas claras de manejo y conservación.

En Fúquene la calidad del agua está siendo afectada por la gran proliferación de vegetación acuática, especialmente por alterar el régimen de circulación del agua y disminuir la capacidad fotosintética del fitoplancton, disminuyéndose el oxígeno. Sin embargo dos especies nativas están adaptadas a bajos niveles de oxígeno, el capitán es respirador aéreo facultativo ya que utiliza al estómago como órgano para el intercambio de gases (Gala 1986) y el Cangrejo puede utilizar una modificación de la cámara branquial para almacenar agua pudiendo habitar temporalmente en ambientes anóxicos o terrestres. Es por ello que las mortalidades de peces se observan especialmente en goldfish y tilapia que no aguantan continuados bajos niveles de oxígeno.

2.4.6 Anotaciones sobre el estado actual de las pesquerías en la laguna de Fúquene

Las intervenciones en el valle de Ubaté están también reflejadas en la actividad pesquera de la laguna de Fúquene. Con el objetivo de contar con una evaluación preliminar de la actividad de pesca en la laguna de Fúquene, se realizó un estudio su valoración en cuanto a capturas, composición y esfuerzo pesquero, además de conocer las principales características socioeconómicas de la actividad pesquera,. Para ello se realizó una evaluación de la pesca durante el mes de Agosto de 2003. La información se obtuvo de dos fuentes principales: la primera proveniente de mediciones y conteos de ejemplares pescados que son desembarcados en las dos principales áreas de llegada de los pescadores, Guatancuy y El Peñol.

La información obtenida se refirió a captura total y por especies (kg), días de pesca a la semana, arte de pesca, volumen para consumo (kg), volumen para la venta (kg) e inicio y finalización de la faena. Posteriormente, con los datos obtenidos en las encuestas en cuanto a porcentaje dedicado a la venta o al consumo, se obtuvo una aproximación preliminar de la producción pesquera en el mes de muestreo.

La segunda fuente de información fue la obtenida a través de entrevistas directas a los pescadores sobre artes de pesca, número de pescadores en la laguna, otras actividades económicas, pertenencia a asociaciones de pescadores, personas dependientes, lugar de venta del pescado, destino del producto, precio de primera y segunda venta, forma de transporte y problemática de la pesca.

2.4.6.1 Especies y producción pesquera

De acuerdo con la información obtenida las especies capturadas en la laguna de Fúquene son el capitán de la sabana, la carpa y la tilapia. Ocasionalmente se ejercen faenas de pesca para la captura de guapucha, pero en el muestreo no fue registrada esta especie. Lo mismo sucede con el cangrejo de agua dulce.

La principal especie en la captura es la carpa común que representó el 74% de las capturas incluyendo su variedad carpa coy, seguida de la tilapia con el 23%, y el capitán 3.0% (Tabla 2.4.6.1.1). La captura total durante el mes de muestreo fue estimada en 6.4 ton.

Tabla 2.4.6.1.1 Composición de la captura mensual durante el mes de Agosto de 2003 en la Laguna de Fúquene

Estrato	Carpa	carpa coy	capitán	tilapia
	kg/mes/	kg/mes/	Kg/mes/	kg/mes/
EL PEÑÓN	4089.0	0.0	0.0	1043.3
%	79.7	0.0	0.0	20.3
GUATANCUY	636.0	67.6	191.2	408.0
%	48.8	5.2	14.7	31.3
LAGUNA	4725.01	67.60	191.17	1451.28
%	73.4	1.1	3.0	22.6

Es clara la poca representatividad del Capitán de la Sabana en las capturas pesqueras. Se destaca la Tilapia que no se había reportado anteriormente entre las especies que son pescadas. Hoy en día, y de acuerdo con los resultados de este estudio, representa un recurso de importancia por ser la segunda especie más capturada después de la carpa. Tampoco se reportó la trucha.

2.4.6.1.2 Información biológica: tallas y madurez

Las tallas medias de captura de las principales especies se encuentran en la Tabla 2.4.6.1.2.1

Tabla 2.4.6.1.2.1 Tallas medias de captura (cm LS) de las principales especies en la captura en la Laguna de Fúquene

ESPECIE	1979*			1982**			2003		
	n	LS	DS	n	LS	DS	N	LS	DS
CARPA	153	14.6	1.5	75	18.3	2.4	43	28.2	3.1
CAPITAN							24	19.5	2.03
TILAPIA							5	16.1	1.8
TRUCHA	3	22.4	0.92	6	23.3	4.1			

*Valderrama y Mosquera (1979)

** Datos de la CAR, no publicados (1982)

De acuerdo con la apreciación de los pescadores de la laguna, el capitán parece haber disminuido su tamaño en las tallas medias de captura en relación con años anteriores.

El tamaño de captura de la carpa se ha incrementado en los últimos 20 años, posiblemente porque se está utilizando un ojo de malla mayor y porque la pesca ya se ha orientado hacia esta especie. En 1991 Vargas y Pinilla indicaban tamaños de carpa entre 15 y 45 cm, con modas en los 21 cm y 33 cm. En estos muestreos la carpa presentó dos modas, a los 27.5 cm LS y a los 34.5 cm LS. Para la Carpa se observó que las tallas medias de captura han ido aumentando considerablemente entre los años 1979 y 2002, pues en el año de 1979 la talla media de la carpa era de 14,6 cm y en

-- Informe Final --

el presente es ya de 28,2 cm. Esto se debe seguramente al arte empleado por los pescadores que ampliaron el ojo de malla.

La talla media de individuos maduros fue determinada para el capitán en 17 cm LS para machos, 19.3 cm LS para hembras, y 18.8 cm LS para sexos combinados. Esto estaría indicando que el capitán es capturado (TMC= 18.5 cm) en promedio cuando alcanzan la madurez (Figura 2.4.6.1.2.1).

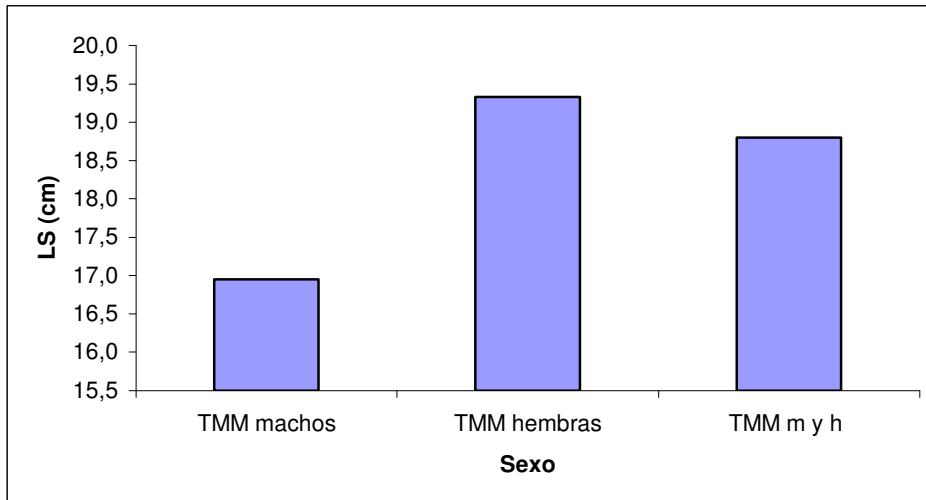


Figura 2.4.6.1.2.1 Tallas medias de los individuos maduros de Capitán muestreados en la laguna de Fúquene

La carpa presentó las tallas medias de individuos maduros para machos en 26.8 cm LS, para hembras 30.5 cm LS y 29.1 cm LS para ambos sexos. Al comparar con la talla media de captura de TMC = 28.5 cm LS, se puede deducir que la carpa es capturada en una talla ligeramente inferior a la de individuos adultos. Esto puede estar indicando que el recurso está empezando a ser sobreexplotado Figura 2.4.6.1.2.2

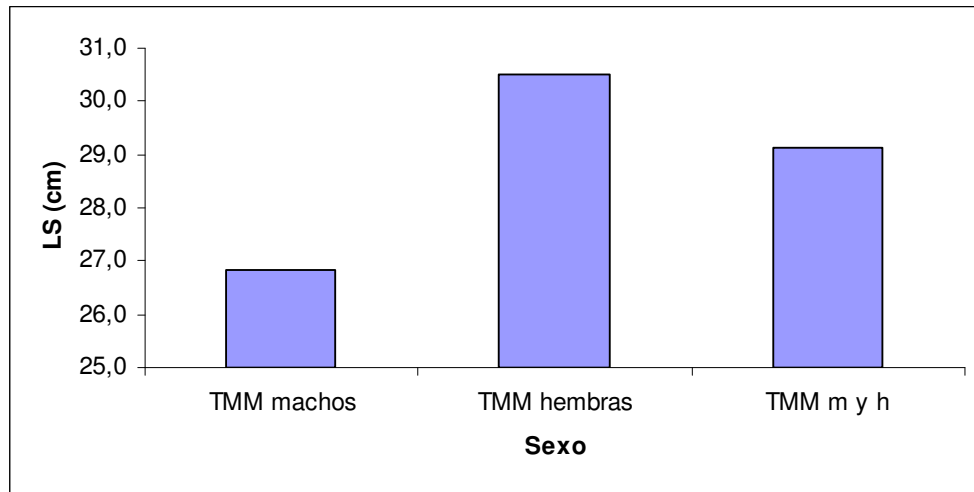


Figura 2.4.6.1.2.2 Tallas medias de los individuos maduros de Carpa muestreados en la laguna de Fúquene

2.4.6.1.3 Caracterización socioeconómica

La zona de El Peñol es la de mayor importancia para la pesca, el 80 % de la captura es acopiada allí, y el restante 20% en la zona de Guatancuy. De la misma manera la mayoría del esfuerzo pesquero se concentra en el Peñol (90 %).

El número de pescadores en la laguna de Fúquene se estimó en 150. En algunos casos se mencionaron desde 40 pescadores profesionales hasta 200 muchos de ellos ocasionales en las épocas de mejor producción. Sin embargo Vargas y Pinilla (1991) hace cerca de 10 años indicaron que los pescadores profesionales habían disminuido de 150 a 30.

La intensidad de pesca es alta (6 días a la semana) y la mayoría son pescadores de tiempo completo. Del total de pescadores profesionales, hay un 12 % que deben dedicarse a otras labores diferentes de la pesca. Por ejemplo a la agricultura y el jornaleo. Se pesca a lo largo de todo el año, intensificándose la actividad durante el invierno y la Semana Santa. Los pescadores realizan otras actividades complementarias. Estas son la agricultura y el jornaleo en iguales proporciones (50%).

Los artes utilizados son las mallas con una longitud media de 237 m, altura de 1.2 m y un ojo de malla medio de 8 cm. Son utilizadas para carpa principalmente. Las mallas para la pesca de capitán son más pequeñas con 30 m de longitud, 1,5 m de altura y de 1 cm de ojo de malla. Aunque existen otros artes de pesca, como el muchilo (red o nasa de mano circular), líneas de mano y de anzuelos, éstos no fueron reportados durante el mes de muestreo.

El 66% del producto es vendido en el puerto, y el restante 24% es vendido en el área de pesca o llevado a ciudades vecinas (Simijaca, San Miguel de Sema o Chiquinquirá). Aunque se detectó que los rendimientos de la pesca

-- Informe Final --

han disminuido en los últimos 10 años, pasando de 12,7 kg/día (Vargas y Pinilla 1991) a 8,4 kg/día actualmente (de acuerdo con este muestreo), una estimación muy preliminar al valor de la captura mensual podría ser de \$7'022.400 a precios de primera venta. Basado en este valor, la producción anual podría situarse entre \$80'000.000 y \$100'000.000, y a precios de comercialización esta cifra podría incrementarse hasta \$200'000.000. Sin embargo este valor requiere de su valoración precisa a lo largo de un año de estudio debido a que no se han considerado factores como la estacionalidad de la pesca y fluctuaciones intranuales de precios objeto de la demanda.

Los pescadores de la laguna no están incluidos en ninguna organización lo que impide el desarrollo y el apoyo comunitario para la superación de problemas como la inseguridad de la laguna (robo de aparejos de pesca) o participación en procesos de ordenación. El otro problema que los pescadores manifiestan es la proliferación de malezas acuáticas que impiden la navegación o el fácil acceso a los puertos y también afecta las faenas en lo que tiene que ver con la fijación y la recolección de las redes. La solución planteada por los pescadores es una intervención de la CAR (Corporación Autónoma Regional), como la remoción directa de las malezas acuáticas.

Como último aspecto relevante, encontramos que la pesca se está realizando preferencialmente por medio de redes o mallas con medidas promedio de 237 m de largo. La pesca con artes tradicionales como el muchilo y los anzuelos son aparentemente infrecuentes en la laguna durante el mes de evaluación.

2.4.6.1.4 Ordenación pesquera

La ordenación pesquera en ambientes continentales es una tarea compleja debido a la presión por uso que se ejerce sobre el agua. La pesca es considerada como un uso no consuntivo de agua y la ordenación de los recursos pesqueros involucra conceptos de diversa índole, tanto biológicos y ambientales, como tecnológicos, sociales, económicos y de función institucional como de enfoque precautorio (FAO 1999).

El principal instrumento de ordenación con que cuentan los países es el Código de Conducta de la Pesca Responsable (FAO 1995) y Colombia ha firmado la Declaración de Roma sobre la Aplicación del Código (FAO 1999). No obstante lo anterior, para la laguna de Fúquene no existe ninguna medida específica de ordenación, lo que ha conducido a que el aprovechamiento de los recursos pesqueros se ejerza de forma espontánea, sin ninguna medida de manejo y no se han aplicado estrategias de conservación y desarrollo.

-- Informe Final --

La actividad de uso y aprovechamiento de los recursos junco y peces se enmarca dentro de la “tragedia de los comunes” y los principios de manejo sostenible deben reflejar situaciones cada vez más complejas (Ludwing et al. 1993). La carencia de un plan de ordenación de la pesca para la laguna de Fúquene ha sido una limitante para garantizar la conservación y el uso sostenible de los recursos de la misma. La problemática de los recursos pesqueros en la laguna está referida a los efectos ocasionados por la alteración de hábitat, la degradación de la calidad de los ambientes acuáticos, el estado de las poblaciones de peces endémicos, la introducción de especies invasoras, a factores aparentes de sobrepesca, a la carencia de un tejido social organizado para la producción y su participación en la ordenación, a la desdibujada acción institucional encargada del manejo de la laguna en materia de pesca y, en especial, a la evidente ausencia de conocimiento sobre el estado de las poblaciones de peces y sobre la actividad extractiva que permita sustentar la adopción de medidas de ordenación.

La profusión de malezas acuáticas como la elodea *Egeria densa* y el buchón *Eichornia crassipes* que ocupaban el 64.3% del espejo lagunar en 1999 (JICA 2000) han modificado las condiciones de hábitat en el cuerpo de agua. Es necesario conocer las respuestas de la comunidad de peces a estas nuevas condiciones. Dentro del concepto de refugio (Moss et al. 1997) es factible que la elodea haya creado condiciones que han favorecido un cambio en la abundancia de algunos componentes biológicos que están siendo aprovechados por algunas especies de peces, o como con el buchón flotante, se ha creado un sustrato que está siendo aprovechado por el capitán de la sabana para alimentarse de organismos asociados a sus raíces. Desafortunadamente no se conocen esas nuevas relaciones y su efecto sobre la comunidad de peces y por ende en la pesca.

La baja calidad de agua es otro factor que afecta la comunidad de peces y por lo tanto el recurso pesquero. La alta eutrofización y especialmente las malas condiciones de los fondos por contaminación de material orgánico, altos nutrientes, alto sulfuro de hidrógeno, y la ausencia de bentos (JICA 2000) limitan las poblaciones de capitán. Además, la carpa posiblemente está resuspendiendo nutrientes por su característico comportamiento en los sedimentos, agravando aún más la situación.

La pesca en la actualidad se ejerce preferencialmente sobre las especies exóticas, carpa y la tilapia, mientras que en las especies nativas (capitán y guapucha) la presión de pesca es menor. No se conoce si este hecho obedece a preferencias comerciales o a una real disminución de la abundancia de las especies endémicas. No obstante se considera que la introducción de especies exóticas es ya un agente de pérdida de biodiversidad al alterar la estructura y funcionamiento de la comunidad. McNeely & Strahm (1996) ya mencionan que después de la pérdida de hábitat, esta es la segunda causa de pérdida directa de biodiversidad en ecosistemas acuáticos. Desgraciadamente la mayoría de los efectos sobre

-- Informe Final --

las poblaciones de peces son irreversibles y en el caso de existir posibilidades de recuperación estas son generalmente muy onerosas (Lowe-McConnell 1987).

Aunque parecería que existen algunos indicadores de sobrepesca (bajas tallas de capitán, disminución de los rendimientos de captura, disminución de la captura total) no se pueden tener conclusiones asertivas. Es necesario evaluar la pesquería (captura total y estacional, composición de la captura, esfuerzo de pesca y rendimientos por unidad de esfuerzo) y establecer los parámetros que expliquen la dinámica poblacional (abundancia relativa, crecimiento, mortalidad) y el estado de explotación de las especies de peces. Esto con la finalidad de establecer los puntos de referencia de manejo para cada una de ellas. La definición de puntos de referencia de manejo está asociada a una definición clara de objetivos (Caddy & Mahon 1995) y por ello es necesario que la autoridad ambiental o la autoridad de pesca los definan en la laguna de Fúquene.

Hay dos limitantes para la aplicación de estrategias de ordenación en la laguna de Fúquene. Una es la carencia de una institucionalidad realmente activa en materia de ordenación de recursos pesqueros y la otra la inexistencia de una base social organizada que pueda ser receptora y al mismo tiempo ejecutora de estrategias de ordenación y desarrollo pesquero dentro del marco de manejo compartido de los recursos pesqueros y la asignación de derechos especiales de uso a las comunidades de pescadores por parte de la autoridad ambiental. Es necesario a corto plazo resolver estas limitantes como forma de propender por una adecuada ordenación de los recursos pesqueros. Un tercer aspecto que limita la ordenación de las pesquerías en Fúquene, es la falta de conocimiento sobre la dinámica de las pesquerías. Desarrollar proyectos de investigación estratégica en materia de biología pesquera, dinámica de poblaciones, socioeconomía y de comercialización de productos pesqueros es un compromiso que debe estimularse como estrategia de política hacia las autoridades, las entidades interesadas y la población en general de la región.

La mayor importancia de las especies invasoras (carpa y tilapia) sobre las nativas endémicas (capitán y guapucha) indica un cambio en la composición de la captura pesquera en la laguna y muestran la transformación que ha ocurrido en la estructura de la comunidad. Medidas de ordenación que protejan las especies endémicas son necesarias y se deberá tener en cuenta cuando se formulen los objetivos de manejo pesquero.

La importancia socioeconómica que posee la pesca en el ámbito local amerita estrategias para su desarrollo. No sólo es fuente de seguridad alimentaria sino de ingresos económicos para la población.

2.4.7 Estado de la avifauna amenazada en la laguna de Fúquene³¹

La laguna de Fúquene sustenta poblaciones de 2 especies de aves de humedales endémicas para Colombia: *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, y 3 subespecies endémicas de los Andes del norte: *Gallinula melanops bogotensis*, *Agelaius icterocephalus bogotensis*, *Ixobrychus exilis bogotensis* (Andrade, G. 1998). Estas especies asociadas a los humedales se encuentran enfrentando amenazas a sus poblaciones que van desde los efectos de las aguas contaminadas que llegan en los afluentes del ecosistema, hasta la cacería de que son objeto en determinadas épocas del año.

El tamaño de las poblaciones de estas especies fue estimado para aportar información básica de relevancia para la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR y demás instituciones y personas, que participarán en el proceso de la definición del plan de manejo de la laguna de Fúquene y ecosistemas asociados.

El estudio de las aves asociadas a los humedales se realizó de Enero a Mayo del 2003, en 3 sectores de la laguna: sector 1, hacia el puerto de Guatancuy hasta el Río Suárez (1.300 m² área de vegetación flotante); sector 2, hacia los ríos Fúquene y Ubaté (1.800 m² de área de vegetación flotante); sector 3, hacia la Quebrada Monroy (2.600 m² área de parche de vegetación flotante, se recorrieron 1.75 km caminando y en bote 2. 11 km) . Adicionalmente se visitó un área de junco cercano a la quebrada Monroy de 1.300 m² (llamado Cerro). El total muestreado corresponde al 64% del hábitat disponible (*Scirpus californicus* y *Typha latifolia*) que conforma el 55.6% de la laguna.

Con base en la estructura general de la vegetación acuática para la laguna de Fúquene, se definieron dos tipos de hábitat para el muestreo: vegetación palustre (jucales y enea) (Zona 2) y vegetación flotante (*Eichornia crassipes* y otras) (Zona 1 y 3) (Morales, A. 2001) (Fig. 2)³². Una tercera zona, la 3, está compuesta por enea y junco.

Los resultados de la investigación mostraron que la chinita española como se conoce en la región a *Gallinula melanops*, es Poco Común de acuerdo

³¹ Esta síntesis está basada en la investigación de Andrea Morales e Inés Elvira Lozano. El artículo en extenso se encuentra en el Anexo

³² zona 1: Borde de transición a terreno firme (en algunos casos están separados de la vegetación acuática por canales perimetrales). En esta zona es común encontrar cortadera *Cyperus acuminatus*, hierba de sapo *Polygonum hydopyperoides* y kikuyo *Pennisetum clandestinum*.; zona 2: Palustre. Se encuentra el junco *Scirpus californicus*, la sombrilla de agua *Hydrocotyle ranunculoides* con hierba de agua *Myriophyllum elatinoides* y *Polygonum hispidum*; zona 3: Palustre-lacustre. La presencia de enea, *Typha latifolia* es mayor, mezclada con el junco *Scirpus californicus*, el botoncillo de agua *Bidens laevis*, y la lenguaevaca *Rumex conglomeratus*. El buchón *Eichornia crassipes* es frecuente en todas las zonas mezclado con las otras especies ya mencionadas.

-- Informe Final --

con las categorías de abundancia definidas. El número de individuos que se estima actualmente en Fúquene es de 153. Esta especie fue considerada hasta hace poco como Común y fácil de observar (Hilty y Brown 1986), e incluso como el ave acuática más abundante de las sabanas de Bogotá y Ubaté (Fjeldsa, J., y N. Krabbe. 1990). Actualmente la principal amenaza en la Sabana de Bogotá es la desaparición de vegetación acuática y la desecación para el establecimiento de campos de cultivos y potreros (Renjifo L.M. et al 2002).

En el presente estudio esta especie fue catalogada como Poco Común. En abril se observó un leve aumento en el número de registros probablemente debido a la presencia de lluvias donde el nivel de la laguna sube notoriamente y se crean más espejos de agua (observación personal). Sin embargo las abundancias obtenidas por Sector son muy bajas y esto es preocupante, teniendo en cuenta las dimensiones de la laguna, además de la pérdida del hábitat, actualmente la presión de caza es una amenaza constante que está afectando claramente la abundancia de esta especie que hace unos años; según algunas personas de la comunidad, era abundante. La especie prefiere el hábitat de vegetación flotante y se observó en los canales perimetrales de la laguna asociada con *Bidens laevis*, *Limnobium laevigatum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Myriophyllum platinooides*. También en áreas de espejo de agua asociada con *Egeria densa*, *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*. Principalmente se observó en grupos pequeños de 3 a 5 individuos, forrajeando, sumergiéndose y siempre utilizaba los juncuales de *Scirpus californicus* como refugio.

Rallus semiplumbeus es llamada Chorola en la región. Esta especie fue considerada como Común en la laguna y desde marzo, al realizarse los muestreos con ayuda de play back, se observó un aumento en el número de individuos registrados donde las mayores abundancias se obtuvieron en los sectores 2 y 3 (parches continuos de junco) y la menor en el 1. El mayor número de observaciones en el sector 2 puede explicarse porque el junco aquí no es continuo si no que se encuentra formando islas y al parecer esta condición es preferida por el *Rallus*³³. El número total de individuos contabilizados fue de 201 aproximadamente y su hábitat preferido es el de vegetación palustre compuesto por el junco *Scirpus californicus* y enea *Typha latifolia*. Los juncos son de importancia económica para la región y la extracción moderada en pequeños parches parece no afectar la avifauna asociada a este tipo de vegetación. Sin embargo el corte excesivo y la quema extensiva de junco para establecer potreros sí crea un problema grande para las especies directamente asociadas.

Aun cuando la especie *Rallus semiplumbeus* es común en Fúquene es necesario mantener las franjas de juncuales en toda la laguna y por ningún motivo extraer junco en procedimientos de limpieza de vegetación acuática.

³³ Observaciones similares fueron realizadas por Lozano, I. en 1992 en el humedal de La Florida

-- Informe Final --

Ranchera o Rancherita es *Cistothorus apolinari*. Dentro de las categorías de abundancia definidas fue considerada como Común, sin embargo en el ámbito global ha sido categorizada como En Peligro por Birdlife International (2000)

En la Sabana de Bogotá la preferencia de hábitat es hacia parches de junco *S.californicus* mayores a 1 ha, muy densos y con alturas mayores o iguales a dos metros (Morales, A. 2001), situación que presenta la Laguna de Fúquene.

En comparación con otros humedales de la Sabana de Bogotá, la laguna de Fúquene es el único que mantiene una población grande y tiene buenas posibilidades de conservación para esta especie; es muy probable que en unos años este sea el único lugar donde se pueda observar, debido al constante deterioro que sufren los humedales bogotanos (op.cit.).

Al igual que *Rallus semiplumbeus*, se observó aumento en el número de individuos desde marzo al realizarse los muestreos con ayuda de play back. Los sectores 2 y 3 presentaron abundancias mayores a 40 registros por mes, al igual que el Sector 1 en febrero y marzo, sin embargo en abril disminuyó la abundancia en este último. En total se registraron 240 individuos aproximadamente. Esta especie prefiere el hábitat de vegetación palustre pues en todos los muestreos se observó en parches de junco *Scirpus californicus* y enea *Typha latifolia* con un número de individuos similar para los 3 sectores.

Agelaius icterocephalus bogotensis se conoce como Monjita. Esta es una subespecie endémica del Altiplano Cundiboyacense, todavía común en algunos humedales, sin embargo en muchas áreas la población está en disminución debido a la pérdida del hábitat y también a que sus nidos son parasitados por *Molothrus bonariensis* (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

Prefiere los humedales de la Sabana con abundantes juncos (*Scirpus*); forrajea en buena parte fuera de los juncales, frecuentemente en áreas de vegetación baja como la lengua de vaca (*Rumex*) o compuestas (*Bidens*), generalmente en grupos (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

En esta investigación la especie fue considerada como Abundante y de hecho la más común de las especies estudiadas. Sin embargo podría ser una subespecie vulnerable debido a la fragmentación progresiva del hábitat en la laguna; aunque se observó la presencia de *Molothrus bonariensis*, esta especie no parece afectar la población de la monjita³⁴.

³⁴ De todas formas se recomienda realizar estudios más detallados relacionados con la reproducción.

-- Informe Final --

Durante los muestreos, desde el mes de febrero, todos los meses presentaron abundancias altas (> a 100 individuos) en todos los sectores para un total aproximado de 659 individuos. Su hábitat preferido es el de vegetación palustre, aunque también se observó en parches de junco *Scirpus californicus* al interior de la laguna en la zona 3.

En cuanto al hábitat definitivamente se encuentra donde haya parches de junco (*Scirpus californicus*), incluso en parches al interior de la laguna. Siempre en grupos usando la zona de vegetación flotante para forrajear.

Ixobrychus exilis el Gallo de junco. La subespecie endémica *bogotensis* se encuentra en localidades dispersas entre 2000 y 3100 msnm de la cordillera Oriental. Es Escasa a Poco Común en nuestra área; es más común en áreas con lagos más amplios como Tota y Fúquene (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

La población de la Sabana representa una subespecie endémica, amenazada de extinción por la destrucción de su hábitat, solitaria y difícil de ver (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

Dentro de las categorías de abundancia definidas para la investigación fue considerada Rara. Solo en el mes de marzo se pudo observar con cierta frecuencia y abril fue el mes con más registros para el Sector 1, seguido de los Sectores 2 y 3. Estas observaciones parecen estar relacionadas con la época de lluvia, pues durante el fuerte verano que se presentó en esta región en enero y febrero solo se observó una vez; al empezar las lluvias en marzo y abril fue posible observarla con mayor frecuencia en el Sector 1. El total aproximado de observaciones fue de 44 individuos. Esta especie prefiere el tipo de hábitat de vegetación palustre, especialmente los parches de junco *Scirpus californicus* de la zona 2. En algunas ocasiones se observó en la zona 1 y 3 (Figura 2.4.5.1.1) pero generalmente siempre estaba refugiada en el junco. solitarias, muy escondidas entre el junco. Consideramos que la especie requiere de atención tanto para estudiar sus hábitos como para tomar medidas de conservación.

2.4.7.1 Conservación

El concepto de meta poblaciones, en el cual la población de una especie en un área es subdividida en subpoblaciones locales pequeñas con diferentes estatus, es aplicable a la situación de las especies de aves endémicas en los humedales remanentes de la Sabana de Bogotá (Foro Ramsar 1998). Esto es el resultado de la contaminación, sedimentación e intervención antropica que ha causado la deterioro del hábitat lo que ha puesto en peligro a especies de la flora y fauna como es el caso de *Cistothorus apolinari*, *Rallus semiplumbeus*, *Agelaius icterocephalus*, *Gallinula melanops*, *Ixobrychus exilis*.

Es importante realizar un estudio de sostenibilidad de la actividad de extracción de juncos para producir artesanías y de su efecto en las poblaciones de aves que dependen de este como *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Ixobrychus exilis* y *Agelaius icterocephalus*. Se debe estudiar el tiempo que tarda en recuperarse una parcela de junco, el tiempo que tardan las especies en colonizarlo, tamaño de parcelas de corte, método de extracción etc.

Se debe definir la época exacta de anidación de estas especies en Fúquene para determinar épocas en las que no se puede extraer junco en determinadas áreas. Se recomienda también que se mantengan saludables las comunidades de juncuales y se mejore la calidad del agua.

También se requiere de una planificación de la extracción periódica de vegetación acuática en algunas zonas para mantener los espejos de agua abiertos y favorecer especies como *Gallinula melanops*, teniendo en cuenta los requerimientos de las especies. Pero el problema de la eutrofización debe ser resuelto de raíz teniendo en cuenta las fuentes de contaminación y no solamente extrayendo vegetación acuática cada vez que esta invade los espejos de agua.

La conservación de *Cistothorus apolinari* y las otras especies requiere de un activo programa de recuperación de los humedales del altiplano Cundiboyacense, especialmente de aquellos que tienen extensos juncuales como es el caso de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y los humedales remanentes en la sabana de Bogotá (Caycedo, P. y Renjifo, L.M. 2002)

Es importante trabajar con la comunidad porque a pesar de que en algunos sectores de la laguna hay concientización de la importancia de las aves y su conservación, todavía la presión de la caza es muy alta y esto se ve reflejado en las abundancias de las especies de aves encontradas en el estudio. Es importante trabajar en forma constante con las comunidades aledañas para dar a conocer la situación de las aves de la laguna y para proponer alternativas de manejo concertadas con la comunidad.

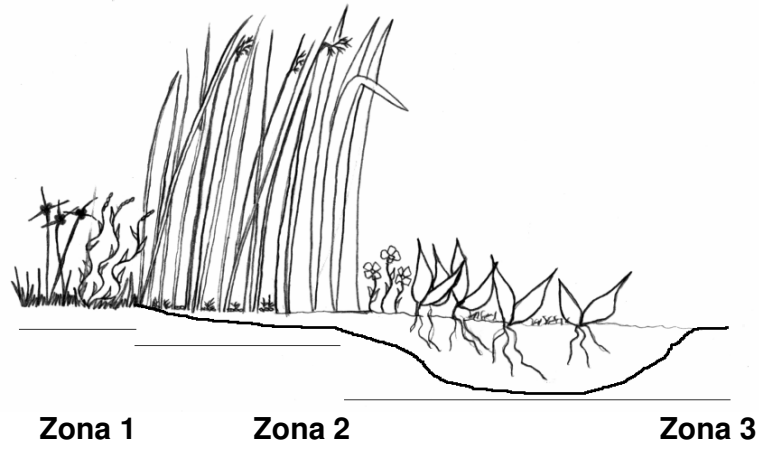


Figura 2.4.7.1 Esquema de la vegetación de la Laguna de Fúquene

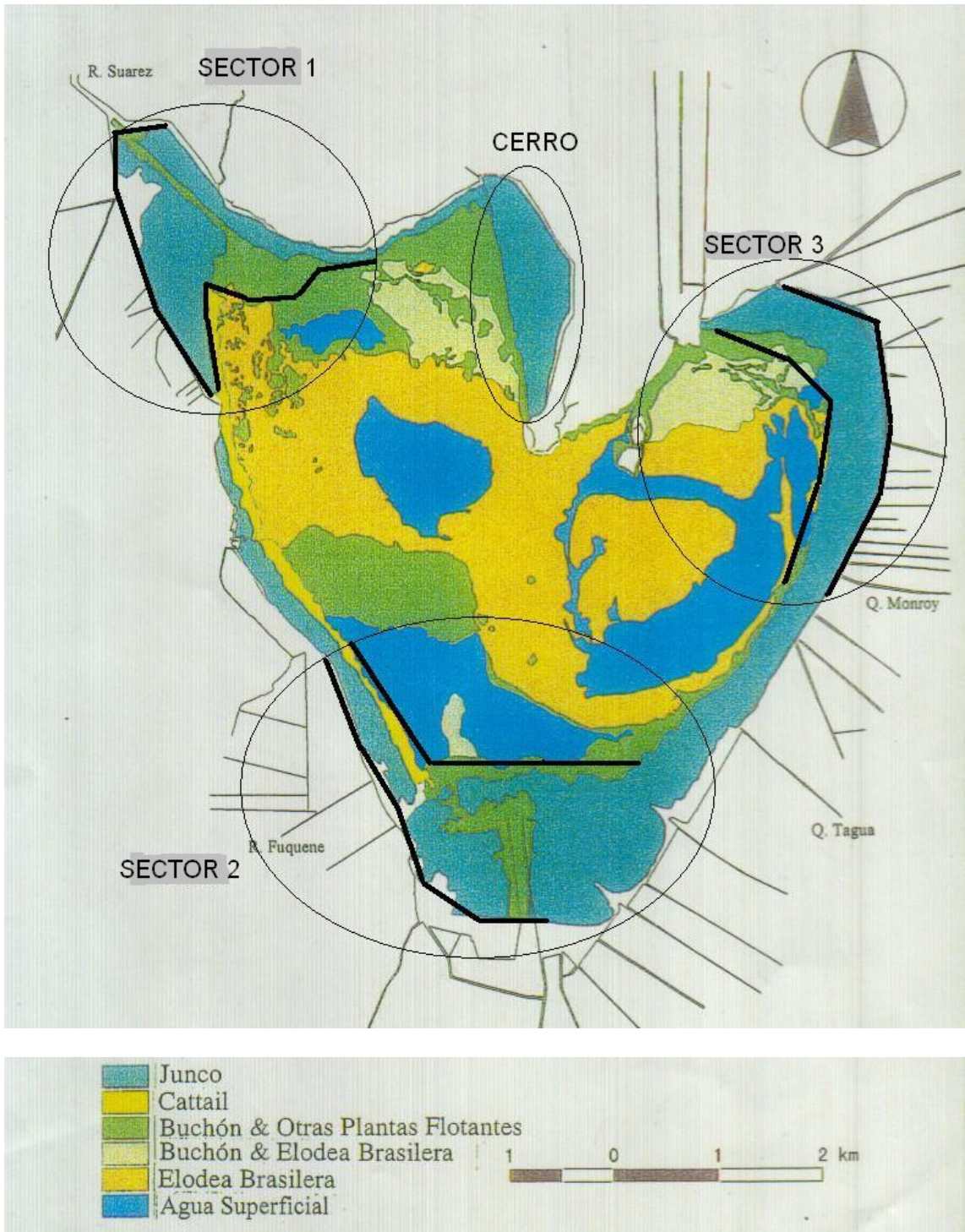


Figura 2.4.7.1.1 Laguna de Fúquene. Fuente: Distribución de Plantas Acuáticas. Fuente CAR, 2000


2.5 La dimensión humana en la laguna de Fúquene: una aproximación

2.5.1 Actores sociales

La cuenca alta del río Suárez, se encuentra en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, con 12 y 5 municipios respectivamente que en total suman 216.611 habitantes (DANE, 1993) (Tabla 2.5.1.1):

Tabla 2.5.1.1. 1 Población de los 17 municipios que integran la Cuenca alta del río Suárez

Municipio	Total	Urbano	Rural
Departamento de Boyacá			
Ráquira	11839	1152	10687
San Miguel de Sema	4598	441	4157
Chiquinquirá	46793	38707	8086
Saboya	14572	695	13877
Caldas	5769	146	5623
Departamento de Cundinamarca			
Susa	6048	1207	4841
Fúquene	5216	217	4999
Guachetá	11689	3226	8463
Ubaté	35719	14745	20974
Villapinzón	15276	4656	10620
Suesca	11463	3125	8338
Lenguazaque	9470	1861	7609
Carmen de Carupa	9293	1250	8043
Simijaca	9276	3864	5412
Cucunubá	8466	952	7514
Tausa	6861	467	6394
Sutatausa	4263	958	3305
Total	216611	77669 (35.85 %)	138942 (64.14 %)

Fuente: DANE, 1993.  Municipios en la ronda de la laguna de Fúquene

La cuenca (Código IDEAM 2401) está compuesta por nueve subcuencas, cuatro (4) en la parte alta: Laguna de Cucunubá, Río Lenguazaque, Río Ubaté y Río Suta. Tres en la parte media: Laguna de Fúquene, Río Susa y Río Simijaca y dos (2) en la parte baja: Río Madrón y Río Chiquinquirá.

-- Informe Final --

Las tres subcuencas de la parte media (laguna de Fúquene, río Susa y río Simijaca) están ubicadas en los municipios de Guachetá, Fúquene, Susa, Ráquira, San Miguel de Sema y Simijaca. De estos municipios, cinco están ubicados alrededor de la laguna de Fúquene: Ráquira, Guachetá, Susa, Fúquene y San Miguel de Sema. Estos suman un total de 39.390 habitantes (18,18 % del total de la población de la cuenca).

Los actores sociales con intereses en el complejo de humedales van desde el ámbito nacional hasta el local, con una influencia variable sobre los ecosistemas. A la fecha no se cuenta con una definición lo suficientemente precisa de los actores relacionados con el complejo de humedales. Sin embargo, con base en información secundaria es posible establecer un primer listado (Tabla 2.5.1.2) que sirva de base para futuros trabajos acerca de la dimensión humana alrededor de estos ecosistemas.

Tabla 2.5.1.2 Algunos actores sociales relevantes en el uso, manejo y conservación de complejo de lagunas del valle de Ubaté

Tipos de actores sociales	Algunos actores sociales en el complejo Fúquene, Cucunubá y Palacio	Propiedad sobre la tierra	Intereses y valoración en bienes y funciones del ecosistema	Ámbito espacial de incidencia de las acciones
Actores locales y regionales	Ganaderos pequeños con 1 o 2 vacas	Minifundio por propiedad o alquiler	Fertilidad de tierras para cría de ganado	Ronda de la laguna, quebradas y ríos afluentes, zona palustre y lacustre
	Agricultores de cultivos de pancoger. Agricultura no tecnificada	Minifundio por propiedad o alquiler (1 a 2 ha.)	Fertilidad de tierras para cultivos y agua para irrigación	Ronda de la laguna, quebradas y ríos afluentes, zonas palustre y lacustre
	Ganaderos grandes ³⁵ , dueños de fincas en la ronda y cuenca (generalmente no viven en los predios)	Latifundio por propiedad	Fertilidad de tierras para cría de ganado	Ronda de la laguna, quebradas y ríos afluentes ³⁶ , zonas palustre y lacustre
	Agricultores grandes, dueños de fincas en la ronda y cuenca (generalmente no viven en los predios)	Latifundio por propiedad (> de 4 ha.). En general se ubican en las zonas de ladera ³⁷	Fertilidad de tierras para cultivos y agua para irrigación. Estabilidad climática ³⁸	Ronda de la laguna, otras áreas en la cuenca, quebradas afluentes ³⁹ , zonas palustre y lacustre

³⁵ En ocasiones el mismo actor puede ser ganadero y agricultor. En esta tabla se hace una distinción por tipo de actividad realizada.

³⁶ Eventualmente y dependiendo de la magnitud de la intervención, el efecto de las acciones se puede manifestar aguas abajo de las lagunas.

³⁷ En el área de ronda de la laguna predomina el minifundio. Las tierras grandes (> 5 ha.) están en las zonas altas de los páramos que son dedicadas al cultivo de la papa

³⁸ Estos actores sociales se benefician de las funciones ambientales de las lagunas pero no lo valoran, probablemente porque no los conocen. Desconocen que la prosperidad de sus cultivos es debida por ejemplo a la estabilidad climática proporcionada por estos ecosistemas.

³⁹ Dependiendo de la magnitud de la intervención, el efecto de las acciones se puede manifestar aguas abajo de las lagunas. El cultivo en los páramos es una de las actividades que más degrada las tierras y sus efectos son de gran relevancia en el recurso hídrico.

	Dueños de los sitios de sacrificio de ganado (mataderos)	Sin información	Indirectamente valorarían la fertilidad de las tierras para la cría de ganado	Local y regional, sobre el recurso hídrico de ecosistemas lóticos y lénticos
	Dueños de industrias lecheras grandes y pequeñas	Sin información	Fertilidad de tierras para cría de ganado	Local y regional, sobre el recurso hídrico de ecosistemas lóticos y lénticos
	Adjudicatarios de las explotaciones mineras	No poseen la tierra pero tienen el derecho de explotación	No se interesan por las lagunas por sus valores intrínsecos pero influyen en su estado	Local y regional, sobre los ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos
	Dueños de fincas de recreo sin actividad agropecuaria	Latifundio por propiedad (> 4 ha ⁴⁰ .)	Belleza escénica, recurso hídrico para deportes acuáticos, valores de la biodiversidad	Local, dependiendo de la actividad de recreo desarrollada

⁴⁰ La tierra alrededor de la laguna está muy fragmentada en lo que a propiedad se refiere.

	Pescadores y vendedores de pescado en las carreteras	Viven en viviendas rurales en cercanías de la laguna de Fúquene	Recurso pesquero principalmente de especies exóticas. ⁴¹ También consumen capitán como fuente de proteína y en ocasiones como excedente económico	Local, sobre el recurso pesquero
	Artesanos del junco	Viven en casas en las orillas y muy cerca de la laguna	Flora palustre para la fabricación de artesanías con interés económico	Local, sobre la flora palustres, hábitat de especies de aves.
	Recolectores de huevos de especies anidantes en las lagunas	Viven en áreas rurales en la laguna o cercanías	Recurso como fuente de proteína y en ocasiones como excedente económico	Local, sobre las poblaciones de las especies anidantes residentes y migratorias

⁴¹ Hoy en día las pesquerías están sustentadas principalmente por la carpa, *Cyprinus carpio*. Hace unos años especies endémicas como el capitán de la sabana eran importantes recursos pesqueros. Hoy en día el capitán está bastante disminuido en las capturas y la tallas son menores en relación con años atrás.

	Dueños de hoteles, restaurantes, dueños de lanchas de alquiler o de establecimientos relacionados con el turismo	Viven en centros urbanos cercanos o retirados de las lagunas	Belleza escénica para actividades de turismo	Local, sobre el ecosistema (agua, vegetación) y área de ronda
	Gobiernos municipales	Centros urbanos	Funciones socioambientales de las lagunas	Local y regional, dentro los límites establecidos legalmente y por fuera de estos límites por acciones de manejo dentro de sus jurisdicciones que impacten otras áreas
	Corporación Autónoma regional para el manejo de las lagunas	No tiene propiedad sobre la tierra (?), pero debe orientar el uso en toda la cuenca de captación	Funciones sociambientales y valores ecológicos	Local y regional, sobre el ecosistema y el paisaje, dentro los límites de su jurisdicción y por fuera de estos límites por acciones de manejo dentro de su jurisdicción que impacten otras áreas
	Organizaciones no gubernamentales de conservación	Pueden o no tener propiedad en la ronda o cercanías de la laguna	Funciones socioambientales de la laguna, valores ecológicos y valores asociados con la biodiversidad	Local y regional, dependiendo de la capacidad de acción

Actores Nacionales	Instituciones gubernamentales de conservación y manejo de ecosistemas: p. ej. ministerios relacionados con el medio ambiente, energía, agricultura, etc.;	No tienen propiedad sobre al tierra pero pueden influenciar en decisiones de manejo ya que tienen jurisdicción administrativa sobre temas de su competencia.	Funciones socio ambientales de la laguna, valores ecológicos y valores asociados con la biodiversidad, bienestar de las comunidades humanas. Dependiendo de los temas de competencia la valoración también se da sobre los recursos naturales con fines extractivos o áreas aledañas para diferentes usos (p. ej. tierras agrícolas y ganaderas).	Local y regional, sobre diferentes aspectos del ecosistema
Actores Globales	Agencias internacionales interesadas en la conservación y desarrollo sostenible	No tienen propiedad sobre la tierra pero sus acciones pueden influir en la conservación y manejo	Funciones socioambientales de las lagunas, valores ecológicos y valores asociados con la biodiversidad, bienestar de las comunidades humanas	Local y regional, dependiendo de su interés específico y capacidad de acción
	Transnacionales con intereses económicos derivados de los recursos naturales y funciones ambientales de las lagunas.	No se tiene información sobre su presencia en la región		

2.5.2 Esquemas de Ordenamiento Territorial

De los 17 municipios en la cuenca de captación de la laguna de Fúquene, 12 están ubicados por fuera de la ronda del ecosistema. Sin embargo, al igual que los 5 municipios contiguos a la laguna el uso de la tierra y las actividades que en ellos se realizan ejercen impactos sobre el humedal, en especial cuando, como hemos visto, los procesos que afectan la salud del ecosistema de la laguna de Fúquene, se manifiestan en la escala de la cuenca de captación.

El alcance del análisis que se presenta aquí es general y abarca únicamente los usos del suelo que han sido identificados por los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de los 5 municipios de la ronda de la laguna. Sin embargo es indudable la necesidad de contar con una visión y conocimiento de las propuestas de los EOT (y las directrices regionales que los orientan) entorno al uso del suelo en la cuenca de captación y que afecta sustancialmente el complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio.

La estructura de formulación de los Esquemas de Ordenamiento territorial, EOT, la manera misma como está distribuido el territorio de la ronda entre los 5 municipios, e incluso la distribución que se hace, para efectos administrativos ,del área de influencia oficial a cada municipio⁴², evidencian la necesidad de contar con directrices regionales que consideren para el manejo a la laguna, y humedales asociados, como ecosistemas que funcionan de manera integrada y no fragmentada.

Hay que dejar de dividir el manejo de la laguna de la misma forma en que se divide la administración de los municipios, ya que esto lleva por ejemplo a la fragmentación de la responsabilidad sobre el estado del ecosistema, aunque las intervenciones que producen impacto provengan de ámbitos mayores incluso al de su misma ronda.

Dada la división administrativa de los municipios y la dificultad que conllevaría un intento de unificación, es imprescindible que la formulación de propuestas en los EOT se haga de manera coordinada y sobre todo con directrices regionales. Esto se podría lograr creando un mecanismo de participación de todos los actores relevantes bajo la coordinación de la autoridad ambiental.

El hecho de que las propuestas de uso de la tierra en la ronda no disten mucho del uso actual, refleja el poco interés en la integración de las políticas de uso del territorio o probablemente la falta de conocimiento sobre el funcionamiento y procesos importantes a considerar para detener el deterioro y mantener los valores ecológicos de la laguna.

⁴² Por ejemplo sobre el espejo de agua únicamente tienen influencia administrativa dos de los municipios aledaños: Susa y Fúquene.

Un primer hecho de conflicto de usos en relación con los valores del ecosistema y lo planteado en los EOT, es la apropiación de áreas de la laguna para usos diferentes a los que se debieran dar considerando su carácter e importancia ecológica y su carácter jurídico. Por ejemplo, los 5 municipios identifican la mayor parte del área de la franja que bordea todo el ecosistema⁴³

como suelos de protección por ser “pantanos” con suelos turbosos. Esto claramente corresponde al hábitat palustre propio de los humedales del altiplano Cundiboyasense y que en Fúquene se convierte en uno de los últimos relictos para especies de aves asociadas con este tipo de hábitat. Invariablemente los EOT plantean esta zona como de “protección y conservación ambiental”, sin embargo en todos ellos se presenta como opción de uso el cultivo de pastos para ganadería. De hecho estas áreas han sido apropiadas paulatinamente, a través de la desecación, para la ganadería intensiva.

Una segunda unidad establecida en los EOT es la llamada Zona de Producción Pecuaria / Pastoreo Semi Intensivo de Zona Plana. Esta es la que bordea toda el área de hábitat palustre de la laguna y está en contacto directo con el humedal. Es decir que todas las actividades que suceden aquí ejercen influencia directa sobre el área palustre. Es una de las de mayor tamaño según lo establecido en los EOT y está dedicada al cultivo de pastos como el kikuyo y quinagrass. Por su alta susceptibilidad a las inundaciones, en las épocas de mayor precipitación, los cultivos que se han establecido en esta zona han requerido de la construcción de canales que drenan el agua convirtiéndola en una zona menos húmeda, aunque de manera natural debería corresponder con el área de anegación de la laguna. Aquí hay zonas ganaderas bien consolidadas, con gran densidad de canales de drenaje, en terrenos antes ocupados por la laguna. También se encuentran áreas dedicadas al cultivo que se benefician por el drenaje de las aguas por los canales artificiales. Estas zonas, además de formar parte de la ronda jurídica de la laguna, son altamente sensibles pues están en contacto directo con el agua y deben ser objeto de manejo especial. Esto con el objetivo de crear zonas de amortiguación que no sólo depuren en parte el agua que llega por escorrentía a la laguna, si no que constituyan áreas que minimicen los efectos del uso en las tierras aledañas, sobre la biota que depende de la flora palustre para su supervivencia⁴⁴.

Hay una tercera zona, de poca extensión, que se denomina de Producción Agropecuaria, Agrícola y Pastoreo semi Intensivos de Zonas Planas. Aunque se caracteriza por la susceptibilidad a las inundaciones, las condiciones del suelo hacen posible el pastoreo y el cultivo semi intensivos. Evidentemente

⁴³ En realidad esta es una franja bastante angosta de no más de 1 km. en sus partes más anchas (en la entrada del río Ubaté a la laguna) y entre 20 y 100 m en general

⁴⁴ Las investigaciones de Morales, A. y Lozano, I. en el marco de este proyecto sobre avifauna y la de Valderrama, M. et al. (ver componente 2.4 de este informe) sobre ictiofauna y el cangrejo de Fúquene dan cuenta de la enorme importancia que constituye esta franja para la supervivencia de especies endémicas y con algún grado de amenaza.

esta zona, que encuentra la mayor extensión en la desembocadura del río Ubaté, es otra de las áreas de la laguna que han sido apropiadas para usos diferentes de los que deberían corresponder con su carácter ecológico.

Una cuarta zona comparativamente extensa (en relación con la anterior) es la de Producción Agropecuaria y Pecuaria en Ladera. Queda situada de forma aledaña a lo que debería corresponder con las zonas de inundación de la laguna y que actualmente están en su mayoría drenadas y ocupadas por cultivos y ganado. En estas zonas al igual que la anterior, hay ganado y cultivos cuya ubicación varía de acuerdo con la textura y fertilidad del suelo. En algunos casos está distante de la zona Palustre de la laguna no más de 500 metros.

Otro uso del área en la ronda de la laguna, y especificados en el EOT de Ráquira, es la minería (a cielo abierto) de recebo para la construcción de carreteras. Esta zona está ubicada en las laderas del municipio. También hay minería de carbón en el municipio de Guachetá.

En términos generales en los EOT de los cinco municipios ubicados en lo que se ha llamado la ronda de la laguna, se manifiesta un interés hacia el reconocimiento de los valores de la laguna de Fúquene y de los recursos naturales de la zona. Sin embargo no se hace explícito que la laguna de Fúquene es el ecosistema que sustenta la gran cantidad de bienes y servicios ambientales (que han derivado en beneficio económico) de la región. Se habla de la importancia de mantener una industria ganadera y lechera, así como agrícola, pero no se relaciona esto con el ecosistema que sustenta las actividades agropecuarias. Se habla de “recuperación ambiental” sin ligar el deterioro con las actividades industriales (por ejemplo las lecherías). No se hacen explícitas las relaciones causa-efecto del estado de la laguna y la actividad en la ronda. Salvo en algunos casos como el vertimiento de aguas residuales en los ríos. No se consideran de manera integral ni las actividades que han llevado al estado actual de laguna ni a ésta como un ecosistema. Muestra de esto es que las áreas de la laguna que se establecen como suelos de “Protección y Conservación Ambiental” son únicamente las de “pantano”, una estrecha franja que es la zona de juncos aledaña al sistema lacustre.

A pesar de que en los EOT se entrevé el interés en detener el daño ambiental, no hay una orientación clara, y regional, de cómo hacerlo. Lo que sí es claro es que prevalecen las políticas donde se privilegiaría el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, actividades que históricamente representan el proceso de apropiación de áreas de la laguna para otros usos. Por ejemplo, el municipio de San Miguel de Sema se orienta, de acuerdo con su EOT, hacia la sostenibilidad de la industria lechera para lo que es necesario garantizar la sustentabilidad de los pastos de las zonas planas. Esto conllevaría la adecuación de infraestructura para riego de los pastos así como el mantenimiento de un drenaje suficiente que posibilite el pastoreo en áreas

inmediatamente aledañas a los sistemas palustre⁴⁵ y lacustre. Esto es lo que se denomina la zona de “Producción Pecuaria y de Pastoreo semi-Intensivo de Zona Plana”.

En suma, los actuales esquemas de Ordenamiento Territorial Municipal, tienen el potencial de contribuir al manejo del ecosistema. Sin embargo, para que esta contribución pueda realizarse, es necesario el desarrollo de lineamientos integrales de parte de la autoridad ambiental CAR, con visión de región y que permitan suplir las falencias o inconsistencias que se presentan en la visión construida desde las localidades.

En la 2.5.1.3 se presenta una síntesis del uso actual del suelo en los 5 municipios aledaños a la laguna de Fúquene.

Tabla 2.5.1.3 Síntesis del uso actual del suelo en los cinco municipios aledaños a la laguna de Fúquene

Municipio	Ámbito de la jurisdicción	Tipo de propiedad de la tierra	Uso actual del suelo	Uso proyectado del suelo de acuerdo con EOT
Susa	Parte del cuerpo de agua, incluyendo la zona donde está la isla del Santuario, y una franja de ronda en el costado nor-occidental	Predomina el minifundio, con predios entre 1 y 3 ha.	En el área de ladera hay cultivos transitorios. En el área contigua a la laguna hay ganadería en época de verano	No hay cambio en relación con el uso actual. Sólo se proyecta como suelo de protección el área de pantano
Fúquene	Parte del cuerpo de agua, incluyendo la zona donde está la isla del Santuario, y una franja de ronda en el costado nor-occidental	Predomina el minifundio?	En el área de mayor drenaje hay cultivos de hortalizas. En el área contigua a la laguna hay ganadería en época de verano e incluso las vacas entran hasta el área de humedal. Hay explotación de flora palustre.	No hay cambio en relación con el uso actual. Sólo se proyecta como suelo de protección el área de pantano
Guachetá	Parte de la ronda de	¿?	En el área de	No hay cambio

⁴⁵ Muchas de las zonas donde hoy en día se concentra la ganadería eran áreas palustre de la laguna que fueron drenadas y sembradas con pasto.

	la laguna en el costado sur-oriental, no incluye el sistema lacustre		ladera hay cultivos de pan coger y pastoreo. En el área contigua a la laguna hay ganadería.	en relación con el uso actual. Sólo se proyecta como suelo de protección el área de pantano
Ráquira	Parte de la ronda de la laguna en el costado nor-oriental, no incluye el sistema lacustre	Predomina el minifundio, con predios inferiores a 1 ha.	En las áreas de ladera hay cultivos. En las áreas contiguas a la laguna hay ganadería semi-intensiva a intensiva.	No hay cambio en relación con el uso actual. Sólo se proyecta como suelo de protección el área de pantano
San Miguel de Sema	Parte de la ronda de la laguna en el costado norte, no incluye el sistema lacustre	¿?	En el área de ladera hay cultivos de pan coger. En el área de humedal hay drenaje para ganadería y zonas con plantaciones para reforestación	No hay cambio en relación con el uso actual. Sólo se proyecta como suelo de protección el área de pantano

Capítulo 3. Escenarios de conservación del complejo de humedales del valle de Ubaté: Fúquene, Cucunubá y Palacio

3.1 ¿Lago o Embalse?: visión para la construcción de escenarios de gestión para la conservación de la biodiversidad en el ecosistema Fúquene, Cucunubá y Palacio

Las reflexiones sobre el futuro posible de la laguna de Fúquene se sitúan entre dos visiones opuestas: de un lado, el diagnóstico de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional presenta a la laguna de Fúquene como parte de un distrito de riego, cuyo manejo eficiente y potencial expansión hacia otras tierras se ve limitado por la degradación ambiental (JICA 1999). De otro lado, se encuentra la visión del profesor Tomas van der Hammen, quien presenta lineamientos para manejar la laguna como un ecosistema natural rescatando algunos de sus valores más importantes (van der Hammen 1998). De cada una de estas visiones se puede desprender una agenda de acciones. Pero éstas son objeto de controversia. ¿Se debe introducir la carpa herbívora para controlar el exceso de vegetación acuática?; ¿se debe elevar el nivel de la laguna?; ¿se debe continuar la construcción del canal perimetral?; ¿hay que expropiar toda la ronda de la laguna?. Son algunos ejemplos de puntos de vista encontrados, cuya resolución no se alcanzaría sin antes contar con un acuerdo sobre la *visión de futuro* de la laguna, pues de ésta se desprenden los objetivos de manejo. La pregunta pertinente sería entonces ¿cómo formular objetivos de manejo?.

En principio los objetivos deben partir del deseo de la sociedad, es decir de aquello que ha sido definido en las políticas nacionales ambientales, entre las cuales tenemos la de Conservación de la Biodiversidad, y en especial la Política Nacional de Humedales Interiores. Esta política reconoce el carácter multifuncional de los humedales como proveedores de bienes y servicios a la sociedad, y le da un valor central a la conservación de su biodiversidad. Otra fuente que alimenta la formulación de objetivos es el mandato, misión y objetivos de la autoridad ambiental.

Los objetivos de la sociedad así establecidos, son por su misma naturaleza generales, y deben por lo tanto especificarse en el contexto particular del estado actual y dinámica de los ecosistemas. En el caso de los humedales y lagunas (o del sistema hídrico continental) la tendencia ha sido a establecer objetivos que apuntan hacia el estado particular del sistema frente a algunos usos (es el caso de los requerimientos sobre calidad de agua, por ejemplo), pero usualmente no atendiendo a los espacios en donde se producen las causas que afectan los sistemas.

A diferencia de los ecosistemas terrestres que se conservan en áreas protegidas mediante su aislamiento, los ecosistemas de lagos y humedales, tal como lo propone el profesor van der Hammen (1998), deben ser objeto de un “manejo exterior”. Son ecosistemas componentes del ciclo hidrológico, y cuyo estado depende esencialmente de lo que ocurre en sus cuencas de captación.

En ellos es necesario contener las amenazas que provienen del exterior. En este sentido hay avances importantes en la conceptualización de la ecología de los lagos y humedales, muy pertinentes para la construcción de la visión y escenarios de manejo de Fúquene y sus humedales asociados.

Como se describió en el Capítulo 1, *“Marco conceptual para la aplicación del enfoque ecosistémico en el manejo del complejo de humedales de Fúquene, Cucunubá y Palacio”*, la teoría de la dinámica ecológica de los lagos tiene una implicación especial para el manejo de Fúquene. Si bien es claro que la acción humana ha producido a lo largo de la historia el paso de las lagunas del valle de Ubaté, del estado natural al degradado, no es claro en que medida y por medio de cuáles acciones de manejo sea posible revertir este proceso. Un reto en este sentido lo presenta precisamente el hecho de que hay cierta irreversibilidad en los procesos que han llevado a estos ecosistemas acuáticos hasta el estado degradado. Esto se debe en parte a que los sistemas degradados también tienen mecanismos que perpetúan su dinámica. Al igual que la dinámica natural de los lagos con poca o ninguna perturbación es mantenida por mecanismos de resiliencia en diversas escalas espaciales, los ecosistemas degradados, y en especial los ecosistemas acuáticos, están regidos por mecanismos que los obligan a permanecer en el estado no deseado. Nos encontramos entonces con que también la degradación es resiliente y las acciones de restauración en el ámbito local “luchan” contra los mecanismos de resiliencia que en la mayoría de los casos se encuentran en ámbitos espaciales mayores a los de la escala local e incluso a los de la cuenca de captación. Esto es por ejemplo el ámbito nacional y global, cuando los mecanismos que gobiernan la resiliencia obedecen a intereses económicos. Por lo tanto, al querer restaurar un ecosistema sin considerar las múltiples escalas espaciales de ocurrencia de los impactos, se estaría atacando una parte menor en relación la verdadera magnitud de las intervenciones que causan un estado degradado. Esto quiere decir entonces que estamos indefectiblemente condenados a observar lagos degradados?

En la búsqueda de un camino diferente a la resignación, un primer punto a considerar es que la degradación de los lagos y humedales no necesariamente implica la pérdida de todas sus funciones ambientales. Sorprendentemente son muchísimas las funciones ambientales, y todavía más los valores biológicos que permanecen en ecosistemas en estados avanzados de lo que hemos calificado como degradación o “pérdida total” de un ecosistema. Aún más, en estos estados altamente degradados, la importancia de los valores y funciones que luchan por persistir, adquieren una relevancia mayor ya que en muchos casos son ecosistemas que albergan hábitats relictuales para especies endémicas, bajo algún grado de amenaza o al borde de la extinción⁴⁶. De hecho, conforme han cambiado la estructura y funciones de los ecosistemas, también han cambiado las funciones y la valoración de que son objeto de parte de la sociedad (para el caso de los lagos y humedales de la región ver Andrade, G. 2003). Frecuentemente de Fúquene se oye decir: “todo está

⁴⁶ Tal es el caso del complejo de humedales de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio

perdido”, o que el lago ya no es como antes y no hay nada que hacer. Nada mas alejado de la realidad. Lo que tenemos ante nosotros es diferentes funciones ecológicas conforme se ha producido un cambio de estado, lo cual sin duda presenta limitaciones en sus servicios ambientales, pero también contiene oportunidades.

Pero los cambios ambientales indeseados, en ocasiones y de manera paradójica producen beneficios en algún aspecto, así sea temporalmente. En algunos sistemas de humedales del mundo se ha observado que en el proceso de degradación se favorece el hábitat de algunas especies que son consideradas amenazadas. Tal es el caso de los Everglades en los Estados Unidos donde la regulación artificial de los patrones hidrológicos ha permitido que poblaciones de especies en peligro de extinción prosperen. En ese lugar la legislación ordena la protección de estas poblaciones y la aplicación de medidas de restauración tiene un límite establecido por la ley que protege las especies amenazadas. Paradójicamente la protección de una especie bajo algún grado de amenaza puede convertirse en impedimento del restablecimiento del ciclo hidrológico, identificada como una de las acciones “urgentes” en muchos humedales para salvarlos de la desaparición total. (Walters, 1997). En otras situaciones el cambio hacia estados no deseados ha hecho prosperar funciones del ecosistema que sustentan actividades socioeconómicas de comunidades locales. Por ejemplo, la introducción de especies de peces exóticos en una laguna se constituye en el sustento de las pesquerías en una región. El tratar de restaurar la comunidad ictica original implicaría la disminución de especies introducidas afectando de esta manera una actividad que da beneficios económicos en el ámbito local.

En Fúquene la invasión de la vegetación flotante de las exóticas, Elodea y Buchón, al parecer ha constituido el proceso de creación de hábitats “alternativos” para las especies endémicas de peces Capitán y Guapucha. Observaciones hechas durante esta investigación (Capítulo 2 de este informe) mostraron que el Capitán es más abundante en los hábitats de mayor diversidad de vegetación acuática, mientras que la Guapucha tuvo los mayores índices de abundancia en las islas flotantes de Buchón con fondos de Elodea. Lo anterior estaría indicando que ante la competencia generada por la introducción del Goldfish y la Carpa, las especies endémicas recurren a los hábitats creados por plantas introducidas como son la Elodea y el Buchón. Por ejemplo el tratar de restaurar la comunidad de la flora nativa en Fúquene, mediante la erradicación de las especies exóticas flotantes implica privar de hábitats alternos a las especies nativas de peces. Por otra parte controlar la población de Carpa, que hoy en día sustenta la actividad pesquera en Fúquene, podría desencadenar un problema social de dimensiones desconocidas. Se privaría o disminuiría el acceso de la comunidad local a una actividad que no sólo provee beneficios económicos si no alternativa de proteína. Así mismo, en los sectores de la laguna con gran proliferación de

*Egeria densa*⁴⁷ es donde se encuentra el mayor número de individuos de las dos subespecies endémicas de aves: *Agelaius icterocephalus bogotensis* y *Ixobrychus exilis bogotensis* (Anexo 4). El descenso del nivel del agua está provocando la expansión de los juncales los cuales, en el ámbito regional, se consideran “focales” para la conservación de la biodiversidad (Varty et al. 1985, Andrade, 2003). Sin duda, algunas de estas especies se han beneficiado. Por ejemplo en sectores donde hay gran expansión de *Typha* y *Scirpus*, antes ocupados por espejo de agua, se encontraron las mayores abundancias de *Gallinula melanops* y *Cistothorus apolinari* (Anexo 4).

Lo ejemplos anteriores evidencian situaciones de conflicto entorno a los valores del ecosistema. Aquí el manejo histórico de los humedales ha creado escenarios en los cuales, en algunos casos, especies amenazadas o funciones ecológicas de relevancia social y económica se ven favorecidas por los procesos de degradación.

El punto aquí sería lograr determinar que tan estable será en el tiempo este cambio ambiental, de manera que el futuro de esas especies que momentáneamente están siendo beneficiadas, pueda estar garantizado. También, en el proceso de adaptar el manejo a estas nuevas situaciones de cambios en los valores y funciones del ecosistema, se deben encontrar caminos para resolver las paradojas que imponen la restauración de un proceso ecológico (ciclo hidrológico original) versus la recuperación y permanencia de una especie bajo amenaza.

Por lo arriba enunciado, en el proceso del manejo de un ecosistema, es de gran ayuda la construcción de *escenarios*, que permitan visualizar las condiciones en las cuales se pueden proponer objetivos y acciones de conservación o restauración de algunos de los valores o funciones ambientales. También los escenarios sirven para definir los posibles límites que existen para implantar acciones de manejo, e identificar aquellos objetivos que por mas deseables que sean, tienen poca o ninguna probabilidad de éxito.

3.2 Factores físico-bióticos, sociales e institucionales que determinan los escenarios de gestión

3.2.1 El primer asunto es el agua

Las intervenciones humanas en la cuenca de captación de Fúquene han llevado a que actualmente haya cerca de un 50% menos de agua disponible en los afluentes de la laguna. También la dinámica de fluctuaciones naturales ha sido modificada. El escenario de gestión está determinado pues en primera instancia por la disponibilidad de agua en la laguna, en relación con otros usos que por ella compiten, en particular el distrito de riego. También está

⁴⁷ La proliferación de *Elodea* está beneficiada por el descenso del nivel de agua y por el enriquecimiento del agua con nutrientes que vienen de la cuenca de captación.

determinado por su disponibilidad temporal, y en especial la estacionalidad en los niveles. Los lagos y humedales, a diferencia de los embalses, deben ser manejados teniendo en cuenta la necesidad de proveer artificialmente un régimen hídrico que imite la dinámica natural del ecosistema. Tanto la cantidad de agua, como su régimen, determinan el concepto de *caudal ecológico*, o flujo ambiental, que está definido como la cantidad de agua necesaria para el mantenimiento de las funciones del ecosistema en un contexto de competencia de uso por este recurso. La Unión Mundial de la Naturaleza (UICN) viene proponiendo el concepto de flujos ambientales (*environmental flows*) como algo determinante en el manejo de lagos y humedales (Recuadro 3.2.1.1).

Recuadro 3.2.1.1
El concepto de Flujos Ambientales (Environmental flows)
(según De Dyson et al. 2003)

Un flujo ambiental es el régimen hídrico de un río, humedal o zona costera que se regula en un escenario de competencia por el uso de recursos hídricos de manera a mantener los ecosistemas y sus beneficios. No es un flujo en su estado natural, sino un flujo que es el resultado de compromisos entre diferentes funciones y valores ambientales. ¿Que tanto flujo hídrico se puede retirar de un ecosistema acuático sin causar un daño irreversible o un cambio indeseado en el ecosistema? Es una pregunta difícil de responder. Sin embargo, es claro que una parte pequeña del flujo natural puede ser retirada sin causar cambios profundos en el ecosistema.

En general puede decirse de manera empírica que sistemas hídricos en los cuales se ha retirado entre el 5% y el 25% han mantenido sus funciones naturales. Mas allá de este límite, las condiciones del ecosistema cambian, de manera indeseada para la sociedad. Actualmente los impactos de largo plazo de la regulación de los ecosistemas acuáticos sin considerar el flujo ambiental, están apareciendo en todos los rincones del mundo. En muchas partes del mundo las cantidades de aguas para diferentes usos han llegado al extremo, y queda poca agua para ser asignada para el mantenimiento de las funciones del ecosistema. Por eso se hace necesario desarrollar el concepto de flujo ambiental para cada situación particular. Se trata de definir un régimen hídrico, no solo en términos de cantidad, sino también de calidad y temporalidad, de manera a que se pueda mantener la salud de los ecosistemas acuáticos. Cuando hay competencia por los recursos hídricos entre diferentes usos y las funciones del ecosistema, la decisión de manejo debe buscar un balance entre la condición deseada del ecosistema y las necesidades sociales y económicas de uso del agua. Se debe buscar un equilibrio entre costos y beneficios, aguas arriba y aguas abajo, entre los diferentes usos y actores sociales interesados. Para determinar un flujo ambiental, se necesita identificar claramente los objetivos y los escenarios de uso de los recursos hídricos en un sistema. Hay situaciones en las cuales cada objetivo de manejo requiere un flujo ambiental diferente.

El flujo ambiental definido representa pues una situación de compromiso de diferentes objetivos sociales, y depende por lo tanto de cuales son los valores y funciones ambientales asociadas con el ecosistema. Si bien es mas claro definir los objetivos de uso en términos de funciones sociales (cantidad de agua para riego, consumo humano etc.), es mas difícil hacerlo en términos de las funciones del mismo ecosistema. Una forma de proceder para definir un flujo ambiental es saber cual es el flujo critico para alcanzar una objetivo de manejo en el ecosistema.

Un segundo tema relacionado con el agua, es su calidad. El problema en los lagos degradados no es que la calidad del agua no sea igual a la de los naturales, sino que su capacidad de depuración del agua servida es limitada y presenta limites de cambio aceptable definido en relación con los usos deseados para el ecosistema. Los humedales sirven para depurar las aguas, pero si solo se destinan a esta función, pierden su atractivo para otros usos. El escenario de manejo en este caso está determinado por la capacidad que exista para controlar la contaminación, y en este caso de manera prioritaria capturar el exceso de Fósforo y Nitrógeno que fluye hacia las aguas en una cuenca especialmente dedicada a la ganadería. El cambio que se requiere es la integración de los costos ambientales en la producción, o la generación de incentivos para que el producto pueda certificarse como de “amigo de la biodiversidad”.

3.2.2 Restituir así sea parcialmente la naturalidad del flujo del agua

El escenario de gestión en este aspecto está determinado por la decisión que se tome sobre el nivel de regulación de las lagunas del complejo Fúquene, Cucunubá y Palacio, y la posibilidad de restituir algunas partes de su borde a un estado mas natural. En este sentido seria interesante considerar un ejercicio de planificación que se hizo para la Zona de Manejo y Protección del río Bogotá para el DAMA, en el cual de acuerdo con los objetivos que señala el POT, el retorno a la naturalidad de la zona indudable es deseable. El resultado de diseño fue colocar los jarillones no inmediatamente paralelos al río, el cual resulta canalizado de esta manera, sino alejarlos un poco hacia fuera generando una superficie de inundación (ver Gómez y Cajiao 2002). La propuesta tiene sustento legal, pues todo curso de agua en el país tiene una ronda de protección definida. Este modelo de restauración podría aplicarse en este caso en algunos sectores de las lagunas, y en el corredor de conexión entre ellas.

3.2.3 La biodiversidad relictual de la laguna, y la flora y fauna indeseada

Las alteraciones bióticas se refieren al cambio en la composición de las comunidades animales (con algunas extinciones), el cambio en la presencia y distribución de los diferentes hábitats, y en la invasión de especies exóticas. El escenario de manejo escogido parte de la base de la imposibilidad de retornar especies extintas. Acciones mínimas de protección en el corto plazo se traducirían en el aumento notorio de la avifauna, en especial el regreso en mayores cantidades de las aves migratorias, y la recuperación de la avifauna residente. También podría ensayarse la reintroducción de especies extintas localmente. En el caso de las especies exóticas, el escenario de manejo no incluye la erradicación, la cual es virtualmente imposible, sino diferentes capacidades de control. En todo caso, es necesario tener en cuenta que, si bien desde un punto de vista naturalístico toda introducción es indeseable, en realidad la introducción de especies desde un punto de vista social es un fenómeno ambivalente. De hecho es uno de los temas de mayor complejidad en el marco del Convenio de Diversidad Biológica. De una parte la invasión de especies acuáticas no enraizadas ha disminuido la posibilidad de tránsito en la laguna, disminuyendo opciones económicas como el transporte y la recreación activa. Pero también está dificultando el acceso indiscriminado a toda la laguna y puede estar contribuyendo indirectamente a la recuperación de algunas especies de aves. También la introducción de peces exóticos ha aumentado la oferta de alimento para aves piscívoras como las grandes garzas (*Casmerodius albus*) y por su puesto es la base de pesquerías importantes para la seguridad alimentaria de la población humana más vulnerable. La Carpa sustenta las pesquerías de Fúquene y hoy en día es, aunque no se sabe de manera precisa si es por preferencias comerciales o debido a la competencia y desplazamiento, más importante que el Capitán de la Sabana.

En suma, el escenario de manejo parte de la existencia de comunidades bióticas singulares, con composición diferente a los arreglos naturales, incluyendo lo nativo y lo exótico, y que llaman a la construcción de nuevos equilibrios entre poblaciones mediante adecuadas medidas de manejo⁴⁸.

⁴⁸ En el lago Titicaca, por ejemplo, la introducción de peces exóticos de interés comercial representa una amenaza para la frágil ictiofauna nativa endémica, y el manejo propuesto para su conservación se basa en controlar las relaciones tróficas entre las poblaciones a través del manejo diferenciado de las pesquerías de especies individuales.

3.2.4 Los deseos de la sociedad

Los aspectos sociales se refieren a la valoración que hacen los diferentes actores de las funciones ambientales de la laguna. No hay funciones ambientales buenas o malas en sí, sino desequilibrios entre ellas. Actualmente el manejo ha privilegiado el uso del espacio y del agua para la producción de la leche, en detrimento de otras funciones ambientales tales como el valor recreativo de la laguna, y la biodiversidad. El escenario de manejo está determinado por la posibilidad que existe de que las diferentes percepciones e intereses de los actores sociales se traduzcan en objetivos de gestión. La riqueza de percepciones, es la base social del manejo ecosistémico. Si en la sociedad solo existieran intereses ligados con el desarrollo de la ganadería, los problemas actuales de manejo de Fúquene serían otros. Entre los actores hasta ahora virtualmente ausentes de las intenciones de manejo integrado del complejo de humedales está la población local que se beneficia del uso directo de recursos biológicos de la laguna (peces, cangrejo, aves y juncos), la población urbana que demanda áreas naturales para la recreación, el turismo, la investigación y la recreación, y actores “globales” interesados en el mantenimiento de la biodiversidad. El manejo en este sentido está determinado por la posibilidad de lograr definir compromisos entre los diferentes intereses y propiciar una distribución mas equitativa de los costos y beneficios del manejo ambiental. Si algunos de los intereses son irreconciliables entre si, para eso está la intervención del Estado a través de la autoridad ambiental.

3.2.5 Instituciones y capacidad de manejo

Por ultimo están los factores institucionales. Actualmente la misión en las Corporaciones Autónomas Regionales está centrada en el manejo ambiental, superando algunas situaciones que se dieron en el pasado en las cuales estas instituciones debían atender mandatos de adecuación de tierras (la desecación de humedales fue actividad institucional normal en la CAR, la CVC y otras Corporaciones). El escenario de manejo en este sentido está determinado por la capacidad de la institución de asumir los retos del manejo de un ecosistema. En el caso de la CAR el reto se sitúa en parte en la capacidad de implementar un Sistema Regional de Áreas Protegidas, el cual se encuentra a la fecha en la fase inicial de lineamientos (ver Ange 2003). En este sentido es importante notar, que al igual que sucede en el manejo de ecosistemas en el mundo (ver Meffe et al. 2002), en el caso de Fúquene es muy posible que las acciones en ocasiones propuestas puedan ser tipificadas con lo que a nivel mundial se denomina “la patología del manejo” (Gunderson et al. 2002).

3.3 Esbozo de visiones de futuro del largo plazo que afectan los escenarios de gestión para la conservación de la biodiversidad

Tenemos pues un ecosistema que en principio todos quieren mejorar, pero cuyos objetivos de manejo no se han definido todavía en relación con aquello que es *necesario* considerar y aquello que en términos ecológicos, sociales y políticos, es *posible* alcanzar. Son al menos tres los escenarios de manejo que es preciso considerar en relación con la conservación de la biodiversidad.

3.3.1 Visión del ecosistema en estado “ideal”

Genera un escenario de gestión de muy baja probabilidad de ocurrencia. Si bien puede tener algún sustento en la visión que suscitan las ciencias naturales, desde un punto de vista ecológico y social es, al menos, discutible. Se basa en considerar que el estado original, o anterior a la perturbación humana, no solo es deseable en términos de beneficios sociales, sino que es alcanzable con algunas medidas de manejo. El regreso a un estado similar al pasado tiene enormes costos. Si bien en sociedades con mayores niveles de desarrollo económico se están haciendo millonarias inversiones para restaurar ecosistemas, y se está incurriendo en enormes costos de reposición de actividades económicas que resultan afectadas por la restauración (como en los Everglades en Estados Unidos), en Colombia no parece probable que la sociedad esté dispuesta a decidir medidas de manejo para Fúquene que impliquen una disminución en la producción lechera. En lo biótico, este escenario no tiene en cuenta la irreversibilidad de los procesos de extinción, y de invasión de especies exóticas. Aún más, no considera que el cambio ambiental “indeseable” puede de alguna manera estar contribuyendo a la conservación de las especies que se consideran focales para la conservación por estar, por ejemplo, bajo algún grado de amenaza. Desconoce que los estados meta-estables (degradados) también tienen resiliencia, es decir que tienen mecanismos que se oponen al cambio y mantienen a los ecosistemas en los estados degradados. Tampoco tiene en cuenta la disponibilidad real que hay de agua para retornar la laguna a niveles anteriores, desconociendo el hecho que al menos una parte de la apropiación que se ha hecho en la cuenca para otros usos, es hoy virtualmente irreversible. Un problema que tiene la frecuente repetición de objetivos formulados según el deseo de retorno al estado del pasado, es la creación de un sentimiento de “todo o nada”, es decir que para que haya éxito el ecosistema tiene que parecerse a lo que era antes.

3.3.2 Visión tendencial sin manejo ecosistémico

Genera un escenario que tiene mayor probabilidad de ocurrencia, no porque en la laguna no se vaya a hacer nada por mejorarla, sino porque es probable que las acciones no sean suficientes en el tiempo disponible, para detener las causas de degradación del ecosistema. En Fúquene la persistencia de un escenario tendencial está ligada con la limitada gobernabilidad y la debilidad propia de las instituciones ambientales. En lo que tiene que ver con los sedimentos, el escenario tendencial no parece agravar la situación (van der Hammen 1998). No así en lo que tiene que ver con la contaminación, la cual solamente tendería a aumentar (por crecimiento urbano) o desarrollo ganadero adicional. En el escenario tendencial el futuro de la biodiversidad no está del todo condenado. Antes por el contrario, es posible que el deterioro de la laguna y la invasión de plantas acuáticas, continúe haciendo mas difícil el acceso a la laguna, disminuyendo la presión de caza y beneficiando a algunas especies. Igualmente el continuado descenso del nivel del agua (no por colmatación sino por menor entrada de la misma) hará que continúen extendiéndose los juncales, los cuales son hábitat focal para la conservación de las especies mas amenazadas. El problema del escenario tendencial en relación con la conservación de la biodiversidad es que el aumento de las poblaciones de aves acuáticas no significa un mejoramiento necesariamente del resto de las especies. Tampoco la biodiversidad incluye todo el conjunto de funciones y valores ambientales que provee el ecosistema. Por ejemplo la expansión de la vegetación palustre, principal hábitat de las dos subespecies endémicas de aves⁴⁹, va en detrimento del hábitat lacustre, hábitat y lugar de alimentación, reproducción y abrigo de otras especies. El aumento de la Elodea y el Buchón ha creado abrigo para las especies endémicas de peces, Capitán y Guapucha, pero ha impedido el acceso de los habitantes locales a diferentes partes de la laguna y en algunos casos los ha privado de una actividad que les generaba excedentes económicos como es el transporte de pasajeros de una orilla a otra. La mayor preocupación radica en que en el escenario tendencial la salud e integridad del ecosistema se comprometen, y en el largo plazo una mayor homogeneidad y menor capacidad de absorción de perturbaciones, puede hacer que las mismas especies que se vieron momentáneamente beneficiadas se vean finalmente afectadas. Un ejemplo permite ilustrar esta situación: actualmente una perturbación frecuente en los juncales son las quemas. El fuego se expande cuando los juncales son continuos y se detiene en los límites del agua. En el escenario tendencial los juncales serán mayores, lo cual beneficia las poblaciones de especies de aves amenazadas, pero serán continuos lo cual disminuye su capacidad de supervivencia de las especies ante estos eventos. El escenario tendencial compromete la integridad y heterogeneidad característica del ecosistema.

⁴⁹ *Agelaius icterocephalus bogotensis* y *Ixobrychus exilis bogotensis*

3.3.3 Visión de compromiso entre diferentes funciones y valores ambientales: enfoque ecosistémico

Un tercer escenario, con probabilidad intermedia de ocurrencia, se dibuja mediante la oportuna intervención de un plan de manejo de la laguna y su cuenca de captación. Los objetivos de manejo no deberían privilegiar alguna de las funciones ambientales sobre otras (como actualmente sucede con la ganadería), sino el conjunto equilibrado representado en los intereses de todos los actores involucrados. Este escenario está determinado por la posibilidad que existe en el futuro inmediato de detener el deterioro en su nivel actual, e iniciar paulatinamente las acciones de control. Para ello el nivel medio del agua debería aumentar (el valor de aumento del nivel está por definirse, pero intuitivamente se ve que debe subir un poco) para garantizar un tamaño mínimo (área y volumen) del ecosistema para absorber algunas de las medidas de manejo, las cuales pueden funcionar como perturbaciones en el ecosistema. Se sabe que en ecosistemas de humedales demasiado pequeños, o con muy poca profundidad, hay gran dificultad para hacer que las medidas de manejo sean sostenibles. ¿Que tanto deberá elevarse el nivel de la laguna en el ecosistema de los humedales del valle de Ubaté?

La definición de un nivel (cota) de regulación de la laguna depende del compromiso entre los objetivos de manejo, derivados de las diferentes funciones ambientales. También depende del nivel freático, y de la conexión hidrológica y de la permeabilidad de los jarillones. La decisión debe contar con un sustento jurídico, y un respaldo de voluntad política para su aplicación. Se debe buscar una capacidad adecuada de almacenamiento de agua para el riego, pero limitado por la necesidad de tener también espacio para el desarrollo del hábitat de la flora y fauna. También debería permitir restaurar un poco de la integridad del ecosistema, caracterizada por la presencia de ecosistemas lacustres de aguas profundas y palustres de aguas pandas, y la interconexión en términos hidrológicos y bióticos de los cuerpos de Fúquene, Cucunubá y Palacio. Además debería proveer espacio para la restauración de los bosques ribereños característicos, y restituir algunas de las funciones de captura de nutrientes en el borde de la laguna. Algunas de las zonas de inundación máxima que son habitadas por comunidades campesinas pobres, podrían ser dedicadas a la restauración de “humedales bio-culturales”, en los cuales las funciones de retención de nutrientes (ver Weller et al. 1996) podrían combinarse con la producción agrícola orgánica en camellones y el uso sostenible de los recursos biológicos. Sería una forma de conciliar intereses económicos y de conservación.

El aumento del nivel del agua es además la única forma de salvar la laguna de Palacio, la cual se encuentra casi completamente invadida de juncos. Un poco más de agua permitiría en este humedal iniciar procesos bien planificados de restauración de otros tipos de hábitat que hoy no están presentes, mejorando la calidad del hábitat para más especies, y restituyendo algunos usos que pueden ser de beneficio social. Y esto técnicamente es probable que sea factible pues

parte del agua necesaria está en el ecosistema. Hay un canal perimetral que tiene agua permanentemente, lo cual es un indicio de la disponibilidad de una fracción del agua necesaria para restituir la zonación de hábitats típica de estas lagunas de la zona andina: agua en la parte central del ecosistema y vegetación palustre en los bordes.

El escenario de compromiso depende también de que no haya mas expansión de la ganadería, pues ésta se haría necesariamente a costa de mas servicios ambientales del ecosistema. También depende de la capacidad de la autoridad ambiental de asumir los costos económicos del manejo, y de la voluntad política de redistribuir mas equitativamente en la sociedad los costos y beneficios del mejoramiento ambiental. Hay sin duda espacio para el optimismo, pues en los últimos años la preocupación por Fúquene ha sobrepasado el ámbito local y el de los directamente interesados: y se ven respuestas prometedoras de parte de la autoridad ambiental.

3.4 Conclusión: una agenda para lo urgente y lo importante

Con base en el escenario de manejo 3, a continuación se presenta un conjunto de resultados de manejo que es necesario propiciar de manera urgente en los próximos 5 años (Cuadro 3.4.1), y otros que deberán alcanzarse en un periodo que va de 5 a 10 años (Cuadro 3.4.2). Para cada plazo, se presentan las situaciones que es preciso superar en cada objetivo.

Cuadro 3.4.1 Gestión urgente mínima en 5 años

Resultado de Gestión	Situación que hay que superar o medio para lograrlo
<ul style="list-style-type: none"> • La biodiversidad ha sido reconocida como objetivo explícito de gestión institucional de parte de la CAR; aunque todavía no es prioridad, compite “equitativamente” con otros objetivos de gestión. • El conocimiento de la biodiversidad se organiza en la forma de una “línea base de información” sobre la cual se puede iniciar el monitoreo de la misma. • El papel que cumple la oxidación de los suelos hidromórficos por desecación en la eutrofización de la laguna es conocido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo institucional a nivel directivo y destinación de recursos institucionales de personal de inversión. • Consolidación de un convenio con alguna entidad científica para el monitoreo de la biodiversidad en el largo plazo. • Inversión en ciencia y manejo de información.
<ul style="list-style-type: none"> • El deterioro de la calidad del hábitat se ha detenido, mediante la estabilización de los procesos de erosión y el no aumento del nivel de nutrientes en la laguna, y el aumento moderado (ca. 50 cm) del nivel medio del agua. • El hábitat de vegetación palustre (juncales) se consolida y estabiliza • El distrito de riego se maneja de manera a garantizar un caudal ecológico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decisión institucional de no ampliación del distrito de riego, y definición de determinantes ambientales para su funcionamiento (caudal ecológico). ▪ Puesta en funcionamiento de plantas de tratamiento municipal en cascos urbanos debidamente priorizados. ▪ Control de Fósforo y Nitrógeno en áreas críticas previamente priorizadas. ▪ Definición de un nivel y cota de regulación de la laguna adecuado y construcción de un sistema de control aguas abajo.
<ul style="list-style-type: none"> • Hay control parcial de especies acuáticas invasoras en la laguna; si bien no se han solucionado completamente las causas, las consecuencias se manejan de manera adecuada. • No ha sido introducida la carpa herbívora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de un programa continuado de control de plantas invasoras acuáticas en sitios priorizados y con beneficio social.
<ul style="list-style-type: none"> • La apropiación privada e ilegal de la laguna se ha detenido. • Desaparece la ganadería dentro del humedal (incluyendo áreas exteriores de inundación máxima) • La CAR ha iniciado la restitución del patrimonio público en las zonas invadidas en los últimos 15 años, y se inicia el deslinde y amojonamiento del bien público. • Las tres lagunas tienen definidos sitios de 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio de la autoridad ambiental, adquisición o expropiación de predios de la ronda críticos. • Estudios y experimentos piloto de restauración del bosque de ronda. • Inicio de readecuación del borde natural de la laguna. • No se han sembrado acacias u otras especies exóticas en la ronda y se inicia la restauración experimental del bosque de ronda.

acceso publico (en especial Cucunubá que se encuentra completamente privatizada).	
<ul style="list-style-type: none"> La población debidamente sensibilizada, ha iniciado un proceso acompañado para la sostenibilidad del uso de los recursos naturales de la laguna, con base en la definición de un plan de manejo. y disminuyen los factores que lo afectan (incendios provocados). 	<ul style="list-style-type: none"> Las relaciones con la población local mejoran y hay confianza. Hay inversión en el desarrollo humano, en los sectores más pobres de la población (ribereños), y para el plan de manejo de pesquerías y junciales.
<ul style="list-style-type: none"> El ecosistema cuenta con protección legal, tanto a nivel de la cuenca, como del complejo de humedales (Fúquene, Cucunubá y Palacio). 	<ul style="list-style-type: none"> Declaración de sitio Ramsar. Proceso participativo de consulta para la declaración de un área protegida, y definición de categorías adecuadas.

Cuadro 3.4.2 Gestión de aspectos importantes en plazo de 5 a 10 años

Resultado de Gestión	Situaciones que hay que superar o medio para lograrlo
<ul style="list-style-type: none"> Mejora la calidad del agua. Los niveles de N y P bajan sensiblemente (50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Puesta en funcionamiento de todas las plantas de tratamiento municipal. Avance sustancial de un programa de “ganadería ecológica”
<ul style="list-style-type: none"> La restauración del hábitat de vegetación sumergida se ha iniciado. 	<ul style="list-style-type: none"> Es un resultado directo de la mejora de la calidad del agua y el control de especies exóticas invasoras.
<ul style="list-style-type: none"> La restauración del bosque original de ronda avanza, de tal forma que al menos un 30% de las riberas de la laguna se destinan a este fin. 	<ul style="list-style-type: none"> Compra de al menos un 30% de la ronda de la laguna, o incorporación de tierras privadas a la Red de Reservas Privadas. En las áreas que son integradas al programa de restauración de la ronda se destruye el canal perimetral y se cerca el bosque.
<ul style="list-style-type: none"> El hábitat efectivamente protegido en la zona de ronda y el humedal ha aumentado hasta incluir el 60% del borde de la laguna. 	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición de al menos el 60% de la ronda de la laguna, o de su incorporación voluntaria como reservas privadas. Incentivos para la conservación implementados en el sitio.
<ul style="list-style-type: none"> La población ribereña ha sido involucrada (al menos un 60%) en el uso sostenible de los recursos naturales de la laguna, incluyendo la caza, pesca y uso de juncos. Las especies con potencial cinegético se han recuperado considerablemente y se inician programas de uso no destructivo, como el ecoturismo y la observación de aves. 	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo con la población local. Acuerdos de cooperación concertados con la población local, para la protección y manejo de la avifauna. Educación ambiental avanzada. Inversión social ambiental.

<ul style="list-style-type: none"> • El ecoturismo es manejado por empresas comunitarias. 	
<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento de la biodiversidad ha aumentado, especialmente en sus aspectos dinámicos (función) y es usado como base para el monitoreo de la gestión. • La laguna de Fúquene es conocida internacionalmente como sitio de investigación y formación en gestión de humedales andinos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha consolidado una alianza entre la CAR y alguna entidad científica, con un convenio de largo plazo, para la investigación de la biodiversidad.
<ul style="list-style-type: none"> • El manejo de la laguna (y el complejo de humedales) como sitio Ramsar ha permitido la recuperación de funciones ecológicas básicas de laguna y el suministro de servicios ambientales a la sociedad de forma sostenible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha creado un comité inter-institucional para el manejo sostenible de laguna.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se ha restituido la conexión hidrológica entre Fúquene, Cucunubá y Palacio, y el complejo se maneja de manera integrada. ▪ Se ha iniciado la restauración de un corredor de bosque ripario entre los tres cuerpos de agua del sistema. ▪ Los humedales del valle de Ubaté se constituyen en una área protegida y reconocida por la sociedad, y destino especial para los habitantes de las ciudades cercanas, y de Bogotá. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquisición de tierras en la ronda hidráulica del sistema. ▪ Manejo hídrico adecuado según las necesidades del ecosistema. ▪ Adecuación morfológica, según los objetivos de la gestión. ▪ Consolidación de un área protegida.

Bibliografía citada y consultada

Acueducto de Bogotá, Conservación Internacional y Banco Mundial. 2003. Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Bogotá. Dos Tomos.

Agencia de Cooperación Internacional –JICA-, 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-. Bogotá.

Alcaldía Municipal de Fúquene. 2000 Esquema de Ordenamiento Territorial –Documento Resumen.

Alcaldía Municipal de Fúquene. 2001 Plan de Desarrollo Municipal 2001-2003 Alternativas para el Campo.

Alcaldía Municipal de Guachetá. 2000. Acuerdo Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Guachetá 2000-2008.

Alcaldía Municipal de Ráquira. 2000 Esquema de Ordenamiento Territorial – Documento Resumen”. Ráquira.

Alcaldía Municipal de San Miguel de Sema. 2000. Acuerdo No. 19 de Diciembre 29 de 2000. Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de San Miguel de Sema Boyacá.

Alcaldía Municipal de Susa. 2000. Acuerdo No. 038 de Diciembre 30 de 2000 Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Susa Cundinamarca.

Altieri, M. A. 1995. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo - CLADES. Santiago de Chile. En: Pérez, M. A. 1999. Evaluación de la sostenibilidad predial en el sistema de producción bovino de leche en la sabana de Bogotá. Tesis de postgrado para optar al título de MSc. en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible. Universidad Internacional de Andalucía, 30p.

Andrade, A. & F. Navarrete. 2003. Política nacional para humedales interiores de Colombia y humedales de la Sabana de Bogota. En. Humedales de Bogotá y la Sabana. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota y Conservación Internacional Colombia. Bogotá.

Andrade, A. 1994. La zonificación ecológica como base para el estudio integral del paisaje y la planificación del uso de las tierras. Revista SIG-PAFC Año 1 Numero 2.

Andrade, G. 1998. Los Humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá: Ecosistemas en peligro de desaparecer. Páginas 59 – 72 en H. Sánchez, R. Alvarez, y E.M. Escobar, *editores*. Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN, UICN. Bogotá D.C., Colombia.

Andrade, G.I. 2002. Los humedales del altiplano de Cundinamarca y Boyacá, de la biología a la cultura de la conservación. En. Los Humedales de Bogota y la Sabana. EAAB y Conservación Internacional. En prensa.

Andrade, G.I. 2003. Los humedales de la Sabana de Bogota. De la biología a la cultura de la restauración. En. Pp. 29-56. Humedales de Bogotá y la Sabana. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota y Conservación Internacional Colombia. Bogotá.

Andrade, G.I., M.L. Rosas & G. Arango. 2002. Lineamientos para definir la vulnerabilidad y adaptabilidad de los ecosistemas continentales colombianos ante la Convención del Cambio Climático. En Castaño, C. (ed.). Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM y PNUD: Bogotá.

Ange, C. 2003. Lineamientos de política y definición de un marco estratégico para el manejo y conservación de los humedales de la Sabana de Bogota. En. Pp. 151-166. Humedales de Bogotá y la Sabana. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota y Conservación Internacional Colombia. Bogotá.

Asociación Bogotana de Ornitología. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo. Primera edición. Bogotá; ABO, CAR. Bogotá, Colombia.

Baptiste, L.G. & S. Hernández. 1998. Elementos para la valoración económica de la biodiversidad colombiana. En. Diversidad Biológica y Cultural. Retos y propuestas desde América Latina. Grupo ad hoc sobre diversidad biológica, ILSA, IGEA & WWF. Bogotá.

Baptiste, L.G. 1994. Rural community approaches to biodiversity conservation in the Colombian high mountains. MS Thesis. University of Florida. Gainesville. USA.

Bennett Deb y Hoffmann Robert, 1992. La ganadería en el nuevo mundo. En: Semillas de Cambio. Ed: Hernán Viola y Carolin Margolis. Instituto Smithsonian, Washington y Londres, pp 90-110. En: Murgueitio, E. 2002. Impacto ambiental de la ganadería de leche y alternativas de solución. Trabajo presentando en el Seminario Internacional de COLANTA: Competitividad en Carne y Leche. Medellín, Noviembre 2002.

BirdLife-International. 2000. Threatened birds of the world. Lynx Editions and BirdLife International. Barcelona, España y Cambridge, U.K.

- Boada A. M. 1988. La Arqueología: Cultivo de fragmentos cerámicos – debate sobre la clasificación cerámica del antiplano cundiboyacense- En: Revista de Antropología. Vol. IV, No. 2. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Borrero, J.I. 1947. Aves ocasionales de la sabana de Bogota y las lagunas de Fuquene y de Tota. *Caldasia*, IV(20), Septiembre.
- Broadbent S. M. 1987. Los Chibchas Organización Sociopolítica. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Sociología. Bogota.
- Cabrera W. 1957. La Laguna de Fúquene. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia* 15 (53) 24-46.
- CADDY, J.F AND R. MAHON 1996. Reference points to fisheries management. *FAO, Fish. Tec. Paper* (347): 109.
- CALA, P. 1985. Aerial respiration in the catfish *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Trichomycteridae Siluriformes) in the río Bogotá Basin. *The Fisheries Society of the British Islands*, 3012-306 p.
- Calvachi, B. 2003 La fauna en los humedales de Bogotá y la Sabana. En Pp 109-140. *Humedales de Bogotá y la Sabana*. Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogota y Conservación Internacional Colombia. Bogotá.
- CAMPOS, M.R. 1994. Diversidad en Colombia de los cangrejos del género *Neotrangeria*. *Rev. Cpol. Acad. Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, Colección Jorge Alvarez Lleras N°5, 143p.
- Cardoso, J. E. 1928. Irrigaciones agrícolas-deseccación del Valle de la Laguna de Fúquene. *Anales de Ingeniería* 36 (426-27)
- Carpenter, S. R. & K. L. Cottingham. 2002. Resilience and restoration of lakes. In: Gunderson, L.H. & Lowell Pritchard Jr. 2003. *Resilience and the behavior of large-scale systems*. Island Press, Washington. USA.
- Carpenter, S.R. & K. L. Cottingham. 1997. Resilience and Restoration of Lakes. *Conservation Ecology* [online] 1 (1): 2.
- Carpenter, S.R., and K.L Cottingham. 1997. Resilience and Restoration of Lakes. *Conservation Ecology* (online)1(1):2.
- Casalimas C.I.y M.I. López. 1982. Etnohistoria Muisca: de los Jeques a los Doctrineros. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Caycedo, P. y Renjifo, L.M. 2002. *Cistothorus apolinari* en: Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. Katan y B. López-Lánus (eds.) 2002. *Libro Rojo de aves de Colombia*. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 1998. Acuerdo 16 de 1998 Por el cual se expiden determinantes ambientales para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial municipal.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). 2000. Fúquene el lecho de la Zorra .Bogotá.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. 2003. Informe interno sobre el análisis de los cambios en caudales y calidad el agua en las nueve subcuencas del valle de Ubaté.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. 2003. Informe interno sobre el análisis de los cambios en caudales y calidad el agua en las nueve subcuencas del valla de Ubaté.

Cortes, A., L. M. García & A. I. Ariza. 2001. Modelo del proceso de desecación del Humedal de Fúquene. Documento interno del Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Ambientales de la Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano.

Cowardin, L. M. & V. Carter, F. Golet. 1995. US Fish and Wildlife Service 1979 wetland classification: A review. *Vegetatio* 118: 139-152.

Cowardin, L. M., V. Carter, F. Golet & E. T. La Rose. 1979. Classification of wetlands and deeper habitats of the United States. U.S. National Oceanographic and Atmospheric Office of Coastal Zone Management, Washington, D.C. 20235.

DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá, 391p.

Daily, G. & K. Ellison. 2002. *The New Economy of Nature. The Quest to Make Conservation Profitable.* Island Press. Washington, D.C., USA.

De Dyson, M., Bergkamp, G., Scanlon, J (eds.). Flow. 2003 *The Essentials of Environmental Flows.* IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK.

De Leo G. A. & S. Levin. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology* (on line) 1 (1): 3. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3>

Donkin, R.A. 1968. Ambiente y poblamiento precolombinos en el Altiplano de Boyacá. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia* 26 (99): 199-208.

Dourojeanni A, et al. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. División de Recursos Naturales e Infraestructura de CEPAL, Naciones Unidas.

Etter, A. & W. v Wyngaarden. 1998. Población y transformación de los paisajes de la región andina en Colombia. III Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable de Montañas. Quito 9-14 de Diciembre de 1998.

Etter, A. 1998. Introducción General a los Ecosistemas. En: M.E. Cháves y N. Arango (eds.). Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad Colombia 1997. Tomo I. Diversidad Biológica. Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente y PNUMA. Bogotá.

Falchetti, A.M. y C. Plazas. 1973. El territorio de los Muisca a la llegada de los españoles. En: Cuadernos de Antropología, Universidad de los Andes Bogotá.

FAO. 1995. Código de conducta para la pesca responsable. Roma, 46p.

FAO. 1999. La ordenación de la pesca. En: FAO, Orientaciones Técnicas para la pesca responsable, N° 4, Roma, 81p.

Farinha, J. C., L. T. Costa, G. Zalidis, A. Mantzavelas, E. Fitoka, N. Hecker & T. Vives. 1996. Mediterranean Wetland Inventory: Habitat Descriptions System, Volume III, 84 p.

Fjeldsá, J. 1993. The decline and probable extinction of the Colombian Grebe (*Podiceps andinus*). *Bird Conservation International* 3: 221-234.

Fjeldsa, J., y N. Krabbe. 1990. Birds of high Andes. Zoological Museum. University of Copenhagen, Apollo Books. Copenhagen, Dinamarca.

Foro Ramsar. 1998. Appeal on Colombia's Bogotá wetlands. 29 July. Dwight

Forys, E. A. and C. R. Allen. 2002. Functional group change within and across scales following invasions and extinctions in the Everglades, ecosystems. *Ecosystems*, 5: 339-347.

Gliessman, S.R. 1997. Agroecology (draft versión). Ann Arbor Press. En: Pérez, M. A. 1999. Evaluación de la sostenibilidad predial en el sistema de producción bovino de leche en la sabana de Bogotá. Tesis de postgrado para optar al título de MSc. en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible. Universidad Internacional de Andalucía, 30p.

Gómez & Cajiao. 2001. Elaboración del Plan Maestro, para la conformación de la Zona de Manejo y Preservación Ambiental ZMPA de la margen oriental del río Bogotá. Contrato 199-1902DAMA. Bogotá.

Gosselink, J. G., G. P. Shaffer, L. C. Lee, D. M. Burdick, D. L. Childers, N. Leibowitz, S. C. Hamilton, R. Boumans, D. Cushman, S. Fields, M. Koch & J. M. Visser. 1990. Landscape conservation in a forested wetland watershed. Can we manage cumulative impacts?. *BioScience* vol. 4 No. 8.

Grimble, R. & K. Wellard. 1996. Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities. *Agricultural Systems*. Vol. 65, no. 2. pp 173-193

Guhl Ernesto. 1975. Colombia. Bosquejo de su geografía tropical. Biblioteca de Cultura Básica. Instituto Colombiano de Cultura. Bogotá.

Gunderson, L. H., C.S. Holling, & S.S. Light, editors. 1995. Barriers and Bridges to the renewal of ecosystems and institutions. Columbia University Press. New York, Mew York. USA.

Gunderson, L. H., C.S. Holling, & S.S. Light, editors. 1995. Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions. Columbia University Press. New York, Mew York. USA.

Gunderson, L. H., C.S. Holling, L. Pritchard & g. D. Petersen. 2002. Resilience of large scale resource systems. Island Press, 287 p. ISBN: 1-55963-971-7

Gunderson, L.H , C.S. Holling, L. Pritchard and G. Peterson. 2002. Resilience of large-scale resource systems. In: Gunderson, L.H. & L. Pritchard Jr. 2002. Resilience and the behavior of large-scale systems. Island Press, Washington. USA.

Hernández de Alba G. 1944. Descubrimientos arqueológicos en tierras de los Chibchas. Laguna de Fúquene. En Boletín del Museo Arqueológico. Bogotá.

Hilty, L y W. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton.

Holling, C. S. 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62: 447-502. En: Walters, C. 1997. Challenges in adaptive management of riparian and costal ecosystems. *Conservation Ecology* (online) 1 (2)., URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art1>

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.

Hooghiemstra, H. 1984. Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá, Colombia: a continuous record of the last 3.5 million years. FL-9490 VADUZ.

Hubach, E. 1953. Geología de la Isla del Santuario. Isla de Fúquene. Servicio Geológico Nacional Report 901. Bogotá .

INPA.1998. Carpa. INPA, Oficina Cauca, Popayán 19p.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2001. Estrategia para la Conservación de las Aves. Bogotá.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt 2000. Colombia Megadiversa. Cinco años explorando la riqueza de un país biodiverso. Bogotá.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt.. 2001. Estrategia para la Conservación de Plantas. Bogotá.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)– Corpoica. 2001. Zonificación de conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá.

J. A. Dini & G. I. Cowan, 2001. Proposed classification system for the South African National Wetland Inventory, pág. 73. In: C. M. Finlayson, N. C. Davidson & N. J. Stevenson (editors). 2001. Wetland inventory, assessment and monitoring: Practical techniques and identification of major issues. Proceedings of Workshop 4, 2nd International Conference on Wetlands and Development, Dakar, Senegal, 8.14 November 1998, 136 p.

Janzen, D. H. 1995. Neotropical restoration biology. Vida Silvestre Neotropical 4 (1): 3-9.

JICA. 2000. Informe Plan de mejoramiento ambiental regional para la cuenca de la laguna de Fúquene. CAR, Bogotá, pag.var.

Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective. CIFOR, Jakarta,Indonesia. 88 p.

Murgueitio, E. 2002. Impacto ambiental de la ganadería de leche y alternativas de solución. Trabajo presentado en el Seminario Internacional de COLANTA: Competitividad en Carne y Leche. Medellín, Noviembre 2002.

Kattán, G., H. Álvarez-López & M. Giraldo. 1994. Forest fragmentation and bird extinctions.

Langebaek R. C. H. 1987. Mercados, poblamiento e integración étnica entre los Muisca. Siglo XVI. Colección Bibliográfica Banco de la República. Bogotá.

Lee, R.A. 2002. Interactive design for farm conversion. Linking agriculture research and farmer learning for sustainable small scale horticultural production in Colombia. Ph. D. Thesis Wageningen University. The Netherlands. pp. 294.

Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology* 73:1943-1976

Londoño E. 1983. La conquista de la Laguna de Cucaita para el Zaque. Un hecho militar prehispánico Muisca conocido por documentos de archivo. Universidad de los Andes. Bogotá.

Lowe-Mc Connell R.H. 1985. *Ecological Studies in tropical fish communities*. Cambridge Tropical Biological Series, Cambridge University Press, London, 382p.

Lozano, I. 1992. Aspectos ecológicos y de comportamiento de la tingua bogotana *Rallus semiplumbeus* en el humedal de la Florida, Sabana de Bogotá, Colombia. Informe presentado a Wildlife Conservation Society y Birdlife Internacional.

Ludwig, D., B. Walker, & C.S. Holling. 1997. Sustainability, stability, and resilience. *Conservation Ecology* [online] 1(1): 8 (<http://www.consecol.org>).
Ludwig, D., R. Hilborn, and C. Walters. 1993. Uncertainty, resource exploitation, and conservation: Lessons from history. *Science* 260: 17-36.

Márquez, G. 1996. *Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental*. Fondo FEN Colombia. Santa fe de Bogotá.

Mayorga, M. 1992. *Biología reproductiva y alimentación de las poblaciones de capitán de la sabana Erempphilus mutisii en la laguna de Fúquene*. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 377p.

Meffe, G., L. Nielsen, R. L. Knight & D. A. Schenborn. 2002. *Ecosystem management. Adaptive Community-based conservation*. Island Press, Washington, USA.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. *Política Nacional de Investigación Ambiental*, Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente. 2002. *Política nacional Para Humedales Interiores de Colombia., Estrategias para su conservación y uso sostenible*. Bogotá, 67p.

Mojica, I., et al. (Ed). 2002. *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Instituto Ciencias Naturales, Instituto Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, 288p.

Morales, A. 2001 *Caracterización y uso de hábitat del cucarachero de pantano Cistothorus apolinari en los humedales en los humedales de la Conejera, la Florida, Tibanica, laguna de Fúquene y laguna de Chisacá,*

Cundinamarca. Tesis Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Biología.

Moss, B., J. Madgwick & G. Phillips. 1996. A guide to the restoration of nutrient-enriched shallow lakes. Environment Agency. Printed by W W Hawkes, UK, 180 p. ISBN: 0-948119-29-2

Muñoz de Pineda A. 1992. Los cacicazgos de la región de la Laguna de Fúquene, según documentos del siglo XVI. Tesis Univ. de los Andes, Bogotá.

Murcia, C. 1997. Evaluation of Andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forest in Colombia. *Forest Ecology and Management* 99: 163-170.

Murgueitio, E. 2002. Impacto ambiental de la ganadería de leche y alternativas de solución. Trabajo presentando en el Seminario Internacional de COLANTA: Competitividad en Carne y Leche. Medellín, Noviembre 2002.

Murgueitio, E. y Z. Calle. 2001 Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En. *Agroforestería para la Producción Animal en Latino América* 27. CIPAV- FAO.

Naiman, R.J., M.M. Magnuson, D.M. Mc Knight & J.A. Stanford. 1996. *The Freshwater Imperative*. Island Press. Washington, D.C., USA.

Naranjo, L. G., Andrade, G. I. y M. E. Ponce de León. 1999. Humedales interiores de Colombia: bases técnicas para su conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Subdirección de Ecosistemas. ISBN: 96529-6-4, 79 p.

OMG Ingeniería y Ambiente, Ltda. 1995. Estudio del impacto ambiental y plan de manejo. Diagnóstico de la zona carbonífera de Cundinamarca, sector No. 2. Cucunubá, Suesca, Nemocon. Consultoría para la Empresa Colombiana de Carbón Ltda.. ECOCARBÓN.

Ortiz, C.R. y M.E. Borrero. 1981. Contribución al conocimiento del cangrejo de la sabana *Hypolobocera* (*Neostrangeria*) *macropa* Milce Edward (1853), Crustacea, Bracyura, Pseudotelpheusidae. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-01. Bogotá.

Patiño M.I. 1992. Patrones de asentamientos Muisca en el Valle de la Laguna de Fúquene: relaciones con el medio ambiente y explicaciones desde lo social. Universidad de los Andes, Bogotá.

Pecker, Ramsar. <http://www.ramsar.org/forum_colombia_bogotá.htm>

Pérez, M. A. 1999. Evaluación de la sostenibilidad predial en el sistema de producción bovino de leche en la sabana de Bogotá. Tesis de postgrado para optar al título de MSc. en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible. Universidad Internacional de Andalucía, 30p.

Peterson, G. D. 2002. estimating resilience across landscapes. *Conservation Ecology* 6(1): 17 (online) URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art17>

Phillips, A. 1998. The Nature of Cultural Landscapes –a nature conservation perspective. *Landscape Research* 23 (1): 21-38).

Pickett, S. T. & P. S. White (Ed.s). 1985. The ecology of natural disturbance and path dynamics. Academic Press, Orlando, Florida. USA. En: De Leo G. A. & S. Levin. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology* (on line) 1 (1): 3. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3>

Piedrahíta, J.C. y Riuz, H. 1994. Estimación de algunos aspectos biológicos de la comunidad íctica de la laguna de Suesca. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 107p

Reed-Andersen, T., S. R. Carpenter and R. C. Lathrop. 2000. Phosphorus flow in a watershed-lake ecosystem. *Ecosystems*, 3:561-573.

Renjifo, L. M., A.M. Franco, J.D. Amaya, G. Kattán & B. López. 2002. Libro rojo de las aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.

Restrepo, C. y L.G. Naranjo. 1987. Recuento histórico de la disminución de humedales y la desaparición de la avifauna acuática en el Valle del Cauca. Colombia. En H. Álvarez, G. Kattán & C. Murcia. (Eds). Memoria III Congreso de Ornitología Neotropical. ICBP, USFWS & SVO. Cali.

Ríos, E. 1999. Altiplanos Colombianos. En vía de desertificación? Monografía para optar al título de Geógrafa. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Bogotá, D.C. 305 p. En:

Cortes, A., L. M. García & A. I. Ariza. 2001. Modelo del proceso de desecación del Humedal de Fúquene. Documento interno del Centro de Investigaciones Científicas y Estudios Ambientales de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Rivera P. H, 1993. Estudio de la erosión en zonas de ladera. En: Congreso Internacional del Agua, Medellín (Colombia) 21 al 25 de septiembre de 1993. Memorias Medellín, Colombia. Corporación del Agua Expo

Universidad 190 años. Agua Cultura y Vida. p. 130-135. En: Murgueitio, E. 2002. Impacto ambiental de la ganadería de leche y alternativas de solución. Trabajo presentado en el Seminario Internacional de COLANTA: Competitividad en Carne y Leche. Medellín, Noviembre 2002.

Rivera J. C. 1988. Estudio Socioeconómico de la Cuenca del Río Suárez - Sub región Chiquinquirá. Fundación Universitaria de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

Rodríguez, C. Samper & W.I Weber. 2000- Estrategia nacional para la conservación de las aves de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt, Bogota, Colombia.

Roggeri, H. 1995. Tropical fresh water wetlands. A guide to current knowledge and sustainable management. Kluwe academic Publishers. ISBN: 0-7923-3785-9. 349 p.

Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. Journal of Biogeography 2: 233-51.

Shmidt-Mumm, U. 1998. Vegetación acuática y palustre de la sabana de Bogotá y plano inundable del río Ubaté: ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Biología, Universidad Nacional de Colombia, 181p.

Smith, N. 1996. Effects of land-Use Systems on the Use and Conservation of Biodiversity. In. Pp. 52-79. Biodiversity in Agricultural Intensification. Environmentally Sustainable Development. Studies and Monograph Series No. 11. The World Bank. Washington D.C. USDA For. Ser. Gen. Tech. Rep. RM-87. Pp 38-41.

Tomás Vives, 1993. MedWet subproject on inventory and monitoring. 1st Advisory Group Meeting, Alcochete, Portugal, 8-10 July, 1993. Conclusion of the meeting. ICN, Lisboa / IWRB, Slimbridge (Unpublished report).

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2003. Red Data Book.

Valderrama, J. y A. Mosquera. 1979. Estudio de la laguna de Fúquene. Informe CAR, Bogotá, 25 p.

Van der Hammen T. 1988. Bases para el Plan de Manejo Ambiental de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna de Fúquene. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR-. Bogotá.

Van der Hammen, T. 1998. Plan Regional de Gestión Ambiental de la Cuenca Alta del río Bogotá. Documento interno preparado para la

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Bogota (disponible en CD con 7 mapas).

Van der Hammen, T. 1999. Consensos mundiales de restauración y enfoques de investigación y monitoreo. En. E. Ponce de León (ed.). Memorias del seminario de restauración ecológica y reforestación. Fundación Alejandro Ángel Escobar, FESCOL, Foro Nacional Ambiental y GTZ. Bogotá.

Van der Hammen, T., & G.I. Andrade. 2002. La estructura ecológica principal para Colombia. Primera aproximación. Inédito IDEAM y Biocolombia. Bogota.

Van Gell., B., y T. Van Der Hammer. 1973. Upper Quaternary Vegetational and Climatic Séquense of the Fúquene Area. En: The Quaternary of Colombia 1:9-92. Amsterdam Elsevier Scientific Publishing Company

Vargas, G. y G. Pinilla. 1991. Pesca artesanal en la Laguna de Fúquene, características e importancia económica. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-30. Bogotá.

Varty, N., J. Adams, P. Espin & C. Hambler. 1985. An ornithological survey of Lake Tota, Colombia. Cambridge U.K. International Council of Bird Preservation.

Villarreal, J. 2000. Cucunubá. Modelo para un desarrollo sostenible. Universidad Jorge Tadeo Lozano, 273 p. ISBN: 958-9029-30-2

Walters, C. 1997. Challenges in adaptive management of riparian and coastal ecosystems. Conservation ecology (online) 1 (2): 1. Disponible en internet: URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss2/art1>

Weller, C. M., M. C. Watzin and D. Wang. 1996. Role of wetlands in reducing phosphorus loading to surface water in eight watersheds in lake Champlain basin. *Environmental Management* 20: 731-739.

Wetzel, R.G. 1990. Land-water interfaces: sources and regulatory functions of dissolved organic matter in freshwater ecosystems. *Hydrobiologia* 229: 181-198

Wilson, A. M: & D. B. Lindenmayer. 1995. Wildlife Corridors and the Conservation of Biodiversity: A Review. Center for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra, Australia.

Zambrano, C. & T. Cruz. 1993. Plan de manejo del humedal de la laguna de Fúquene y su vertiente oriental. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Forestal de la universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ANEXOS

Anexo 1

Sistema de clasificación de hábitats de humedal y aguas profundas.

Lorena Franco Vidal

El sistema utilizado para la clasificación de los humedales y hábitats de aguas profundas del complejo de lagunas del valle de Ubaté, es una adaptación del propuesto por Cowardin *et al.* (1979), al cual se le introdujeron cambios menores para facilitar su aplicación. El sistema de Cowardin ha sido adaptado y utilizado por varios países alrededor del mundo entre ellos los que pertenecen a la Iniciativa de Conservación de Humedales de la Cuenca del Mediterráneo, conocida como Med Wet Coast (Farinha, C. *et al.*, 1996). En el marco de esta iniciativa el sistema fue también adaptado (igualmente con cambios menores) y estos cambios también fueron acogidos para la clasificación de los humedales del valle de Ubaté.

Dado que el objetivo del proceso que se inició en convenio con el Instituto Humboldt, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Fundación Humedales, para la conservación y restauración de este complejo de humedales, debe redundar en el diseño e implementación de un plan de manejo para estas tres lagunas, es indispensable contar con una descripción lo más detallada posible de los hábitats presentes considerando su extensión y composición. Además, y no menos importante, se deben conocer los usos actuales de la tierra en el área de ronda de las lagunas así como la ubicación y densidad de los canales de drenaje, intervenciones estas causantes principales del estado actual del ecosistema. Con este trabajo se hace una aproximación al conocimiento de los componentes estructurales de 3 ecosistemas acuáticos del valle de Ubaté: lagunas de Fúquene, Cucunubá y Palacio.

En el sistema de clasificación que se empleó las unidades delimitadas están organizadas de manera jerárquica y cada nivel de la jerarquía se basa en los componentes estructurales de los ecosistemas acuáticos. Esto es, la forma de vida de la vegetación, la composición y textura del sustrato, el régimen hídrico y las características químicas del agua y del suelo. El alcance del presente trabajo permitió realizar la clasificación tomando en cuenta la forma de vida dominante de la vegetación acuática o macrófitos que de acuerdo Schmidt-Mumm (1998) están representadas por todo aquel tipo de vegetación que crece en la zona litoral de lagos, embalses y ríos, ya sea en la zona de interfase agua-tierra sobre la superficie del agua o totalmente sumergida. Descripciones más detalladas de las unidades estructurales de este conjunto de humedales (es decir basadas en la textura del sustrato, características químicas, etc.) deben ser objeto de estudios más detallados. Sin embargo el trabajo que se presenta aquí provee una base sobre la cual adelantar, detallar y actualizar periódicamente el estado de los componentes estructurales de este complejo de ecosistemas acuáticos.

Gracias a la naturaleza jerárquica del sistema empleado cualquiera de los niveles tiene unidades que pueden ser representadas cartográficamente (“mapeables”) lo cual, aún en el nivel más general, permite el seguimiento de la pérdida o ganancia de humedales o de hábitats de aguas profundas. Se constituye pues en una herramienta para el manejo.

1.1 Los hábitat de humedal y aguas profundas

Aunque los humedales se definen por la presencia de las plantas hidrófitas⁵⁰, los suelos hídricos y la frecuencia del anegamiento, las unidades ecológicas de aguas profundas que tradicionalmente no son consideradas humedales, también están incluidas en esta clasificación. Si bien estos no son hábitat de humedal estrictamente hablando, forman parte del ecosistema acuático donde se desarrollan los humedales e influyen directamente en su ocurrencia y características. En un ecosistema acuático los humedales y hábitats de aguas profundas se presentan en un continuum sin límites claramente definidos y con conexiones funcionales que les confiere viabilidad, en funcionamiento y estructura, el uno al otro. Por esta razón no se debe aislar en una clasificación a los dos tipos de unidades ecológicas. Por el contrario se los debe integrar en el ambiente del cual dependen en gran medida para el mantenimiento de su carácter ecológico. Esto es de gran importancia para el seguimiento de los cambios en los hábitat de humedal.

1.1.1 Humedales

Los humedales son unidades de paisaje que se han agrupado bajo este término genérico para identificar a los ecosistemas que ocurren típicamente en zonas de transición entre sistemas acuáticos y terrestres y que comparten características de los dos. En los humedales la saturación del suelo con agua es el factor dominante que determina su desarrollo y el de la flora y la fauna que viven en el suelo o en su superficie. (Cowardin *et al.* 1979)

Los criterios ecológicos propuestos por Farhina *et al.*, 1996, para la clasificación de un ecosistema de humedal⁵¹ como tal son:

- **Hidrología:** periodicidad del anegamiento
- **Suelo:** presencia de suelos hídricos

⁵⁰ De acuerdo con la definición que presenta Schmidt-Mum (1998) “...los hidrófitos acuáticos genuinos son considerados como todas aquellas plantas capaces de lograr su ciclo regenerativo cuando la parte vegetativa se encuentra sumergida o sostenida por el agua (hojas flotantes) o que se presentan usualmente sumergidas y que son inducidas a la reproducción sexual cuando su parte vegetativa muere debido al desecamiento por emersión (Den Hartog & Segal, 1964, en Schmidt-Mum, 1998)

⁵¹ Los suelos drenados que ya no pueden sustentar vegetación hidrófita, pues el régimen hidrológico ha sufrido modificaciones importantes, no son considerados humedales en la clasificación de Cowardin. Sin embargo proveen un registro invaluable de la presencia histórica de humedales y son indicadores de áreas con potencial para la restauración de este tipo de ecosistema.

- **Vegetación:** vegetación predominante de hidrófitas

Aunque la vegetación de hidrófitas es un criterio de clasificación de los humedales, hay una variedad de áreas sin hidrófitas que también se incluyen dentro de la definición pues sustentan comunidades bióticas características de los humedales:

1.1.2 Hábitats de humedal y aguas profundas

Cowardin *et al.* (1979) definen a los hábitat de aguas profundas como las áreas de suelo permanentemente inundadas y que se encuentran a mayor profundidad del punto más profundo de los ecosistemas de humedal. Incluyen ambientes donde hay superficie con agua de manera permanente y casi siempre profunda. Aquí el agua, más que el aire, es el medio dominante. Al igual que en los humedales, las plantas dominantes son hidrófitas pero el sustrato no es suelo porque la profundidad del agua es tal que no permite el establecimiento de vegetación emergente. Estos hábitats influyen en el carácter ecológico de los humedales determinando en muchos casos su presencia, composición y extensión.

Los humedales y hábitats de aguas profundas están organizados dentro del sistema de Cowardin de una manera jerárquica. El primero y segundo nivel de la jerarquía son los Sistemas y Subsistemas. El nivel más detallado está representado por los Tipos Dominantes que están determinados por la especie de flora que domina y determina las características físicas del resto de la comunidad de la unidad. Los niveles jerárquicos intermedios del sistema son Clase y Subclase. Cada una de estas unidades ecológicas pueden ser representadas cartográficamente.

El sistema de clasificación de Cowardin incluye todos los sistemas acuáticos donde es posible el desarrollo de humedales: Marino, Estuarino, Ribereño, Lacustre y Palustre. De estos sistemas están presentes en Fúquene, Cucunubá y Palacio el Lacustre y Palustre

1.2 Las unidades ecológicas del sistema de clasificación

Los Sistemas son conjuntos de humedales y hábitat de aguas profundas que comparten la influencia de factores similares (geomorfológicos, hidrológicos, químicos y biológicos). Los Subsistemas constituyen una división más específica que refleja las condiciones hidrológicas dentro de los Sistemas.

La Clase describe la apariencia general del hábitat en términos de la forma de vida dominante de la vegetación o de la fisiografía o composición del sustrato. La forma de vida se refiere al tipo biológico que predomina y se utiliza para diferenciar las unidades ecológicas en el nivel de Clase. Aquí se encuentran los árboles, arbustos, emergentes, musgos emergentes y líquenes que pueden

desarrollarse en condiciones permanentes de saturación del suelo. La identificación de la Clase se hace por la vegetación (cuando la cobertura vegetal es igual o superior al 30 %) o por la fisiografía y composición del sustrato (si la cobertura vegetal es inferior al 30 %).

La Subclase se base en características más detalladas del sustrato y de la forma de vida predominante de la unidad ecológica. El Tipo Dominante se determina por la especie de planta o animal dominante. Cuando la Subclase se basa en la forma de vida dominante, el Tipo Dominante se nombra por la especie que predomina. Si es más de una (pero máximo tres) y se nombra por las dos especies (esto es co-dominancia). Cuando la Subclase se ha basado en el material del sustrato, el Tipo Dominante se nombra por la planta o el macroinvertebrado (sésil o sedentario) predominante, sin tomar en cuenta la forma de vida de las plantas presentes.

Los Modificadores se aplican en el nivel jerárquico de la Clase (y en niveles más detallados). Permiten una descripción muy detallada de los hábitat de humedal y aguas profundas y se refieren al régimen hídrico y a las características químicas del agua y suelo. Hay Modificadores especiales que se usan para describir hábitats alterados por acciones antrópicas. Por ejemplo áreas que han sido modificadas por el hombre pero capaces de sustentar comunidades de la flora y fauna características de los humedales y hábitats de aguas profundas.

1.2.1 Los Sistemas Palustre y Lacustre

Sistema Palustre (Pa)

El sistema Palustre incluye todos los humedales no-mareales dominados por árboles, arbustos, flora persistente emergente, musgos y líquenes emergentes. Aquí se agrupan todos los humedales con vegetación que tradicionalmente se ha llamado de pantanos (p. ej. turberas, bosques inundables.). También están los cuerpos de agua poco profundos intermitentes o permanentes llamados "estanques" (en inglés *ponds*). No tiene hábitat de aguas profundas. Los humedales Palustres pueden estar situados en lagos, canales de ríos o estuarios; en llanuras de inundación de ríos o en cuencas aisladas. También pueden presentarse como islas en ríos o lagos y lagunas. Típicamente el sistema Palustre se encuentra en la zona de orilla, litoral⁵² o zona de vegetación emergente. En el sistema Palustre se encuentran típicamente las siguientes Clases: Humedal Emergente, Humedal de Arbustos y Matorrales, Humedal Boscoso y Humedal de Musgos y Líquenes.

⁵² La franja litoral está definida por Moss *et al*, 1996, como la zona de un lago donde el crecimiento fotosintético es posible en el fondo. No está separada de las aguas profundas (o pelágicas de acuerdo con Moss), hay circulación de agua entre ellas y los desplazamientos de peces y aves, para la reproducción y la alimentación, las conectan funcionalmente.

Sistema Lacustre (La)

Incluye los humedales y hábitat de aguas profundas con todas las siguientes características:

- situados en una depresión topográfica o en un canal excavado o un río represado
- no tiene árboles, arbustos, emergentes persistentes, musgos o líquenes emergentes con cobertura mayor del 30 %, y
- el área total excede las 8 hectáreas.

Típicamente los sistemas Lacustres tienen áreas extensas de aguas profundas como los lagos y reservorios, lagos intermitentes y lagos influenciados por mareas pero cuya salinidad derivada del mar es inferior a 0.5 ‰. Dentro de este sistema también es posible encontrar islas de sistema Palustres.

Los Subsistemas presentes en el sistema Lacustre son el Limnético (Li) que incluye todos los hábitat de aguas profundas dentro del sistema Lacustre y el Litoral⁵³ (Lt) con todos los hábitat de humedal dentro del sistema lacustre. Las Clases⁵⁴ de este Sistema son: Sin Vegetación, Lecho acuático, Espejo de Agua y Humedal Emergente No Persistente

1.3 Los Modificadores en el sistema de clasificación

Para describir en detalle las unidades ecológicas de un ecosistema acuático es necesario incluir ciertos modificadores en el nivel jerárquico de Clase, o en un nivel más detallado. Los modificadores del Sistema Cowardin se refieren al régimen acuático, a las características químicas del agua y del suelo. Hay otros modificadores especiales que se refieren a la transformación por acciones antrópicas.

1.3.1 Modificadores del régimen hidrológico

Para poder describir de manera precisa las características hidrológicas de un ecosistema acuático es necesario contar con información multitemporal amplia. Esta información generalmente no está disponible por lo que la descripción que provee el Sistema Cowardin es general. En los Sistemas Palustre y Lacustre se encuentran modificadores del régimen acuático **No Mareal** que consideran el período y el nivel en el cual la unidad ecológica que está siendo objeto de la

⁵³ Se extiende desde la orilla del sistema hasta una profundidad máxima de 2 metros en aguas bajas o hasta la máxima profundidad a la cual se desarrollan las plantas **no persistentes emergentes**

⁵⁴ Una descripción detallada de las clases y subclases de estos dos sistemas se encuentra en www.fundacionhumedales.org

caracterización permanece con agua⁵⁵. Los modificadores del régimen acuático **No Mareal**:

- Permanente inundado: el agua cubre la superficie del suelo durante todo el año y en todos los años. La vegetación incluye hidrófitas obligadas (**Pin**)
- Intermitente expuesto: el agua superficial está presente todo el año excepto en los años de extrema sequía (**lex**)
- Semipermanente inundado: el agua superficial persiste durante toda la estación de crecimiento⁵⁶ en muchos años. Cuando el agua superficial está ausente, el nivel freático es alto (en la superficie o muy cerca de ella) (**Sin**).
- Estacionalmente inundado: el agua superficial está presente por largos períodos y cuando está ausente el nivel freático es bastante alto (**Ein**).
- Saturado: el sustrato está saturado hasta la superficie por períodos extensos durante la estación de crecimiento pero raramente hay agua superficial presente (espejo de agua) (**St**).
- Temporalmente inundado: el agua superficial está presente por períodos cortos durante la estación de crecimiento⁵⁷, pero el nivel freático permanece alto (muy cercano a la superficie). Las plantas que pueden crecer en tierras altas y en humedales son características de este régimen (**Tin**).
- Intermitente inundado: el sustrato está usualmente expuesto pero el agua superficial está presente por períodos variables (sin que exista una estacionalidad periódica). Semanas, meses o incluso años pueden intervenir entre períodos de inundación. Las comunidades dominantes de plantas bajo este régimen pueden cambiar con las variaciones del nivel de humedad del suelo (**Iin**).
- Artificialmente inundado: la cantidad y duración de la inundación está controlada por bombeo o sifones en combinación con diques o represas. La vegetación que crece en estas áreas no puede ser considerada un indicador confiable del régimen del agua. Ejemplos en los Estados Unidos de humedales artificialmente inundados son tierras agrícolas manejadas bajo el esquema de rotación arroz-soya. También áreas silvestres manejadas donde los bosques, cultivos y áreas de especies pioneras pueden inundarse o secarse (de manera artificial) para atraer fauna silvestre (**Ain**).

⁵⁵ Esto además es determinante de las especies y composición de la comunidad de plantas presentes

⁵⁶ De acuerdo con Schmidt-Mum (1998) la estación de crecimiento en el sistema de Cowardin se refiere al período del año libre de heladas. En la zona ecuatorial esto no guarda ninguna importancia por lo que el autor sugiere considerar "estación de crecimiento" al máximo número de días seguidos del año en los cuales el nivel de agua se encuentra a nivel o por encima de la superficie del suelo.

⁵⁷ De acuerdo con Schmidt-Mumm (1979) la expresión "estación de crecimiento" se refiere a los períodos del año libres de heladas en las zonas templadas. Este autor sugiere considerar la "estación de crecimiento" en la zona ecuatorial del altiplano cundiboyacense como "el máximo número de días seguidos del año en los cuales el nivel del agua se encuentra a nivel o por encima de la superficie del suelo", pág. 59.

1.3.2 Modificadores artificiales

Los Modificadores Artificiales describen de manera general los humedales y hábitats de aguas profundas de origen antrópico y los naturales que han sufrido alguna modificación humana. La naturaleza de estas modificaciones influye profundamente en el carácter ecológico de los ecosistemas acuáticos. Es posible que en un mismo hábitat deba ser descrito con más de un modificador artificial:

- Excavado: dentro de un basin o canal excavado por el hombre (**Ex**)
- Encierro son hábitat de humedal o aguas profundas que han sido creados o modificados por una barrera o represa que obstruye el flujo del agua. Aquí se incluye las represas hechas por el hombre o por los castores (aplica para Argentina por ejemplo.) (**En**)
- Diques: humedales o hábitat de aguas profundas creados por diques hechos por el hombre (**Dq**)
- Parcialmente drenado: el nivel del agua ha sido parcialmente disminuido pero el área todavía clasifica como humedal pues sustenta la presencia de hidrófitas (**Pdr**).
- Cultivado: el suelo superficial se ha alterado manual o mecánicamente para los cultivos pero las hidrófitas pueden ser reestablecidas si se suspenden los cultivos (**Cu**)
- Sustrato Artificial: se refiere a los sustratos clasificados como Fondo Rocoso, Fondo no Consolidado, Orilla Rocosa y Orilla no consolidada que se han formado por acción del hombre usando materiales como los desechos del dragado o materiales sintéticos como restos de carros, concreto o neumáticos (**Sar**).
- Desechos: áreas de humedal donde el sustrato es el resultado de la disposición de material desecho (**De**).

Hay otros modificadores que se refieren a las características químicas del agua como son la salinidad y la concentración de hidrogeniones. Sin embargo la descripción precisa de estas características es difícil debido a problemas en las mediciones y a que los valores tienden a cambiar con la estación, el tiempo, la hora del día y otros factores. Para lograr esta descripción se debe contar con mediciones multitemporales de Ph y salinidad y con una clasificación específica para los sistemas de aguas continentales de los ecosistemas acuáticos de la cordillera Andina. Por el momento no se cuenta con ninguno de los dos por lo que no se incluye en la descripción de los sistemas palustre y lacustre de humedales del valle de Ubaté.

Anexo 2

INDICADORES DE ESTADO (ABUNDANCIA RELATIVA Y ESTRUCTURA EN TAMAÑOS) Y ALGUNAS ANOTACIONES BIOLÓGICAS Y ECOLÓGICAS DE LAS POBLACIONES DE CAPITÁN DE LA SABANA *Eremophilus mutisii*, GUAPUCHA *Grundulus bogotensis* y CANGREJO DE LA SABANA *Neostrangeria macropa*, EN LAS LAGUNAS DE FÚQUENE Y CUCUNUBÁ.

Por:

Mauricio Valderrama Barco & Ayda Cristina Garzón*
mvalde@humedales.com

2.1 RESUMEN

Durante los meses de abril y mayo del 2003 se valoró la abundancia (biomasa y densidad) del recurso hidrobiológico peces y macrocrustáceos en las lagunas de Fúquene y Cucunubá. Se muestrearon 8 estaciones en Fúquene y 1 estación en Cucunubá. Se obtuvo información de composición, peso, tamaño e información biológica (madurez reproductiva y preferencias alimenticias). Los niveles de abundancia (biomasa) del recurso hidrobiológico en las lagunas de Fúquene y Cucunubá están dominados por las especies introducidas o exóticas. El capitán, la guapucha y el cangrejo han sido desplazados por la carpa. En la laguna de Fúquene la biomasa estuvo representada en un 61% por las especies introducidas (carpa 51,9%, goldfish 3,1% y tilapia 6,3%), mientras que el capitán representó el 22%, la guapucha el 11% y el cangrejo 6%. En la laguna de Cucunubá, la dominancia está representada por la carpa común junto con su variedad *especularis* (46%) y el cangrejo (46%) y la baja representatividad del capitán de la sabana (4.2%) es similar a la encontrada en la laguna de Fúquene. Por lo tanto, con las introducciones las tramas tróficas y las relaciones ecológicas de abundancia, densidad y competencia han sido alteradas y sus consecuencias deben ser valoradas para formular estrategias de ordenación. La pérdida de biodiversidad es marcada para el capitán de la sabana. La estructura de su población muestra la presencia de individuos jóvenes o primeros adultos (Talla media $TM = 15,7$ cm longitud estándar LS) lo cual puede ser debido a una sobrepesca por crecimiento o a la competencia por alimento que presenta con las especies introducidas. La Guapucha ($TM = 3,62$ cm LS) y el Cangrejo ($TM = 4,11$ cm ancho del caparazón) mostraron en cambio, indicadores de estado aparentemente saludables. Todas las especies de peces y crustáceos están asociadas con la vegetación acuática presente en la laguna. La mayor biomasa del capitán está presente en las zonas con mayor diversidad de vegetación acuática, nativa o introducida, emergente, flotante y sumergida. La guapucha en cambio prefiere las zonas de vegetación flotante con fondo de elodea posiblemente por que está última constituye refugios de zooplancton. El cangrejo se asocia siempre a zonas litorales, tanto rocosas como con vegetación asociada preferencialmente con el junco. Los hábitats

de vegetación acuática son los más importantes para la productividad de las especies endémicas, su profusión ha incrementado los substratos de alimentación compensado en parte el efecto de la disminución de alimento por ausencia de bentos debido a la degradación de la calidad de agua y también por la competencia de las especies exóticas. Por lo tanto, el manejo que se dé a la vegetación acuática en las lagunas tendrá repercusión en las poblaciones de peces. Finalmente, este documento es solamente un primer aporte muy preliminar para la evaluación del estado de las poblaciones de peces y crustáceo en las lagunas de Fúquene y Cucunubá. Es recomendable intensificar la investigación para valorar detalladamente la abundancia total de las poblaciones en épocas de aguas bajas y transición, determinar las principales características de su dinámica poblacional (crecimiento, mortalidad, reclutamiento) y su biología general, en especial la reproductiva y su distribución y dinámica dentro de las lagunas

2.2 INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente estudio es la evaluación general diagnóstica del estado de las poblaciones endémicas del Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii*, la Guapucha *Grundulus bogotensis* y el Cangrejo *Neotrangeria macropa* con la finalidad de contribuir a la formulación de estrategias de manejo y uso sostenible del recurso hidrobiológico en la laguna de Fúquene.

Los objetivos específicos están dirigidos a definir indicadores generales de estado de las poblaciones, determinar la abundancia relativa y el patrón de distribución local de las poblaciones, obtener información biológica básica de las poblaciones (estructura en tamaños, tallas de madurez y hábitos reproductivos y alimenticios), diseñar una metodología comparable para determinar indicadores instantáneos de estado de las poblaciones en otros ambientes de humedales alto andinos y recomendar estrategias de ordenación a ser implementadas en el futuro en la laguna de Fúquene.

El recurso hidrobiológico en la cuenca de la Laguna de Fúquene (peces y macro crustáceos) está compuesto por cuatro especies endémicas como son el capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*, la guapucha *Grundulus bogotensis*, el capitanejo *Trichomycterus bogotense*, y el cangrejo de río *Neotrangeria macropa*; y 5 especies de peces exóticas introducidas como son la carpa *Cyprinus carpio* con sus tres variedades: común, roja o coy y espejo, el pez dorado *Carassius auratus* o bailarina con su variedad tilapia, la trucha *Oncorhynchus mykiss* y en una ocasión contuvo algunos ejemplares aislados de carpa herbívora *Ctenopharingodon idella*.

El Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 es llamado también Capitán o Chimbe y la Guapucha *Grundulus bogotensis* Humboldt

1821 son especies endémicas del altiplano Cundiboyacense (Dahl 1971). Bayon (1864) mostró su importancia como fuente alimenticia para los habitantes de la Sabana de Bogotá y Langebaeck (1982) destacó su valor para la cultura Muisca. Aparentemente fueron introducidas en la laguna de Tota y posiblemente fueron trasplantadas a otras regiones del país como la laguna de la Cocha, aun cuando, recientemente, se ha descrito una nueva especie de Guapucha para esta laguna *G. cochae* (Román-Valencia et al. 2003). Estas especies se distribuyen entre los 2500 – 3000 msnm y han sido identificadas con categorías de amenaza en el libro rojo de peces dulceacuícolas (Mojica et al. 2002) y posiblemente presentan en la laguna de Fúquene las mayores poblaciones de toda su distribución.

El cangrejo de río *Neotrangeria macropa* (H. Milne Edwards 1853) es endémico de la cordillera oriental con localidades en el altiplano de Ubaté-Bogotá que van desde Tabio hasta Fúquene en un rango altitudinal entre 2200 m a 2900 m (Campos 1994). Es una especie con alto grado de amenaza siendo candidata a ser incluida en el libro rojo de crustáceos (Martha R. Campos, com.per.).

No obstante la importancia de estas especies endémicas el conocimiento es precario y en especial en la laguna de Fúquene no existe información completa que permita determinar el estado de sus poblaciones y sus características biológicas y ecológicas. Solamente para el capitán de la sabana se han realizado estudios sobre reproducción y madurez y algunos aspectos ecológicos como los trabajos de Mayorga (1992), Beltrán y Mayorga (1992) y Quintero (1998) en la Laguna de Fúquene, Piedrahita y Ruiz (1994) en la Laguna de Suesca, Cala y Sarmiento (1982) en el Muña, Cala (1986) en el río Bogotá, Flores y Sarmiento (1982) en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Rosado (1988) en el Neusa, Amaya (1975) en la laguna de Tota, y Pinilla y Abril (1996) en pequeños lagos artificiales. Otros estudios son los referidos a su capacidad para respirar aire atmosférico como los de Cala (1985), Cala et al. (1990), Pineda (1983); sobre genética, González (1992); ictiopatología Borisow (1998); caracterización seminal Montejo et al. (2002); biometría, Sarmiento y Forero (1984); su potencial para la acuicultura evaluado por Del Castillo y Garzón (1985), Lara et al. (1985) y Toro (1989); y su pesca en la laguna de Fúquene como los trabajos de Vargas y Pinilla (1991), Valderrama y Mosquera (1979) y Valderrama et al. (2003).

La Guapucha es aún mucho menos conocida y para la laguna de Fúquene este trabajo se convierte en el primer aporte a su biología. No obstante existen algunos estudios sobre su biología y ecología general en la Sabana de Bogotá, como es el de Forero y Garzón (1974), y algún aporte a su biología general como los trabajos realizados en el embalse de San Rafael (2001), laguna de Suesca Piedrahita y Ruiz (1994) y laguna de la Cocha Pantoja Agreda y Pantoja Agreda (2003).

El Cangrejo de Río es la especie menos conocida. Solamente se han realizado estudios sobre su biología general (Ortiz y Borrero 1981) y Campos (1994) presenta una síntesis sobre su distribución, descripción y algunos datos estadísticos para el Altiplano de Ubaté-Bogotá.

El presente documento pretende contribuir con el conocimiento de las especies nativas endémicas en las lagunas de Fúquene y Cucunubá, con la finalidad de coadyuvar a la definición y establecimiento de medidas de manejo dentro de un enfoque ecosistémico dada la compleja problemática que presentan estos humedales, considerados estratégicos para la región Andina Oriental (Ministerio de Medio Ambiente 2002).

2.3 METODOLOGÍA

Los indicadores a obtener fueron biomasa relativa (número de individuos/estación y biomasa en peso/estación) y estructura en tamaños (talla media y rango) de las especies capitán de la Sabana, Guapucha y Cangrejo de la Sabana en las lagunas de Fúquene (3000 ha, 2539 msnm) y Cucunubá (128 ha, 2540 msnm). Estos indicadores fueron obtenidos en ocho estaciones en la Laguna de Fúquene y una estación en la laguna de Cucunubá.

En la laguna de Fúquene (Figura 2.2.1) se ubicaron las siguientes estaciones:

- 1 Boca del Río Suárez
- 2 Zona de buchón influencia de litoral
- 3 Litoral punta El Chijuy
- 4 Bocas Quebrada Monroy
- 5 Bocas Quebrada Villeta
- 6 Aguas abiertas central
- 7 Aguas abiertas cerca de litoral
- 8 Zona bocas río Ubaté.

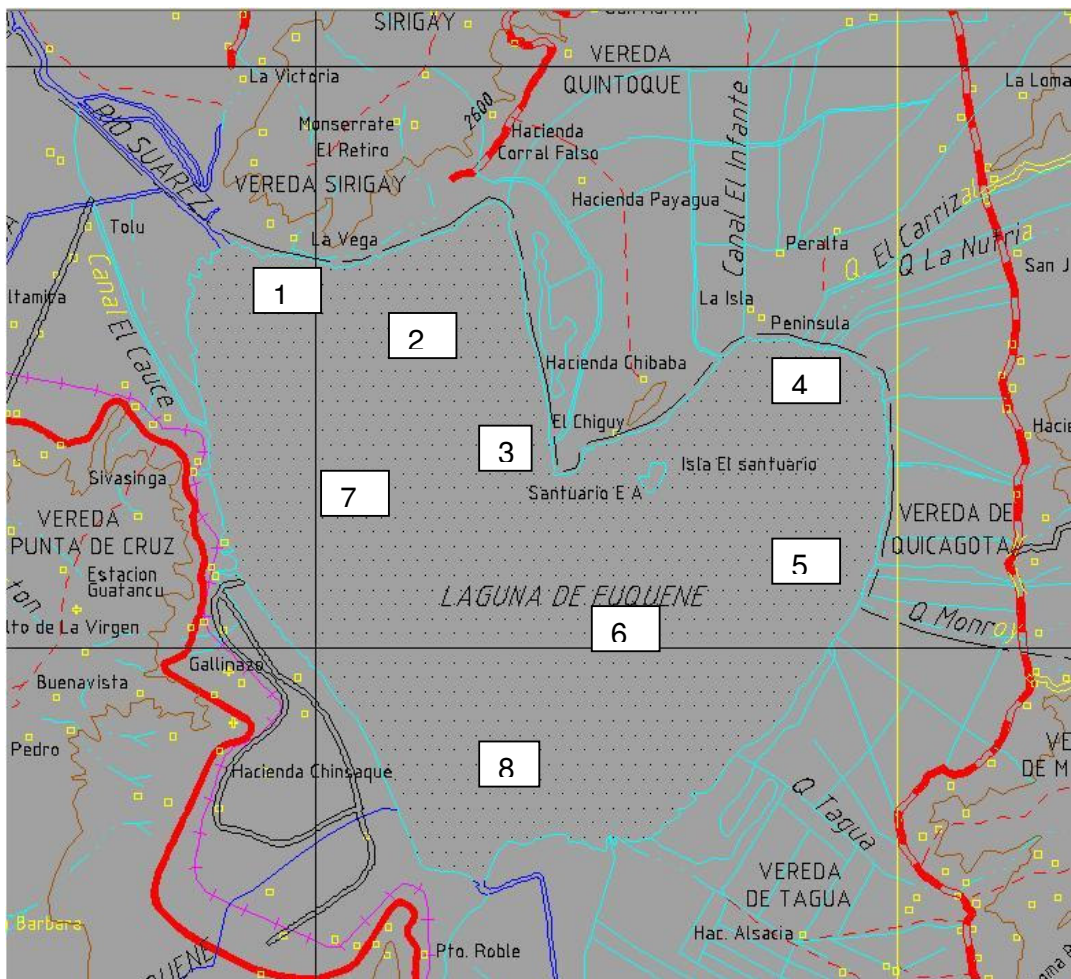


Figura 2.2.1 Laguna de Fúquene y la ubicación de las estaciones de muestreo

En la Laguna de Cucunubá se ubicó una estación que cubrió desde el litoral hasta la zona de aguas abiertas (Figura 2.2.2).

Durante los meses de abril y mayo del 2003 se hizo un muestreo mensual por estación en la laguna de Fúquene y en el mes de junio se realizó un único muestreo en la laguna de Cucunubá. Los muestreos consistían en una pesca experimental nocturna con una batería de aparejos durante un periodo de 10 horas (6 p.m. hasta las 4 a.m.). La batería de equipos de pesca estuvo compuesta por:

- a) redes con ojos de malla de 1", 1,5", 2", 4" y 5" con largos respectivos de 10 m, 20 m, 20 m, 20 m, 30 m, 80m con alturas de red que fluctuaron entre 1-2m.

- b) red de mano o nasa (“muchilo”) de 2 m de diámetro y ojo de malla de $\frac{1}{2}$ ”
- c) 2 canastas de junco cebada con carpa para la captura de cangrejo.

En cada estación se colectaba la siguiente información:

- Número de especies
- Número de ejemplares (nº)
- Peso total (g)
- Peso individual (g)
- Talla longitud total (cm)
- Talla longitud estándar (cm)
- Longitud cefalotorax (cm)
- Ancho Caparazón (cm)

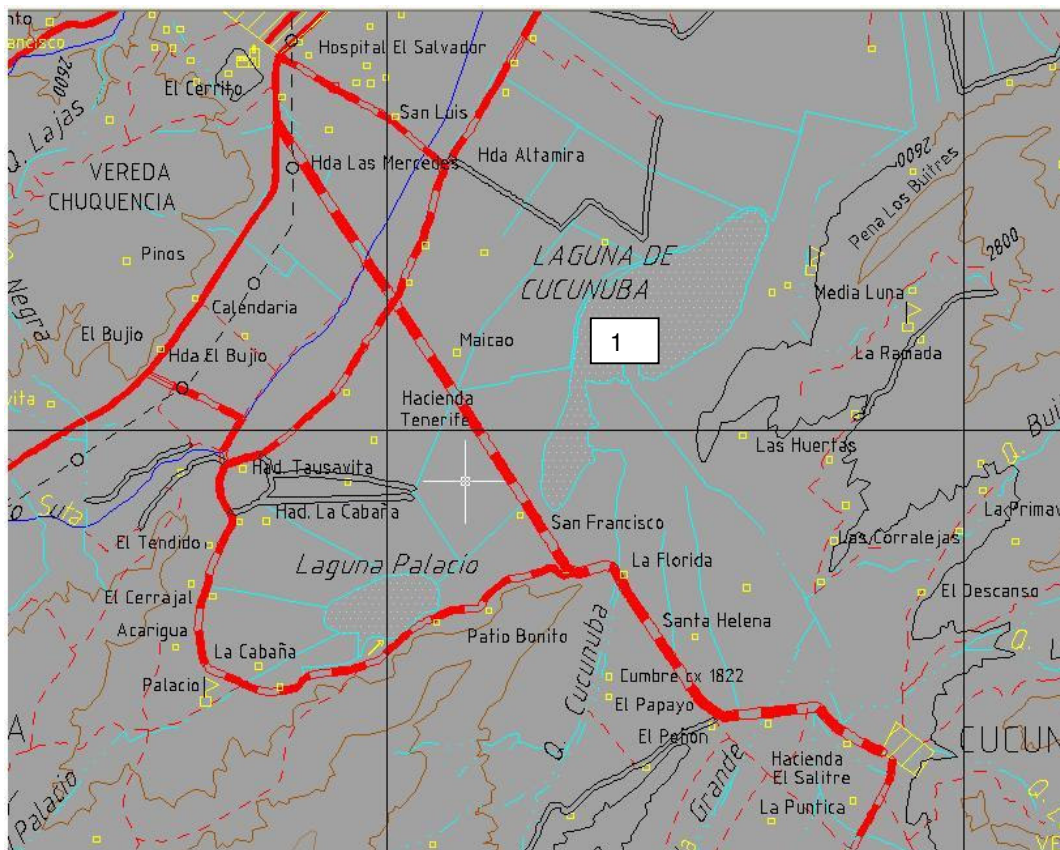


Figura 2.2.2 Laguna de Cucunubá y estación de muestreo

Se comparó la abundancia relativa (biomasa) y la densidad relativa (Nº ejemplares) por estaciones mediante la utilización de técnicas de

comparación de medias mediante métodos paramétricos y no paramétricos (ANOVA) y se desarrollaron análisis simples de agrupamiento (distancia euclidiana) para determinar patrones y vectores de cambio en el ámbito de distribución utilizando el programa ESTATISTICA. Además se realizó un análisis de la estructura de tallas (y su inferencia a grupos de edad) mediante la construcción de histogramas de frecuencia.

La información biológica obtenida a fue la siguiente:

- Sexo
- Estado de madurez (4 estados macroscópicos)
- Análisis cualitativo de preferencias alimenticias a 10 ejemplares por especie

Para comparar la estructura en tamaños con aspectos reproductivos se compararon los tamaños encontrados con las referencias encontradas de tallas medias de madurez para las especies e, igualmente, para identificar algunas relaciones ecológicas se determinó la preferencia alimenticia mediante análisis cualitativos de los contenidos estomacales.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Estaciones muestreadas y sus características

Las estaciones presentaron diversa vegetación flotante, emergente y sumergida. Entre las primeras, las principales especies fueron: buchón *Eichornia crassipes*, buchón nativo *Limnobium stoloniferus* y helecho de agua *Azolla filiculoides*. Las emergentes fueron junco *Scirpus californicus*, enea *Tipha spp*, chipaca o guaca *Bidens laevis*, barbasco *Polygonum hydroperoides*. Sumergidas fueron elodea *Egeria densa* y chira *Potamogeton sp*. Las estaciones que presentaron la menor transparencia y profundidad fueron las ubicadas en las bocas de los ríos Suárez y Ubaté (Tabla 2.4.1). La temperatura fue uniforme en todas las estaciones (entre 16 y 17,5 °C).

Tabla 2.4.1: Estaciones muestreadas y sus características en la laguna de Fúquene y Cucunubá.

estación	Nombre	profundidad (cm)	transparencia (cm)	temperatura °C	Descripción general	Vegetación dominante
FUQUENE						
1	Boca río Suárez	179	32	16,5	Isla flotante buchón	Buchón
2	Paso real	220	90	17,5	zona litoral con buchón	Buchón, guaca, sin elodea
3	El Chijui	230	120	17,0	Buchón y elodea cerca de litoral con junco	Buchón, elodea, junco, guaca o chipaca
4	Q. Monroy	435	116	17,0	canal con junco fondo de elodea	Junco, buchón, buchón nativo, barbasco, elodea, helecho de agua, yerba de rejo, chira,
5	Q. Villeta	420	115	17,0	Isla flotante de buchón con fondo de elodea	Buchón, elodea, yerba de rejo, junco
6	Aguas abiertas 1	545	99	17,0	fondo sedimento sin malezas	
7	Aguas abiertas con influencia Quebrada Tagua	472	120	16,0	fondo sedimento cerca de litoral con junco	junco, buchón nativo, buchón, guaca, musgo de agua, helecho
8	Bocas Río Ubaté	152	80	16,5	vegetación flotante Buchón, litoral con junco y enea	buchón, junco
CUCUNUBÁ						
1	Aguas abiertas	247	48	16	Agua abierta con fondo de chira	Chira,
	zona litoral	120	60	16,5	Orilla de junco	Junco, chira, elodea, yerba de rejo

2.4.2 Abundancia

Las especies nativas poseen menor abundancia relativa que las especies introducidas (Figura 2.4.2.1, Tabla 2.4.2.1). El 61% de la biomasa relativa fue aportada por las especies introducidas (carpa 51,9%, goldfish 3,1% y tilapia 6,3%), mientras que el capitán representó el 22%, la guapucha el 11% y el cangrejo 6%.

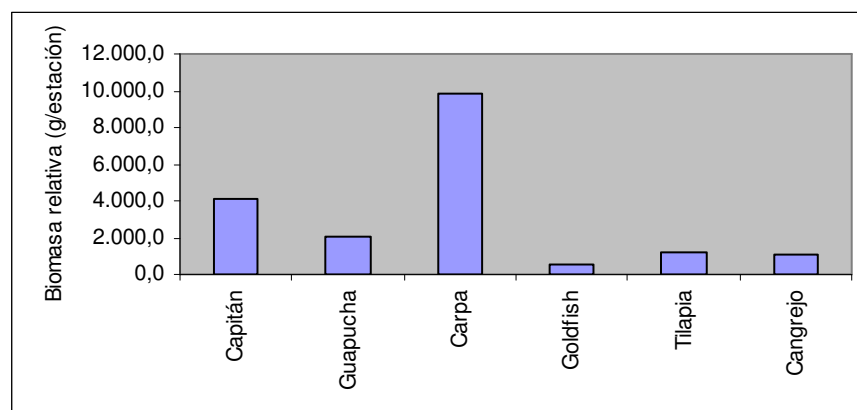


Figura 2.4.2.1 Biomasa media por estación en la laguna de Fúquene.

Tabla 2.4.2.1 Datos de campo de biomasa y abundancia en número, por estaciones y por especies en las lagunas de Fúquene y Cucunubá

estación	mes	Total W (g)	Total n	Capitán		Guapucha		Carpa		Goldfish		Tilapia		Trucha		Cangrejo	
				n	W (g)	n	W (g)	n	W (g)	n	W (g)	n	W (g)	n	W (g)	n	W (g)
1	abril	1460,3	45,0	4,0	181,4	38,0	41,9	3,0	1.237,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	mayo	536,5	60,0	2,0	157,1	42,0	44,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	137,4	0,0	0,0	10,0	197,7
	media	998,4	52,5	3,0	169,3	40,0	43,1	1,5	618,5	0,0	0,0	3,0	68,7	0,0	0,0	5,0	98,9
7	abril	2633,6	163,0	8,0	749,3	146,0	235,8	7,0	1.590,4	0,0	0,0	2,0	58,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	mayo	1836,1	55,0	3,0	263,9	20,0	21,6	4,0	1.118,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	432,6
	media	2234,9	109,0	5,5	506,6	83,0	128,7	5,5	1.354,2	0,0	0,0	1,0	29,1	0,0	0,0	14,0	216,3
2	abril	2826,4	111,0	17,0	1.337,1	81,0	88,2	4,0	878,0	1,0	330,0	5,0	153,7	0,0	0,0	3,0	39,4
	mayo	1650	96,0	5,0	311,5	75,0	84,2	5,0	975,3	1,0	117,0	1,0	24,6	0,0	0,0	9,0	137,4
	media	2238,2	103,5	11,0	824,3	78,0	86,2	4,5	926,7	1,0	223,5	3,0	89,2	0,0	0,0	6,0	88,4
3	abril	5732,3	352,0	54,0	2.636,8	281,0	408,8	14,0	2.126,9	1,0	134,8	1,0	425,0	1,0	11,7	0,0	0,0
	mayo	1223	183,0	8,0	379,8	138,0	145,9	1,0	27,1	0,0	0,0	1,0	54,1	0,0	0,0	35,0	616,1
	media	3477,7	267,5	31,0	1.508,3	209,5	277,4	7,5	1.077,0	0,5	67,4	1,0	239,6	0,5	5,9	17,5	308,1
4	abril	5651,1	1.420,0	53,0	998,7	1.334,0	1.898,9	16,0	1.782,9	0,0	0,0	14,0	932,5	0,0	0,0	3,0	38,1
	mayo	1614,3	308,0	3,0	143,6	275,0	301,3	6,0	734,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	434,9
	media	3632,7	864,0	28,0	571,2	804,5	1.100,1	11,0	1.258,7	0,0	0,0	7,0	466,3	0,0	0,0	13,5	236,5
5	abril	264,4	69,0	1,0	105,3	65,0	115,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	21,4	0,0	0,0	2,0	21,8
	mayo	430,9	120,0	2,0	114,8	111,0	118,9	2,0	51,6	0,0	0,0	1,0	62,6	0,0	0,0	4,0	83,0
	media	347,7	94,5	1,5	110,1	88,0	117,4	1,0	25,8	0,0	0,0	1,0	42,0	0,0	0,0	3,0	52,4
6	abril	4024	85,0	0,0	0,0	72,0	71,7	6,0	3.132,0	2,0	325,0	1,0	455,0	0,0	0,0	4,0	39,8
	mayo	1920	24,0	0,0	0,0	9,0	8,1	3,0	1.428,0	1,0	278,0	1,0	68,9	0,0	0,0	10,0	137,0
	media	2971,8	54,5	0,0	0,0	40,5	39,9	4,5	2.280,0	1,5	301,5	1,0	262,0	0,0	0,0	7,0	88,4
8	abril	3976,7	41,0	11,0	772,5	25,0	27,2	5,0	3.177,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	mayo	2102,2	443,0	1,0	97,5	434,0	519,7	3,0	1.402,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	82,5
	media	3039,5	242,0	6,0	435,0	229,5	273,5	4,0	2.289,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	41,3
Laguna	total	18940,7	1.787,5	86,0	4.124,7	1.573,0	2.066,2	39,5	9.830,6	3,0	592,4	17,0	1.196,7	0,5	5,9	68,5	1.130,2
	media	2367,6	223,4	10,8	515,6	196,6	258,3	4,9	1.228,8	0,4	74,1	2,1	149,6	0,1	0,7	8,6	141,3
	total %	100,0	100,0	4,8	21,8	88,0	10,9	2,2	51,9	0,2	3,1	1,0	6,3	0,0	0,0	3,8	6,0
media	100,0	100,0	4,8	21,8	88,0	10,9	2,2	51,9	0,2	3,1	1,0	6,3	0,0	0,0	3,8	6,0	

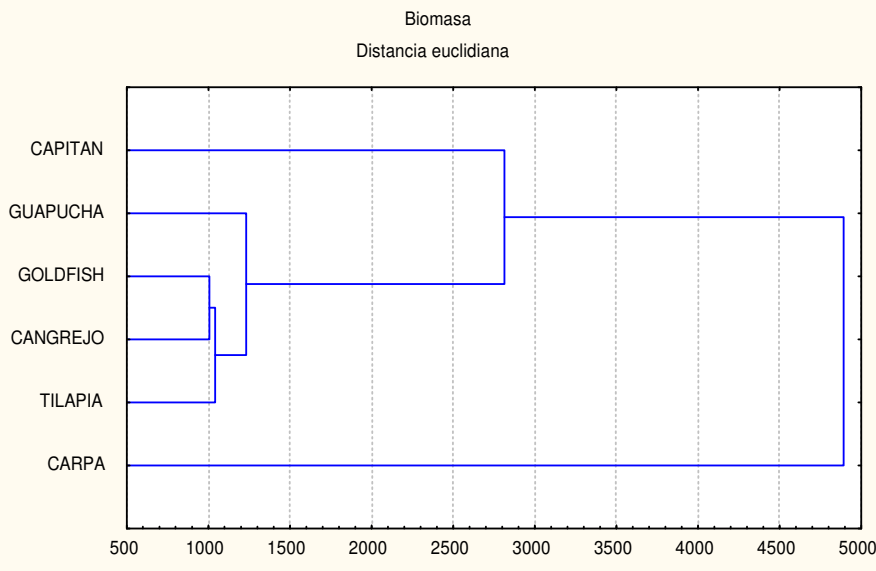


Figura 2.4.2.2 Biomasa media por estación en la laguna de Fúquene

El análisis de varianza mostró diferencia significativa (6 G.L, $F= 17.1642$, $p<0.000001$) entre especie, siendo Carpa = capitán # guapucha = goldfish = tilapia = cangrejo (test de Tuckey HSD)

En Cucunubá se presentó la misma situación pero la dominancia en biomasa de las especies exóticas fue más alta (Figura 2.4.2.3). La carpa común y su variedad espejo representaron el 92% de la biomasa, mientras que el capitán solamente el 2.5%, la guapucha 2% y el cangrejo 4.5%.

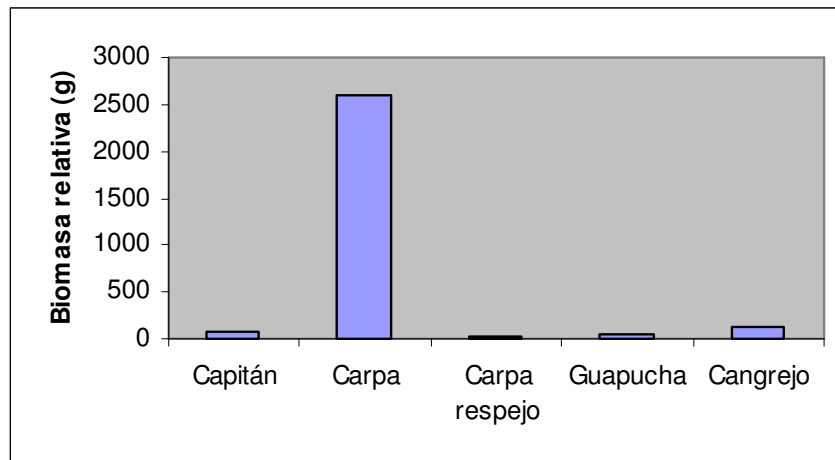


Figura 2.4.2.3 Biomasa media por estación (%) en la laguna de Cucunubá

En la laguna de Fúquene la abundancia relativa en número e ejemplares muestra en cambio la dominancia de las especies nativas debido a que sus tamaños son menores y aportan menor biomasa que las especies introducidas. El 96.6% de la abundancia en número de ejemplares fue aportada por las especies nativas, entre ellas la guapucha 88%, el capitán 4.8% y el cangrejo 3.8%. La carpa y las variedades de goldfish representan solamente el 3.4%. (Figura 2.4.2.4). La dominancia de la guapucha es marcada, pero si se analiza solamente el capitán de la sabana y la carpa con el goldfish se observa cómo su abundancia en número es muy similar, lo cual no es favorable teniendo en cuenta ocupa niveles tróficos superiores y además poseen menor biomasa relativa.

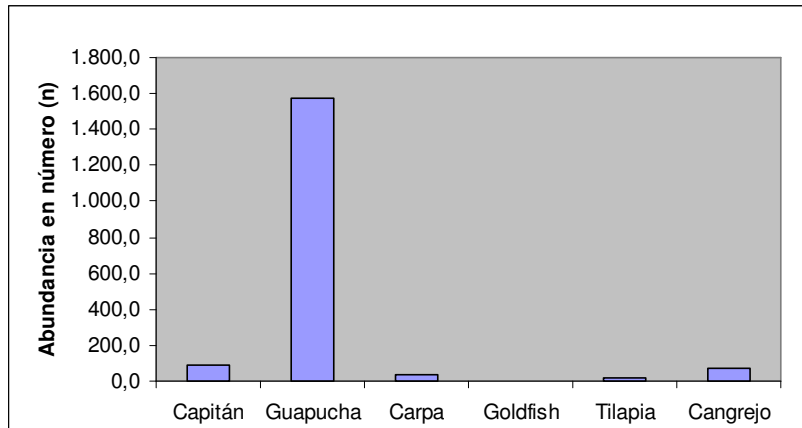


Figura 2.4.2.4 Abundancia en número por estación en la laguna de Fúquene.

En la laguna de Cucunubá la situación totalmente diferente. La dominancia está representada por la carpa común junto con su variedad *especularis* (46%) y el cangrejo (46%). La poca representatividad del capitán de la sabana (4.2%) es similar a la encontrada en la laguna de Fúquene, pero en Cucunubá es evidente el poco aporte de la guapucha lo cual se convierte en un hecho significativo y el incremento evidente del cangrejo de río comparado a la laguna de Fúquene. Aun cuando la diferencia de intensidad de muestreos impide hacer comparaciones más precisas, es necesario evaluar las condiciones de Cucunubá para obtener explicaciones más concretas sobre la diferencia en la estructura de la comunidad de peces (Figura 2.4.2.5).

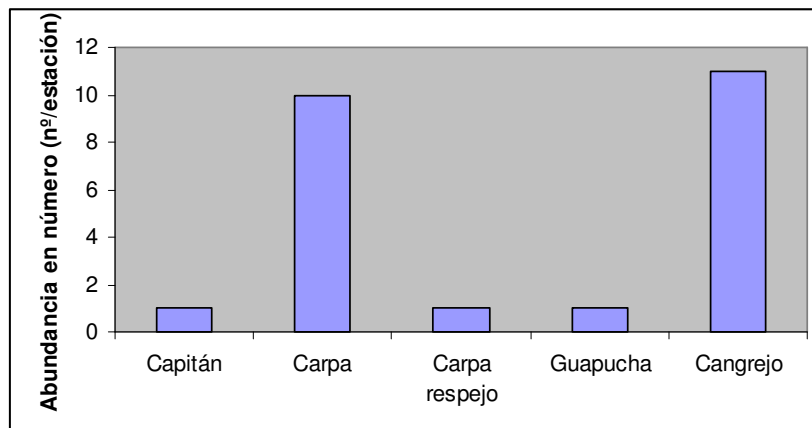


Figura 2.4.2.5 Abundancia en número por estación en laguna de Cucunubá.

Las estaciones que presentaron la mayor biomasa relativa están asociadas a la presencia de vegetación acuática mientras que la menor abundancia se presentó en la estación de aguas abiertas. Se muestra la importancia de los

hábitats de vegetación acuática probablemente que son refugios o sustrato para la alimentación (Figura 2.4.2.6 8).

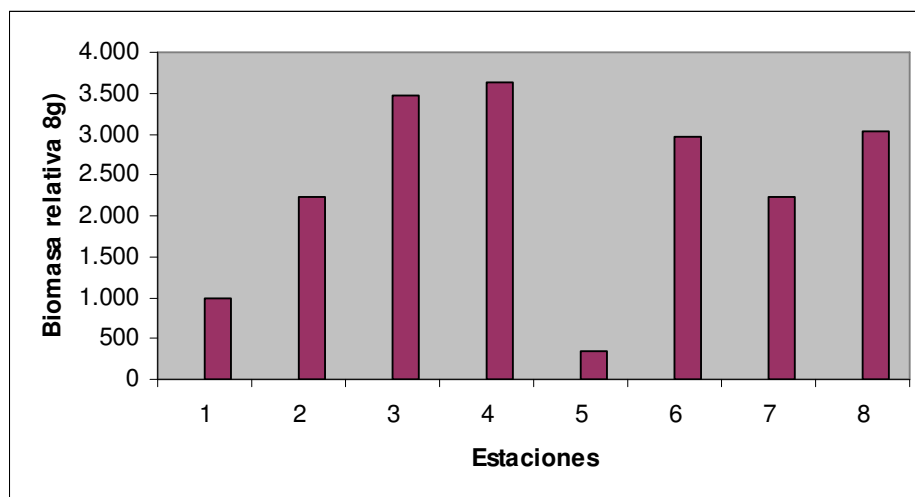


Figura 2.4.2.6 Biomasa relativa (g) por estaciones en la laguna de Fúquene.

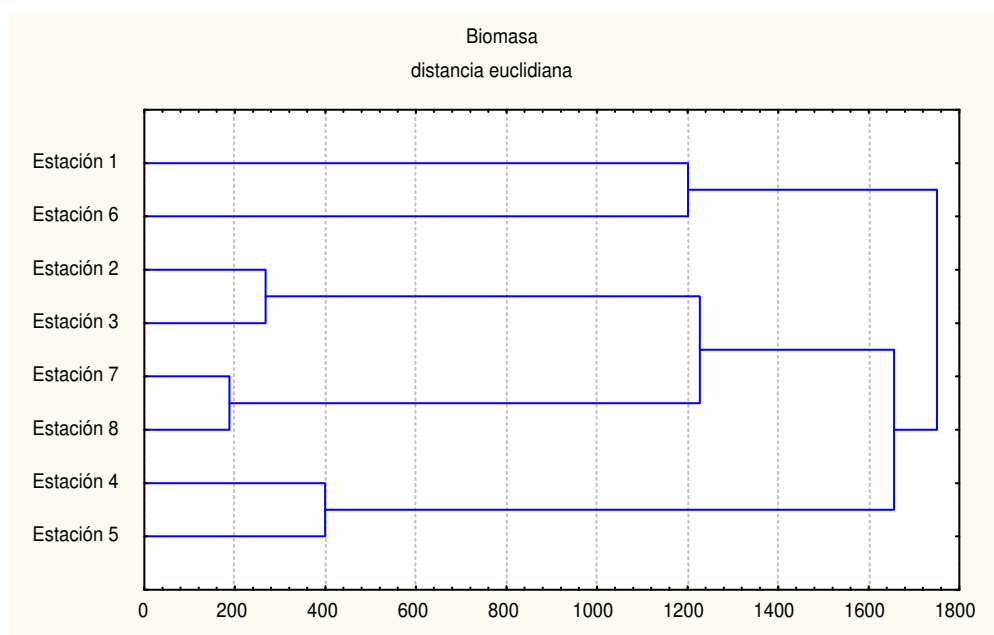


Fig. 2.4.2.7 Análisis de agrupamiento para la biomasa por estaciones.

Las estaciones con mayor biomasa fueron las asociadas con las desembocaduras de las quebradas (Q. Villeta y Q. Monroy, No^o 4 y 5) que presentaron la mayor diversidad de vegetación acuática. El análisis de agrupamiento mostró un grupo claramente conformado por las estaciones

cerca de las bocas de las quebradas, otros por la zona litoral general (2 y 3, 7 y 8) y un grupo que correspondió a las menores biomazas en aguas abiertas (6) y la boca del río Suárez (1) caracterizadas por baja vegetación acuática. Fig. 2.4.2.7.

Las especies endémicas muestran un patrón de mayor abundancia relacionado con las zonas asociadas al litoral con quebradas. El Capitán es más abundante en los hábitats de mayor diversidad de vegetación acuática, mientras que la Guapucha presentó su mayor abundancia en la isla flotante de buchón con fondos de elodea, lo cual es significativo, dado que se asocia con especies emergentes y flotantes introducidas. El Cangrejo presenta dos índices de abundancia diferentes, el primero asociado a la zona litoral de quebradas (estación 3,4) y el segundo a la zona litoral con buchón.

Las especies introducidas muestran un patrón de distribución de su abundancia diferente al que presentan las especies endémicas. La carpa está homogéneamente distribuida aumentando en la zona de influencia del río Ubaté con aguas más turbias. El Goldfish está asociado al junco ya sea con fondo de elodea o con vegetación nativa siempre en zona litoral. La tilapia, en cambio, fue más abundante en las islas flotantes de buchón con fondo de elodea (Fig. 2.4.2.8).

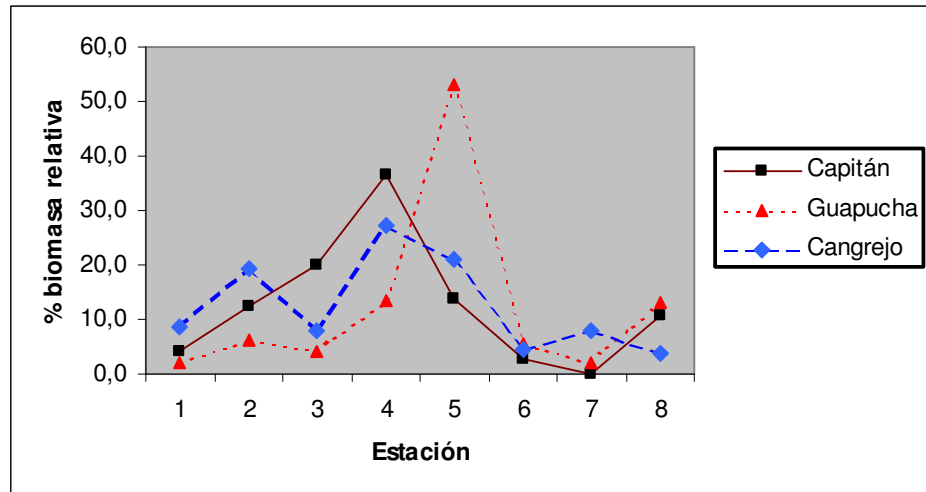


Fig. 2.4.2.8 Abundancia relativa especies endémicas por estación en la laguna de Fúquene

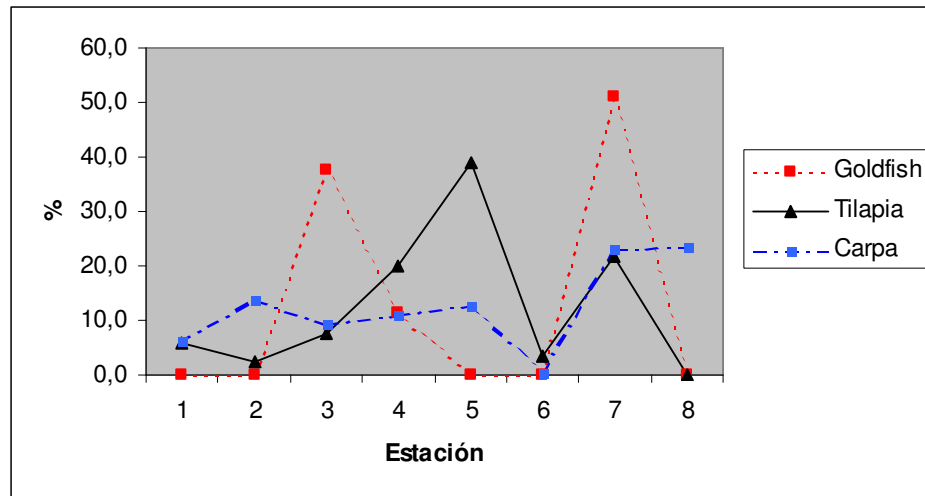


Fig. 2.4.2.9 Abundancia relativa de especies introducidas por estación en la laguna de Fúquene

2.4.3 Estructura por tamaños

El Capitán posee una estructura en tamaños bimodal correspondiendo a dos grupos claros de edad, los juveniles con moda de 13 cm y los adultos con moda a los 20 cm (Fig. 2.4.3.1). Muy pocos ejemplares mayores a 24 cm fueron encontrados, coincidiendo con la estructura presentada en el año 1992 (Mayorga 1992). Apparently los adultos sólo están bien representados por un grupo de edad lo que deja entrever que ejemplares de mayor edad (mayores a 28 cm son muy escasos).

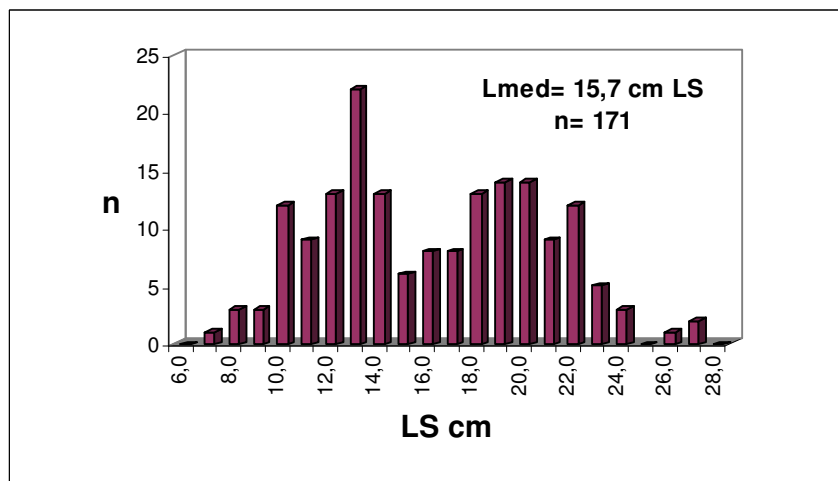


Fig. 2.4.3.1 Histograma de frecuencias del Capitán en Fúquene.

La talla media del capitán ha aumentado desde el año 1992 a la fecha (Tabla 2.4.3.1), posiblemente debido al aumento de la cobertura de malezas acuáticas lo que le ha favorecido como hábitat refugio generando un leve mejoría, sin embargo no se pueden tener conclusiones más definitivas

porque los estudios no son comparables por tener diferentes intensidades de muestreo. Sin embargo se denota su tamaño inferior a otros sistemas acuáticos como la laguna de Suesca y el embalse del Neusa, lo que indica que posiblemente existe una sobrepesca por crecimiento en la laguna de Fúquene o que la competencia por alimento con las especies introducidas está afectando en este sentido la población de capitán.

Tabla 2.4.3.1 Comparación de estructura en tamaños de las especies nativas en las lagunas de Fúquene, Cucunubá con referencia a otros cuerpos de agua.

Especie	Localidad	Talla media LS cm	ds	n	talla mínima (cm)	talla máxima (cm)	Talla Madurez	Fuente
Cangrejo	Fúquene	4,1	0,5	133	2,8	5,5		este estudio
Cangrejo	Varias	3,9	0,9	86	2,6	6,1		Campos (1994)
Cangrejo	Neusa				2,2	6,8		Ortiz et al (1981)
Cangrejo	Cucunubá	3,8	0,5	11	3	4,5		este estudio
Capitán	Fúquene	15,7	4,5	171	8	27	17	este estudio
Capitán	Fúquene	11-13			9.1	21	14	Beltrán y Mayorga 1992
Capitán	Fúquene	13		644	9	26,8	13-17	Mayorga (1992)
Capitán	Neusa	24-30			10	36	13-17	Beltrán y Mayorga 1992
Capitán	Suesca	32		52	26	38		Piedrahita y Ruiz (1994)
Capitán	Tota						17-20,5	Amaya (1977)
Capitán	Río Bogotá						14	Cala (1985)
Guapucha	Sabana Bogotá	7,18			0,8	9,2	3,7	Forero y Garzón (1974)
Guapucha	Fúquene	3,6	0,7	1234	2,1	6,8	3,5	este estudio

La Guapucha no muestra una diferencia con la estructura en tamaños en otros sistemas hace cerca 30 años (Fig. 2.4.3.2, Tabla 2.4.3.1). Su estado parece ser saludable con tamaños medios en la población con 3,6 cm LS aun cuando se denota que solamente existe un grupo de edad, lo cual requiere de ser confirmado con estudios de crecimiento.

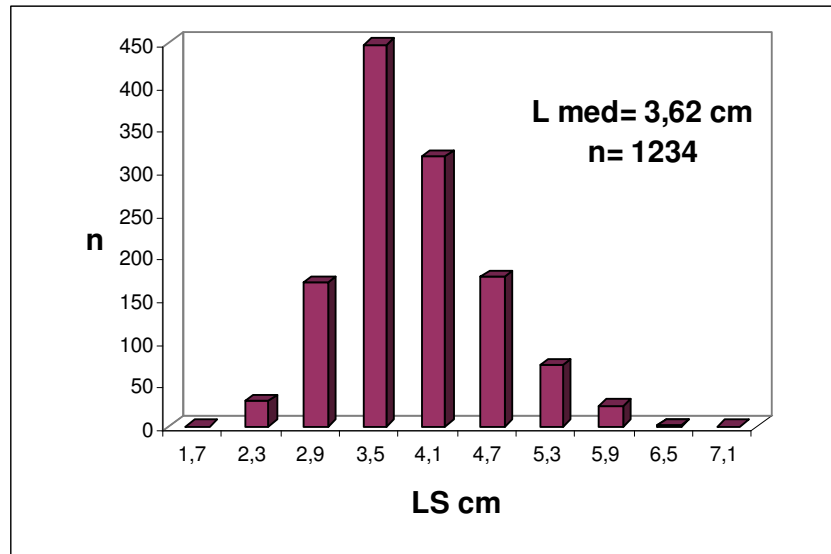


Fig. 2.4.3.2 Histograma de frecuencias del Guapucha en Fúquene.

El Cangrejo muestra tamaños (ancho de caparazón) muy similares a los determinados para el embalse del Neusa hace cerca de 20 años (Fig. 2.4.3.3, Tabla 2.4.3.1). Su estado posiblemente es saludable.

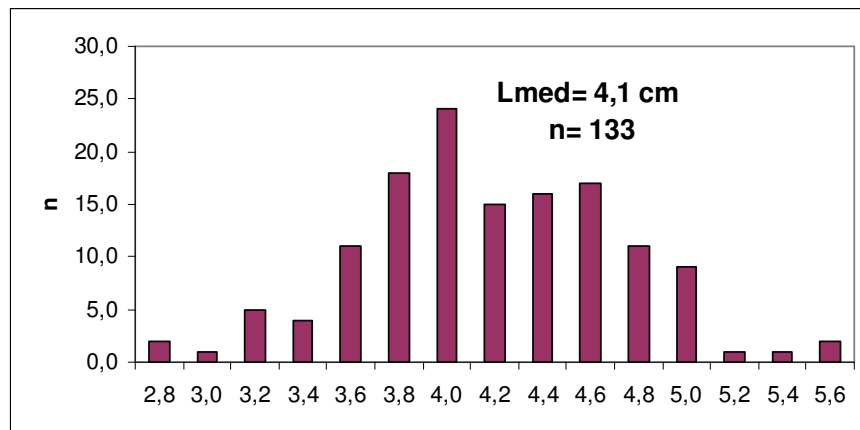


Fig. 2.4.3.3 Histograma de frecuencias del Cangrejo (ancho de caparazón) en Fúquene.

2.4.4 Algunos aspectos ecológicos.

Las especies endémicas poseen preferencias alimenticias muy bien diferenciadas. Mientras que el capitán prefiere anélidos, insectos y moluscos, la Guapucha es filtradora con espectro oportunista hacia moluscos, insectos y algas coincidiendo con los trabajos de Forero y Garzón (1974) para la Sabana de Bogotá y Pantoja Agreda et al. (2003) para la laguna de la Cocha. El cangrejo es esencialmente carnívoro sin embargo se ha registrado ocasionalmente que utiliza también la vegetación acuática (Ortiz et al. 1981) (Tabla 2.4.4.1).

Tabla 2.4.4.1 Preferencias alimenticias de las especies Capitán Guapucha y Cangrejo en la Laguna de Fúquene

No	Capitán de la sabana	No	Guapucha	No	Cangrejo
1	Anélidos	1	Fitoplancton	1	Moluscos
2	Algas	2	Zooplancton	2	Restos tejido animal
3	Larvas insectos	3	Crustáceos	3	Algas
4	Gasterópodos	4	Insectos		
5	Insectos	5	Larvas insectos		
6	Detritos	6	Moluscos		
7	Macroalgas	7	Nematodos		
8	Moluscos	8	Macroalgas		
9	Crustáceos	9	Partes insectos		
*	Lodo				

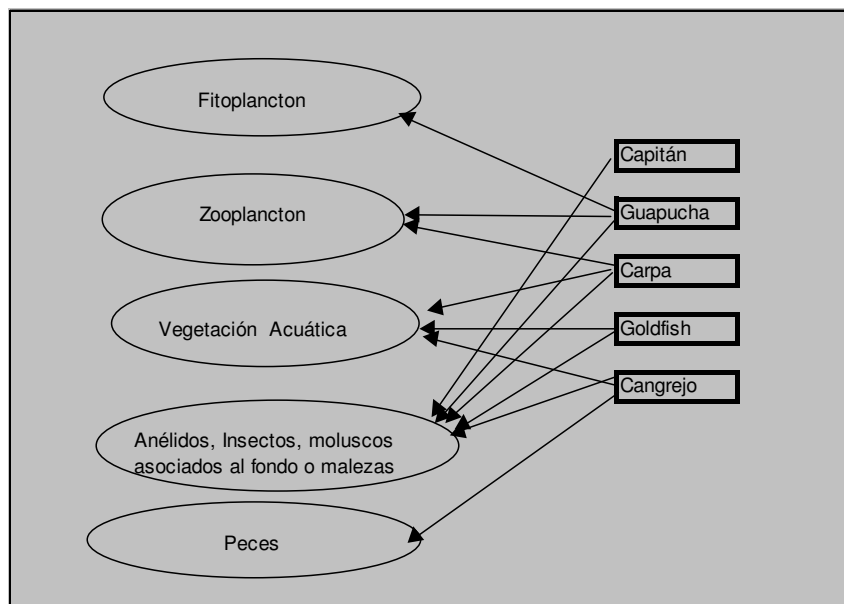


Figura 2.4.4.1 Especies y preferencias alimenticias en

la Laguna de Fúquene

Considerando que el Goldfish se alimenta en sus estadios juveniles de vegetación acuática y cuando adultos de materia orgánica y anélidos (Piedrahita y Ruiz 1994), que la Carpa juvenil se alimenta de fitoplancton y zooplancton y cuando alcanzan los 10 cm de longitud se orientan hacia una dieta bentónica de anélidos, insectos y moluscos (INPA 1998), se concluye que con la competencia entre las especies introducidas con las especies nativas (Figura 2.3.4.1) el capitán es la especie más impactada por poseer un estrecho espectro alimenticio, y que si consideramos que la fauna bentónica está ausente por baja calidad de agua (JICA 2000), solamente esta especie tiene acceso a la vegetación acuática.

La pérdida de biodiversidad por introducción de las especies Carpa y Goldfish es manifiesta en el capitán. La estructura en tamaños ha mostrado la escasez de ejemplares grandes o de mayo edad, lo cual puede ser ocasionado por la sobrepesca o por limitaciones en la oferta alimenticia. La biomasa del capitán que era la más abundante previa la introducción de las especies exóticas, se ha ubicado en un nivel secundario en la laguna. Es necesario evaluar estas hipótesis para poder establecer medidas claras de manejo y conservación.

Se destaca también que la vegetación acuática posee marcada importancia para la comunidad de peces. Además de ofrecer sustrato para una importante fuente alimenticia para el capitán y el cangrejo, ofrece también áreas de desove y lugares de ovoposición para la Guapucha. Otros beneficios de la vegetación acuática según Petr (200) son los de ser refugio para el zooplancton, contribuir a la purificación de agua al generar oxígeno y convertir el amonio tóxico en nitratos y coadyuvar en el reciclaje de nutrientes, proporcionar una interfase aire-agua para muchos invertebrados y ofrecer sustrato para ellos, además de proporcionar también sustrato y hábitats discretos para peces, y afectar los patrones de flujo o circulación del agua.

La calidad de agua está siendo afectada por la vegetación acuática especialmente por alterar el régimen de circulación del agua y disminuir la capacidad fotosintética del fitoplancton, disminuyéndose el oxígeno. Sin embargo dos especies nativas están adaptadas a bajos niveles de oxígeno, el capitán es respirador aéreo facultativo ya que utiliza al estómago como órgano para el intercambio de gases (Cala 1986) y el Cangrejo puede utilizar una modificación de la cámara branquial para almacenar agua pudiendo habitar temporalmente en ambientes anóxicos o terrestres. Es por ello que las mortalidades de peces se observan especialmente en Goldfish y Tilapia que no soportan continuados bajos niveles de oxígeno.

2.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los niveles de abundancia (biomasa) del recurso hidrobiológico en las lagunas de Fúquene y Cucunubá están dominados por las especies introducidas o exóticas. El capitán, la guapucha y el cangrejo han sido desplazados por la carpa y más recientemente por la introducción del Goldfish. Las tramas tróficas y las relaciones ecológicas de abundancia, densidad y competencia han sido alteradas y sus consecuencias deben ser valoradas para formular estrategias de ordenación.

La pérdida de biodiversidad es marcada para el capitán de la sabana. La estructura de su población no muestra la presencia de individuos de mayor edad o tamaño como se registran en otros cuerpos de agua del altiplano Cundiboyacense, lo cual puede ser debido a una sobrepesca por crecimiento o a la competencia por alimento que presenta con las especies introducidas. La Guapucha y el Cangrejo mostraron en cambio, indicadores de estado aparentemente saludables al ser comparada la estructura en tamaños de sus poblaciones con la de otros sistemas acuáticos.

Todas las especies de peces y crustáceos están asociadas con la vegetación acuática presente en la laguna. La mayor biomasa del capitán está asociada a las zonas con mayor diversidad de vegetación acuática, nativa o introducida, emergente, flotante y sumergida. La guapucha en cambio prefiere las zonas de vegetación flotante con fondo de elodea posiblemente por que está última constituye refugios de zooplancton. El cangrejo se asocia siempre a zonas litorales, tanto rocosas como con vegetación asociada al junco.

Los hábitats de vegetación acuática son los más importantes para la productividad de las especies endémicas. La ampliación de la cobertura vegetal ha compensado en parte el efecto de la introducción de las especies exóticas al incrementar los substratos de alimentación, y también ha contribuido a modificar la calidad de agua de las lagunas, con especial evidencia en Fúquene. El manejo que se dé a la vegetación acuática en las lagunas tendrá repercusión en las poblaciones de peces.

Este documento es solamente un primer aporte muy preliminar para la evaluación del estado de las poblaciones de peces y crustáceo en las lagunas de Fúquene y Cucunubá. Es recomendable intensificar la investigación para valorar detalladamente la abundancia total de las poblaciones, determinar las principales características de su dinámica poblacional (crecimiento, mortalidad, reclutamiento) y su biología general, en especial la reproductiva y su distribución y dinámica dentro de las lagunas.

2.6 BIBLIOGRAFÍA.

- AMAYA, CH. R. 1975. Contribución al estudio biológico del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 en el lago de Tota. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 110 p.
- BORISOW, G.C. 1998. Aislamiento e identificación de bacterias presentes en lesiones externas e internas en el Capitán de la sabana. Tesis. Facultad de ciencias. Universidad Javeriana, Bogotá.
- BAYÓN, F. 1864. Pescado chimbe o capitán. La Caridad, Lecturas del Hogar, 1 (5):72-73. Octubre 21.
- BELTRÁN, S. y G. MAYORGA. 1992. Estado actual de las poblaciones de *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805) Pisces:Trichomycteridae en algunos cuerpos de agua del altiplano Cundiboyacense. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-34. Bogotá.
- CALA, P. 1985. Cambios histomorfológicos en el pez Capitán *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Trichomycteridae Siluriformes) durante el ciclo reproductivo anual en el del río Bogotá, Colombia. Caldasia XIV (68-70): 659-677p.
- CALA, P. 1985. Aerial respiration in the catfish *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Trichomycteridae Siluriformes) in the río Bogotá Basin. The Fisheries Society of the British Islands, 3012-306 p.
- CALA, P. y G. SARMIENTO. 1982. Cambios histomorfológicos en el pez Capitán *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces : Trichomycteridae) durante el ciclo reproductivo anual de la laguna de Muña, Sistema Río Bogotá, Colombia. Acta Biológica Colombiana 1 (1): 9-30.
- CALA, P. et al. 1990. Air breathing behaviour of the colombian catfish *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces : Trichomycteridae). Exp. Biol. (48): 357-360.
- CAMPOS, M.R. 1994. Diversidad en Colombia de los cangrejos del género *Neostrangeria*. Rev. Cpol. Acad. Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Colección Jorge Alvarez Lleras N°5, 143p.
- CHIRIVÍ Y LEON. 1982. Descripción de una nueva especie de troglobia del género *Trichomycterus* (Osteichthyes, Siluriformes, Trichomycteridae) de la cordillera Oriental de Colombia. Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá, 170 p.
- DAHL, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá, 391p.

DEL CASTILLO, B. y B. GARZÓN. 1985. Observaciones sobre la biología del capitán *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805) en condiciones de laboratorio. . Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 281 p.

INPA.1998. Carpa. INPA, Oficina Cauca, Popayán 19p.

JICA. 2000. Informe Final Proyecto Laguna de Fúquene. Informe Ejecutivo. Bogotá, 28 p.

LARA, C., DEL CASTILLO, B. y B. GARZÓN. 1985. Cultivo experimental del capitán de la sabana *E. mutisii*. INDERENA-1ª Parte. COLCIENCIAS, Bogotá, 175 P.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. 2002. Política nacional Para Humedales Interiores de Colombia., Estrategias para su conservación y uso sostenible. Bogotá, 67p.

MOJICA, I., ET AL. (ED). 2002. Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Instituto Ciencias Naturales, Instituto Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, 288p.

MONTEJO, J.R., ROSADO R. Y J.A. GONZÁLEZ. 2002. Evaluación Del semen de capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* (pises, Trichomycteridae). Dalia (5): 41-47.

FLOREZ, A. y N. SARMIENTO. 1982. Observaciones ecológicas sobre el pez *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) en los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Acta Biológica Colombiana, Vol. 1 (5):99-115p.

FORERO, U.E. y M.R. GARZÓN. 1974. Ciclo biológico de la guapucha *Grundulus bogotensis* Humboldt 1821 (Pisces: Characidae) de la sabana de Bogotá. Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá, 98p.

GONZÁLEZ, J.A. 1992. Características cromosómicas en dos especies ícticas Guapucha *Grundulus bogotensis* y el capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* en la Sabana de Bogotá. Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá, 74p.

LANGEBAECK, C.H. 1987. Mercado, poblamiento e integración étnica entre los muiscas, S. XVI. Banco de la República, Bogotá, 168p.

LEÓN, L.D.A. 2001. Algunos aspectos biológicos de la fauna íctica del embalse de San Rafael, Municipio de la Calera, Depto. De Cundinamarca.

Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá.

LOZADA, G.M. 1997. Ecología trófica *Trichomycterus bogotense* Eigenmann (1912) en la vereda concepción Municipio de Guasca, Departamento de Cundinamarca. Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá.

MILES, C. 1971. Los peces del río Magdalena. Universidad del Tolima, Ibagué, 214p, apend.

MAYORGA, M. 1992. Biología reproductiva y alimentación de las poblaciones de capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* en la laguna de Fúquene. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 377p.

ORTIZ, C.R. y M.E. BORRERO. 1981. Contribución al conocimiento del cangrejo de la sabana *Hypolobocera* (Neostrangeria) *macropa* Milce Edward (1853), Crustacea, Bracyura, Pseudotelphusidae. . Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-01. Bogotá.

PANTOJA F Y PANTOJA C. 2003. Hábitos alimenticios de *Grundulus* sp. (Pisces Characidae) en el lago Guamuez, Nariño, Colombia. *Dalia* (6):113-115.

PETR, T. 2000. Interaction between fish and aquatic macrophytes in inland waters, a review. FAO, Fish, Tec, Pap. (396): 185 p.

PIEDRAHITA, J.C. y RUIZ, H. 1994. Estimación de algunos aspectos biológicos de la comunidad íctica de la laguna de Suesca. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 107p

PINEDA, J. 1983. Límites de tolerancia y consumo de oxígeno del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 a diferentes temperaturas de aclimatación. Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá.

PINILLA G. y VARGAS G. 1992. Aspectos poblacionales de la carpa *Cyprinus carpio* en la Laguna de Fúquene. (Departamento de Cundinamarca). *Boletín ECOTRÓPICA*, (25):29-42.

PINILLA, G., y ABRIL M. 1996. Crecimiento y desarrollo gonadal del capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805 (Pisces: Trichomycteridae) bajo diferentes densidades de siembra en pequeños lagos artificiales. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-48. Bogotá.

QUINTERO, V.J.H. 1998. Análisis histomorfológicos de ovarios de capitán de la Sabana, Laguna de Fúquene. Tesis. Facultad De Ciencias. Universidad Javeriana, Bogotá.

ROJAS, J.E. y L. JARAMILLO. 1997. Anatomía descriptiva del sistema esquelético de *Trichomycterus bogotense* (Pisces: Trichomycteridae). Tesis. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá.

ROMAN-VALENCIA, C., IANS-JOAQUIM, P. Y F.PANTOJA. Una especie nueva de *Grundulus* (Teleostei, Ostariophysi, Characidae) para Colombia y redescipción de *Grundulus bogotensis* (Humboldt y Valenciennes 1833). Mem.Fundac. La Salle Cienc.Nat. (155): 51-72

ROSADO, R. 1988. Aspectos de la Subienda del capitán de la sabana en el embalse del Neusa con datos de longitud, peso y sexo en 424 ejemplares. Informe CAR, 21p.

SALAMANCA F. y C. SPADAFLOA. 1994. Contribución al conocimiento de la ecología del capitán enano *Pygidium bogotense* Eigenmann 1918 (Pisces: Pygidiidae) en la vereda del Manzano Municipio de la Calera, Departamento de Cundinamarca. Tesis. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Departamento de Biología, Bogotá.

SARMIENTO, N.G. y J.E. FORERO. 1984. Biometría del pez "Capitán de la Sabana" *Eremophilus mutisii* Humboldt 1805. Rev. Asoc. Col. Cienc. Biol. 2(1): 45-56 p.

TORO, C. 1989. Proyecto Cultivo experimental del capitán de la sabana. Informe CAR. Bogotá, 24p

VALDERRAMA, J. Y A. MOSQUERA. 1979. Estudio de la Laguna de Fúquene. Informe CAR, Bogotá, 25 p.

VALDERRAMA, M., VALDERRAMA E. Y J. GONZÁLEZ. 2003. La pesca en la Laguna de Fúquene: una aproximación a su situación actual y sus perspectivas de manejo. Informe Técnico, Proyecto Fundación Humedales-Instituto von Humboldt, Bogotá, 15p.

VARGAS, G. y G. PINILLA. 1991. Pesca artesanal en la Laguna de Fúquene, características e importancia económica. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-30. Bogotá.

Anexo 3

LA PESCA EN LA LAGUNA DE FÚQUENE: UNA APROXIMACIÓN A SU SITUACIÓN ACTUAL Y SUS PERSPECTIVAS DE MANEJO.

Mauricio Valderrama B., Eugenio Valderrama y Julián D. González*

*Fundación Humedales, humedales@humedales.com

RESUMEN

Con el objetivo de aportar una información preliminar que permita planificar las acciones de investigación y de manejo pesquero (ordenación y desarrollo) que deben ser implementadas en la laguna de Fúquene (3000 ha) se obtuvo información durante un mes sobre captura, esfuerzo, captura por unidad de esfuerzo, información biológica y socioeconómica general en los principales puertos de desembarco, El Peñol y en Guatancuy. La captura mensual desembarcada fue de 6.4 ton, de las cuales el 73% fueron carpa *Cyprinus carpio*, 23% tilapia *Carassius auratus* y el 3% capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*. Otras especies eventualmente capturadas son la guapucha *Grundulus bogotensis* y el cangrejo *Neostrangeria macropa*. La captura por unidad de esfuerzo fue de 8.4 kg/UEP/día mostrando una disminución marcada con relación a datos históricos. El 76% de la captura se comercializa en puerto para ser vendida localmente o en algunos casos llevada hasta ciudades vecinas, generando ingresos económicos de importancia local. El 26% de la captura es utilizada para autoconsumo o subsistencia siendo fuente de seguridad alimentaria. Se estimaron entre 150-200 pescadores de los cuales 40 son permanentes, siendo los otros ocasionales dependiendo de la temporada de pesca. Una primera aproximación al valor anual de la pesca a precios de primera venta fue estimada entre \$80 y \$90 millones de pesos. La pesca tiene carácter estacional con dos épocas marcadas, el invierno y la semana santa, y los pescadores desarrollan tareas complementarias como agricultores o jornaleros. Las mallas o redes son las más utilizadas (237 m de longitud en promedio con rangos que variaron entre 30 y 500 m), aun cuando se registraron también líneas de anzuelos y el muchilo o nasa de mano. Los pescadores no cuentan con ninguna organización social. Los tamaños de las especies capturadas de carpa (talla media de captura TMC = 28.2 cm LS), capitán (TMC = 19.5 cm LS) y tilapia (TMC = 16.1 cm LS) mostraron que parte de la pesca se ejerce sobre individuos juveniles. El principal limitante para la ordenación pesquera es la falta de conocimiento continuado sobre los recursos pesqueros y la actividad extractiva. Las principales recomendaciones de ordenación deben ser establecidas dentro de enfoque ecosistémico dirigidas a proteger las especies endémicas, determinar los puntos de referencia de manejo pesquero para capitán y carpa, establecer acciones de fomento y desarrollo, ejecutar actividades orientadas a la concientización y organización de las comunidades de pescadores y finalmente, deben fortalecerse los procesos de manejo compartido y la asignación de derechos especiales de uso a las comunidades de pescadores como estrategia de ordenación pesquera regional.

3.1 INTRODUCCIÓN

La laguna de Fúquene se ubica en los andes orientales colombianos y es uno de los humedales más estratégicos en el país y el altiplano cundiboyacense por su tamaño, biodiversidad y problemática. Su cuenca (1752 km²) está conformada por el sistema integrado de los ríos Ubaté y Suárez. Posee una superficie total aproximada de 3000 ha de las cuales solamente 150 ha son consideradas con espejo lagunar libre y las restantes, son humedales asociados o con cobertura de malezas acuáticas. La laguna se localiza a 2539 m.s.n.m. contando con un volumen de 50 Mm³, una profundidad media aproximada de 2 m, una precipitación que varía dependiendo del lugar entre 712 y 1036 mm por año, temperatura ambiental 12.7 °C y del agua 17.7 °C (JICA 2000). Además posee una gran biodiversidad con 248 especies asociadas al humedal (Fundación Humedales 2002).

El recurso hidrobiológico (peces y macro crustáceos) está compuesto por cuatro especies endémicas (capitán de la sabana *Eremophilus mutisii*, guapucha *Grundulus bogotensis*, capitanejo *Trichomycterus bogotense*, cangrejo de río *Neostrangeria macropa*), y 5 especies de peces exóticas introducidas sin ninguna planificación (carpa *Cyprinus carpio* con sus tres variedades: común, roja y espejo, pez dorado, bailarina o tilapia *Carassius auratus*, trucha *Onchorynchus mykiss* y en una ocasión contuvo algunos ejemplares aislados de carpa herbívora *Ctenopharingodon idellus*).

El Capitán de la Sabana *Eremophilus mutisii* (Humboldt 1805), llamado también Capitán o Chimbe se distribuye en la Sabana de Bogotá y valles de Ubaté y Chiquinquirá. Aparentemente fue introducido en estos valles. Históricamente fue la especie más comercial en la Sabana de Bogotá. Su tamaño puede llegar hasta 50 cm de longitud (Dahl 1971) y su hábitat es de aguas frías (6 – 18 °C)

La Carpa *Cyprinus carpio* (Linnaeus 1758) es una especie introducida en la laguna de Fúquene en la década de los años 70's, siendo originaria de Asia. Se distribuye en todo el país en los pisos térmicos fríos y templados. Tiene importancia comercial aunque culturalmente no es muy aceptada en algunas localidades. Puede alcanzar tamaños de hasta 80 cm de longitud. Su coloración es plateada, parda y algunas variedades son rojas como la carpa coy, variedad llevada a la laguna por la Gobernación de Cundinamarca en el año 1999, o poseen un característico patrón irregular en sus escamas y es llamada carpa espejo.

El Pez Dorado *Carassius auratus*, es conocido también como Tilapia. Esta especie fue introducida en la laguna en la década de los 80's. Es originaria de Asia y es utilizada como pez ornamental, pero en Fúquene se ha establecido completamente existiendo una población asilvestrada en ambientes naturales. Alcanza tamaños de hasta 24 cm por lo cual es

utilizada como especie para el consumo. Posee una gran variedad de colores, primando el rojo y el dorado.

Las otras especies introducidas son la trucha en los años 70's y la carpa herbívora triploide en el año 1999 por la CAR dentro del estudio de control de malezas acuáticas realizado por JICA (2000).

En la laguna de Fúquene, para la principal especie nativa, el capitán de la sabana y la carpa común se han realizado estudios sobre reproducción y madurez y algunos aspectos ecológicos (Mayorga 1992, Beltrán y Mayorga 1992, Flores y Sarmiento 1982, Pinilla y Vargas 1992). Para la carpa herbívora se han realizado estudios sobre su impacto ambiental y capacidad como control de malezas acuáticas (CAR 2002) pero para otras especies como la guapucha y el pez dorado no existen estudios en la laguna. Tampoco se han establecido estrategias de ordenación para la conservación y manejo de las especies nativas y para todas las especies se desconocen índices de abundancia, tasas de mortalidad, parámetros de crecimiento, lo mismo que la determinación de su estado de explotación.

Pese a la importancia de la pesca como fuente de seguridad alimentaria y de ingresos económicos en el ámbito local, no se conoce su producción ni los beneficios sociales y económicos derivados de la misma. Solamente en el año 1991 fue realizada una evaluación preliminar de la pesca (Vargas y Pinilla 1991) mostrando ya en esa fecha que la actividad pesquera presentaba una clara problemática de disminución de la producción y esfuerzo de pesca. En la región existe una tradicional actividad pesquera, cada vez más intensa a medida que las poblaciones de peces disminuyen en producción y abundancia (Beltrán et al. 2000).

El objetivo general del presente estudio busca aportar una información preliminar que permita planificar las acciones de investigación y de manejo pesquero (ordenación y desarrollo) que deben ser implementadas en la laguna de Fúquene. Por ello se realiza una evaluación preliminar de la pesca para tener una primera aproximación de su valoración en cuanto a capturas, composición y esfuerzo pesquero, además de conocer las principales características tanto socioeconómicas de la actividad de aprovechamiento como biológicas del recurso pesquero bajo aprovechamiento.

3.2 METODOLOGÍA

Durante el mes de agosto del 2002 se realizó una campaña de evaluación general de la pesca. Se obtuvo información de dos fuentes. La primera, proveniente de entrevistas en las áreas de pesca, para lo cual la laguna fue dividida en dos estratos: Guatancuy y El Peñol, debido a que en éstas se concentra la mayoría de la actividad comercial de pesca (Figura 3.2.1). Durante un mes, para cada estrato se realizaron visitas de muestreo en las cuales se ejecutaron encuestas a todos los pescadores que arribaban a los puertos y que conformaban las unidades económicas de pesca UEP que en el día de muestreo salían a pescar. Se definió la UEP como aquella conformada por los pescadores, la canoa y los artes de pesca. La información obtenida fue: captura total y por especies (kg), días de pesca a la semana, arte de pesca, volumen para consumo (kg), volumen para la venta (kg) e inicio y finalización de la faena.

Esta información fue procesada y analizada siguiendo el siguiente modelo:

EP	=	esfuerzo total o número total de pescadores obtenido a través del censo (UEP)
ep	=	esfuerzo de pesca en la localidad de muestreo (UEP)
ed	=	esfuerzo de pesca activo en el día de muestreo (UEP-día)
Y	=	ed / ep Proporción entre el número de UEP activas y totales en una localidad
Ed	=	Y * Ep Número de UEP de pesca activas en un estrato dado (UEP/día)
cd	=	captura media obtenida de las encuestas a las UEP en una localidad (kg/UEP/día)
CD	=	cd * Ed Captura total diaria en un estrato dado (kg)
dp	=	días de pesca al mes (24 días)
CDM	=	captura total mensual en un estrato dado (kg)
CTM	=	Σ CDM captura total mensual en la laguna de Fúquene (kg)

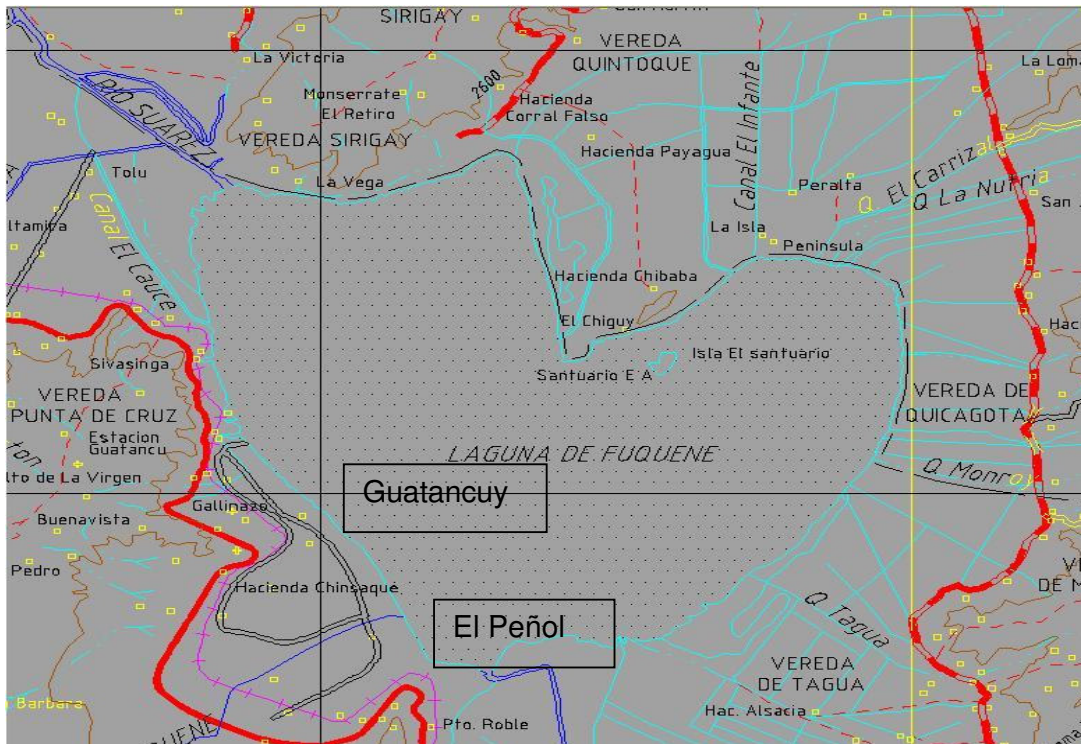


Figura 3.2.1 Laguna de Fúquene y los sectores de Guatancuy y El Peñol

Posteriormente, con los datos obtenidos en las encuestas en cuanto a porcentaje dedicado a la venta o al consumo, se obtuvo una aproximación preliminar de la producción pesquera en el mes de muestreo.

La segunda fuente de información fue aquella colectada a través de entrevistas directas a los pescadores, se obtuvo información sobre: artes de pesca, número de pescadores en la laguna, otras actividades económicas, pertenencia a asociaciones de pescadores, personas dependientes, lugar de venta del pescado, destino del producto, precio de primera y segunda venta, forma de transporte y problemática de la pesca.

A cada especie en la captura fue tomada su longitud total y estándar (LT, LS, cm) con una cinta métrica. Su peso (g) fue obtenido con una balanza gramera de precisión (0.1 g) y el sexo fue establecido teniendo en cuenta la presencia de testículos o sacos ováricos y su estado de madurez por medio de la evaluación d estado de las masas ovígeras y/o fluido de esperma.

Las tallas medias de los individuos maduros se obtuvieron de los individuos sexados como adultos, obteniéndose el promedio y su desviación estándar. Los histogramas de frecuencia fueron construidos para determinar modas y la estructura de las poblaciones con referencia a tallas.

3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1 Especies y producción pesquera

Las especies capturadas en la Laguna de Fúquene fueron el capitán de la sabana, la carpa y la tilapia. Ocasionalmente se ejerce faenas de pesca para la captura de guapucha, pero en el muestreo no fue registrada esta especie. Lo mismo acontece con el cangrejo de agua dulce.

La principal especie en la captura es la carpa común que representó el 74% de las capturas incluyendo su variedad carpa coy, seguida de la tilapia con el 23%, y el capitán 3.0% (Tabla 3.3.1.1). La captura total durante el mes de muestreo fue estimada en 6.4 ton (Tabla 3.3.1.2).

Estrato	carpa kg/mes/	carpa coy kg/mes/	capitán kg/mes/	tilapia kg/mes/
EL PEÑON	4089.0	0.0	0.0	1043.3
%	79.7	0.0	0.0	20.3
GUATANCUY	636.0	67.6	191.2	408.0
%	48.8	5.2	14.7	31.3
LAGUNA	4725.01	67.60	191.17	1451.28
%	73.4	1.1	3.0	22.6

Tabla 3.3.1.1 Composición de la captura mensual durante el mes de Agosto en la Laguna de Fúquene

Es clara la poca representatividad del Capitán de la Sabana en las capturas pesqueras. Se destaca la Tilapia que no se había reportado anteriormente y la cual es importante por ser la segunda especie más capturada después de la carpa. Igualmente no se reportó la trucha. A nivel de zona de pesca se observan diferencias en la composición. En el Peñol no se capturó capitán, mientras que en Guatancuy sí fue registrada esta especie en las capturas, llegando a representar el 15%.

Se detectó que los rendimientos de la pesca han disminuido en los últimos 10 años, pasando de 12,7 kg/día (Vargas y Pinilla 1991) a 8,4 kg/día actualmente (Tabla 3.3.1.2).

Tabla 3.3.1.2 Captura total y esfuerzo de pesca en la Laguna de Fúquene en el mes de Agosto.

Estrato	EP	ep	ed	y	Ed	cd	CD	CM	CM	CM
	UEP	UEP	UEP día		UEP/día	kg/día	kg/día/	kg/mes/	kg/mes/	kg/mes/
EL PEÑÓN	135	50	7	0.1	18.9	11.3	213.8	5132.3	3987.3	1145.0
%									77.7	22.3
GUATANCUY	15	6	4	0.7	10.0	5.4	54.3	1302.8	901.1	401.6
%									69.2	30.8
LAGUNA	150	56	11	0.40	28.9	8.37	268.1	6435.1	4888.42	1546.64
%									76.0	24.0

La mayoría de la captura es comercializada (el 76%), siendo vendida a intermediarios que la venden en la carretera mediante oferta directa a los clientes (Tabla2). Sin embargo el 24% es para autoconsumo y se convierte en una importante fuente de proteína animal para las familias de los pescadores.

La zona de El Peñol es la de mayor importancia para la pesca, el 80 % de la captura fue acopiada allí, y el restante 20% en la zona de Guatancuy. De la misma manera la mayoría del esfuerzo pesquero se concentra en el Peñol (90 %).

3.3.2 Caracterización socioeconómica.

Se estimaron 150 pescadores en la Laguna. En algunos casos se mencionaron desde 40 pescadores profesionales hasta 200 muchos de ellos ocasionales en las épocas de mejor producción. Vargas y Pinilla (1991) hace cerca de 10 años indicaron que los pescadores profesionales habían disminuido de 150 a 30. La intensidad de pesca es alta (6 días a la semana) y la mayoría son pescadores de tiempo completo (88%). Se pesca a lo largo de todo el año, destacándose durante el invierno y la semana santa.

Los pescadores realizan otras actividades complementarias. Estas son la agricultura y el jornaleo en iguales proporciones (50%). Ningún pescador está agremiado. Los artes utilizados fueron las mallas con una longitud media de 237 m, una altura de 1.2 m y un ojo de malla medio de 8 cm. Son utilizadas para carpa principalmente. Las mallas para la pesca de capitán son más pequeñas con 30 m de longitud, 1,5 m de altura y de 1 cm de ojo de malla. Aunque existen otros artes de pesca, como el muchilo (red o nasa de mano circular), líneas de mano y de anzuelos, éstos no fueron reportados durante el mes de muestreo (Tabla 3.3.2.1).

El 66% del producto es vendido en el puerto, y el restante 24% es vendido en el área de pesca o llevado a ciudades vecinas (Simijaca, San Miguel de Sema o Chiquinquirá). Una muy preliminar aproximación al valor de la captura mensual es de \$7'022.400 a precios de primera venta. Basado en este valor, la producción anual podría situarse entre \$80'000.000 y \$100'000.000, y a precios de comercialización esta cifra podría incrementarse hasta \$200'000.000. Sin embargo este valor requiere de su valoración precisa a lo largo de un año de estudio debido a que no se han considerado factores como la estacionalidad de la pesca y fluctuaciones intranuales de precios objeto de la demanda.

Tabla 3.3.2.1 _Caracterización de las Unidades Económicas de Pesca UEP en la Laguna de Fúquene

CONCEPTO	VALOR	OBSERVACIONES
CARACTERISTICAS GENERALES		
Número pescadores en la laguna	150	rango = 40 - 200
Días de pesca a la semana (días)	6.1	rango = 2 - 7
Dedicación a la pesca		
tiempo completo (%)	87.5	
tiempo parcial (%)	12.5	
Principal época de pesca		
a lo largo del año (%)	75	invierno: capitán, sequía: carpas
invierno (%)	12.5	capitán al inicio de lluvias
semana santa (%)	12.5	
Actividades complementarias		
agricultura (%)	50	fríjol, papa, alverja, maíz
jornaleo (%)	50	CAR, Ganadería
Pertenencia a una asociación de pescadores		
Sí (%)	0	
NO (%)	100	
ARTES DE PESCA		
Malla		
longitud (m)	236.7	
altura (m)	1.2	
ojo de malla (cm)	8.1	
COMERCIALIZACIÓN		
Lugar venta del pescado		
puerto(%)	66	
Area de pesca (%)	17	
vereda (%)	17	
Precio primera venta (\$/docena)	7500	rango = 6000 - 9000
Precio segunda venta (\$/docena)	\$ 13167	rango = 11000 -15000
Destino del producto		
carretera (%)	66	
vereda (%)	17	
Simijaca-San Miguel (%)	17	
Forma de transporte		
moto (%)	40	
bicicleta (%)	60	
ORDENACION DE LA PESCA		
Problemática de la pesca		Seguridad malezas acuáticas

Soluciones		acceso limitado a los puertos contaminación de las aguas
	Remoción malezas acuáticas aumento seguridad	Intervención de la CAR ayuda comunal

En cuanto al análisis de los datos de orden socioeconómico, se puede destacar que la mayoría de los pescadores que trabajan en la laguna, lo hacen de tiempo completo, 6 días a la semana en promedio. Los pescadores de la laguna no están incluidos en ninguna organización lo que impide el desarrollo y el apoyo comunitario para la superación de problemas como la inseguridad de la laguna (robo de aparejos de pesca) o participación en procesos de ordenación. El otro problema que los pescadores manifiestan es la proliferación de malezas acuáticas que impiden la navegación o el fácil acceso a los puertos y también afecta las faenas en lo que tiene que ver con la fijación y la recolección de las redes. La solución planteada por los pescadores es una intervención de la CAR (Corporación Autónoma Regional), como la remoción directa de las malezas acuáticas.

Como último aspecto relevante, encontramos que la pesca se está realizando preferencialmente por medio de redes o mallas con medidas promedio de 237 m de largo. La pesca con artes tradicionales como el muchilo y los anzuelos son aparentemente infrecuentes en la laguna durante el mes de evaluación.

3.3.3 Información biológica: tallas y madurez.

Las tallas medias de captura del capitán determinadas fueron de 19.5 cm LS +/- 2.03, la de carpa fue 28.2 cm LS +/- 3.1, la de Tilapia 16.1 cm LS +/- 1.8. (Tabla 3.3.3.1).

Tabla 3.3.3.1 Tallas medias de captura (cm LS) de las principales especies en la captura en la Laguna de Fúquene.

ESPECIE	1979*			1982**			2002		
	N	LS	DS	n	LS	DS	n	LS	DS
CARPA	153	14.6	1.5	75	18.3	2.4	43	28.2	3.1
CAPITAN							24	19.5	2.03
TILAPIA							5	16.1	1.8
TRUCHA	3	22.4	0.92	6	23.3	4.1			

*Valderrama y Mosquera (1979)

** Datos de la CAR, no publicados (1982)

Aunque la moda en el capitán está en 18.5 cm LS, el rango de captura fluctúa entre 15.5 y 23.5 cm LS. (Figura 3.3.3.1). El capitán parece haber disminuido su tamaño en las tallas medias de captura a 19cm de acuerdo a informaciones de los pescadores.

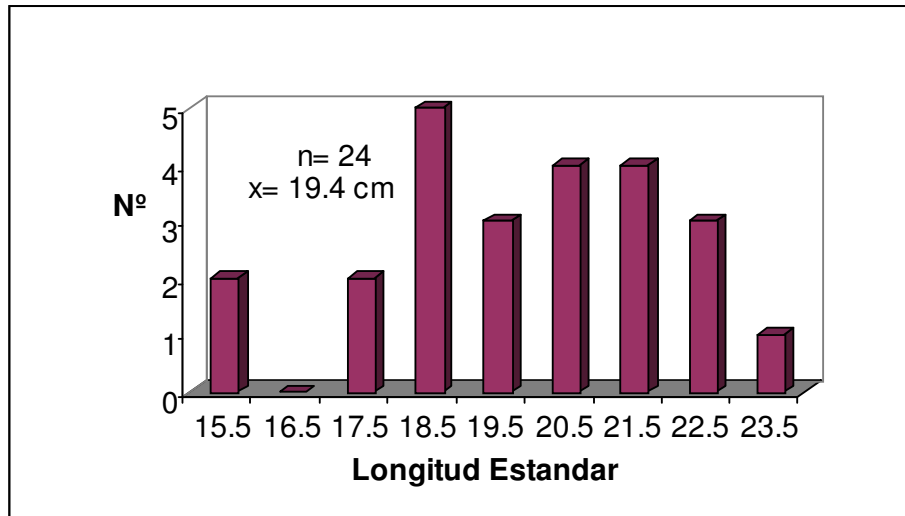


Figura 3.3.3.1 Histogramas de frecuencia del capitán de la sabana en la laguna de Fúquene (2003)

El tamaño de la carpa se ha incrementado en los últimos 20 años, posiblemente porque se está utilizando un ojo de malla mayor y porque la pesca ya se ha orientado a esta especie. Vargas y Pinilla (1991) indicaban tamaños de carpa que fluctuaron entre 15 y 45 cm, con modas en los 21 cm y 33 cm. La carpa presentó dos modas, a los 27.5 cm LS y a los 34.5 cm LS (Figura 3.3.3.2). Para la Carpa se observó que las tallas medias de captura han ido aumentando considerablemente entre los años 1979 y 2002, pues en el año de 1979 la talla media de la carpa era de 14,6 cm y en año presente es ya de 28,2 cm. Esto se debe seguramente al arte empleado por los pescadores que amplían su ojo de malla.

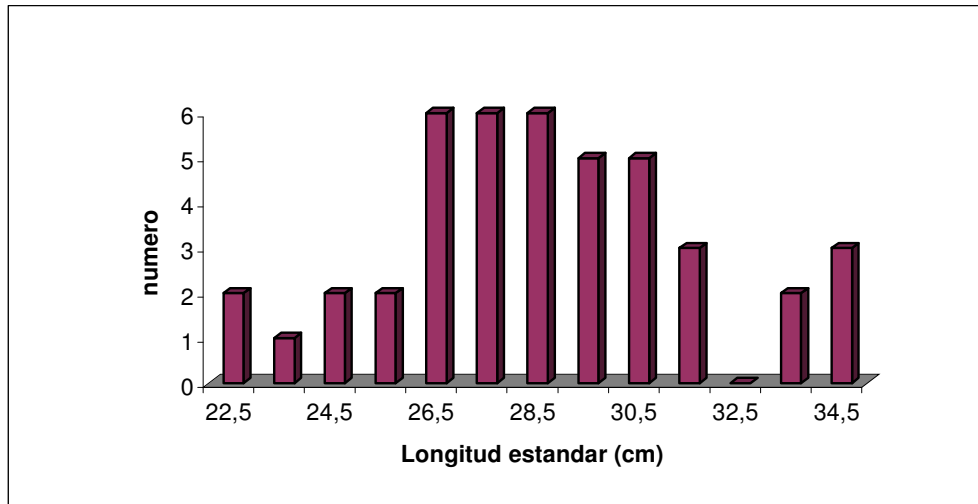


Figura 3.3.3.2 Histogramas de frecuencia de carpa en la laguna Fúquene.

La talla media de individuos maduros fue determinada para el capitán en 17 cm LS para machos, 19.3 cm LS para hembras, y 18.8 cm LS para sexos combinados. Esto estaría indicando que el capitán es capturado (TMC= 18.5 cm) en promedio cuando alcanzan su madurez. (Figura 3.3.3.3).

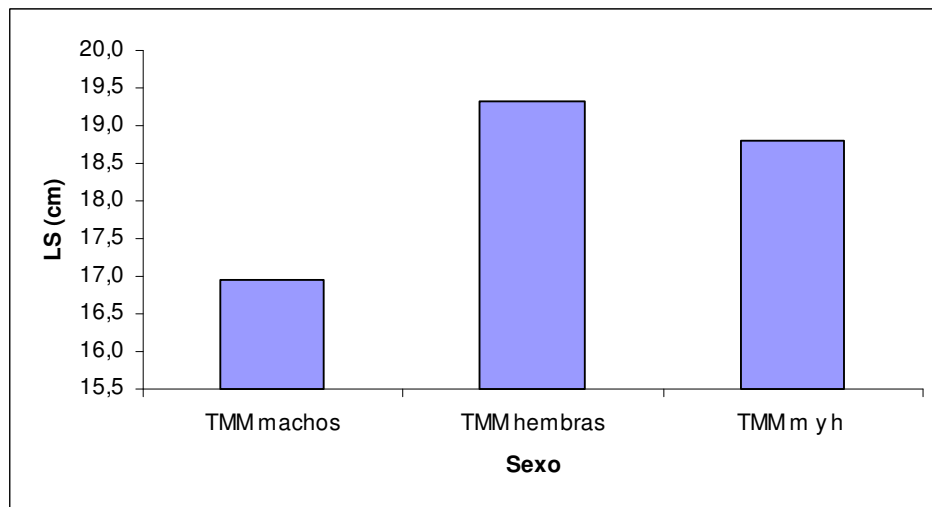


Figura 3.3.3.3 Tallas medias de los individuos maduros de Capitán muestreados en la laguna de Fúquene

La carpa presentó las tallas medias de individuos maduros para machos en 17 cm LS, para hembras 19.3 cm LS y 18.8 cm LS para ambos sexos. Al comparar con la talla media de captura de TMC = 18.5 cm LS, podemos deducir que la carpa es capturada cuando tiene un tamaño ligeramente inferior a la talla media de individuos adultos, lo cual indica que el recurso está empezando a ser sobrexplotado Figura 3.3.3.4

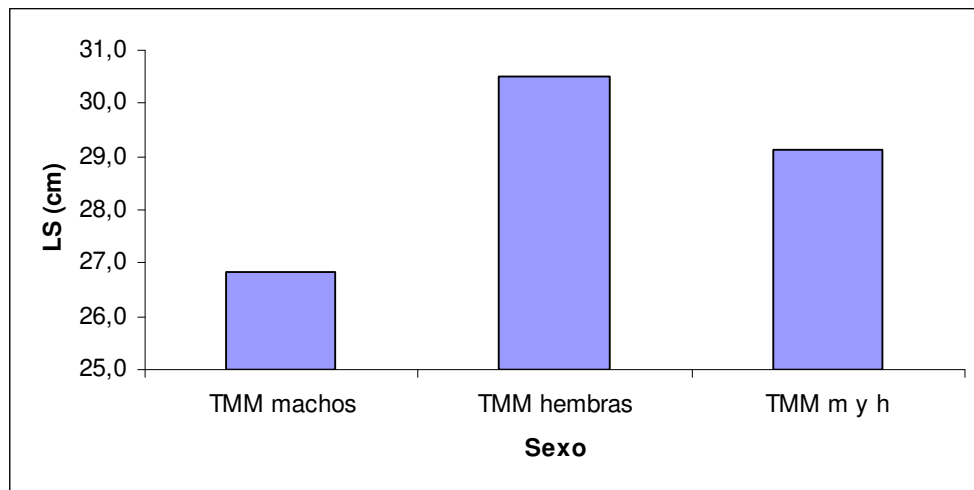


Figura 3.3.3.4 Tallas medias de los individuos maduros de Carpa muestreados en la laguna de Fúquene

3.3.4 Ordenación

Las pesquerías son consideradas como productos dentro de los criterios de valoración de los humedales colombianos (Ministerio de Medio Ambiente 2000) y la laguna de Fúquene ha sido identificada como un ecosistema estratégico de la región Andina Oriental (Naranjo et al.1999). Sin embargo es necesario tener en consideración que la ordenación pesquera en ambientes continentales es una tarea compleja debido a la presión que se ejerce sobre el agua y sus usos. La pesca es considerada como un uso no consuntivo de agua y la ordenación de los recursos pesqueros involucra conceptos de diversa índole, tanto biológicos y ambientales, como tecnológicos, sociales, económicos y de función institucional como de enfoque precautorio (FAO 1999).

El principal instrumento ordenación con que cuentan los países es el Código de Conducta de la Pesca Responsable (FAO 1995) y Colombia ha firmado la Declaración de Roma sobre la Aplicación del Código (FAO 1999). No obstante lo anterior, para la laguna de Fúquene no existe ninguna medida específica de ordenación, lo que ha conducido a que el aprovechamiento de los recursos pesqueros se ejerce de forma espontánea, sin ninguna medida de manejo y no se han aplicado estrategias de conservación y desarrollo.

La actividad de uso y aprovechamiento de los recursos junco y peces se enmarca dentro de la “tragedia de los comunes” y los principios de manejo sostenible deben reflejar situaciones cada vez más complejas (Ludwing et al. 1993) Finalmente, la carencia de un plan de ordenación de la pesca para la laguna ha sido una limitante para garantizar la conservación y el uso sostenible de los recursos de la misma. Una síntesis breve de la problemática de los recursos pesqueros en la laguna de Fúquene está

referida a los efectos ocasionados por la alteración de hábitat, la degradación de la calidad de los ambientes acuáticos, el estado de las poblaciones de peces endémicos, la introducción de especies invasoras, a factores aparentes de sobrepesca, a la carencia de un tejido social organizado para la producción y su participación en la ordenación, a la desdibujada acción institucional encargada del manejo de la laguna en materia de pesca y, en especial, a la evidente ausencia de conocimiento sobre el estado de las poblaciones de peces y sobre la actividad extractiva que permita sustentar la adopción de medidas de ordenación.

La profusión de malezas acuáticas como la elodea *Egeria densa* y el buchón *Eichornia crassipes* que ocupaban el 64.3% del espejo lagunar en 1999 (JICA 2000) han modificado las condiciones de hábitat en el cuerpo de agua. Es necesario conocer las respuestas de la comunidad de peces a estas nuevas condiciones. Dentro del concepto de refugio (Moss et al. 1997) es factible que la elodea ha creado condiciones que han favorecido un cambio en la abundancia de algunos componentes biológicos que están siendo aprovechados por algunas especies de peces, o como con el buchón flotante, se ha creado un sustrato que está siendo aprovechado por el capitán de la sabana para alimentarse de organismos asociados a sus raíces. Desafortunadamente no se conocen esas nuevas relaciones y su efecto sobre la comunidad de peces y por ende en la pesca.

La baja calidad de agua es otro factor que afecta la comunidad de peces y por ende el recurso pesquero. La alta eutrofización y especialmente las malas condiciones de los fondos por contaminación de material orgánico, altos nutrientes, alto sulfuro de hidrógeno, y la ausencia de bentos (JICA 2000) limitan las poblaciones de capitán. Además, la carpa posiblemente está resuspendiendo nutrientes por su característico comportamiento en los sedimentos, agravando aún más la situación.

La pesca en la actualidad se ejerce preferencialmente sobre las especies invasoras carpa y la tilapia, mientras que en las especies nativas (capitán y guapucha) su presión de pesca es menor. No se conoce si este hecho obedece a preferencias comerciales o a una real disminución de la abundancia de las especies endémicas, no obstante se considera que la introducción de especies exóticas es ya un agente de pérdida de biodiversidad al alterar la estructura y funcionamiento de la comunidad y McNeely & Strahm (1996) ya mencionan que después de la pérdida de hábitat, esta es la segunda causa de pérdida directa de biodiversidad en ecosistemas acuáticos.

La introducción de la carpa y la tilapia han creado nuevas condiciones de competencia por sustrato y alimento entre ellas y el capitán de la sabana o por alimento entre la carpa y la guapucha. Las tramas tróficas y relaciones ecológicas de densidad, competencia y abundancia han sido alteradas y sus consecuencias en la sostenibilidad deben ser identificadas y analizadas si se pretende generar lineamientos de ordenación. Desgraciadamente la

mayoría de los efectos sobre las poblaciones de peces son irreversibles y en el caso de existir posibilidades de recuperación estas son generalmente muy onerosas (Lowe-McConnell 1987).

Aunque parecería que existen algunos indicadores de sobrepesca (bajas tallas de capitán, disminución de los rendimientos de captura, disminución de la captura total) no se pueden tener conclusiones asertivas. Es necesario evaluar la pesquería (captura total y estacional, composición de la captura, esfuerzo de pesca y rendimientos por unidad de esfuerzo) y establecer los parámetros que expliquen la dinámica poblacional (abundancia relativa, crecimiento, mortalidad) y el estado de explotación de las especies de peces. Esto con la finalidad de establecer los puntos de referencia de manejo para cada una de ellas. La definición de puntos de referencia de manejo está asociada a una definición clara de objetivos (Caddy & Mahon 1995) y por ello es necesario que la autoridad ambiental o la autoridad de pesca los definan en la laguna de Fúquene, teniendo en cuenta la visión ecosistémica y la compatibilización con otros usos y otras estrategias de conservación, por ejemplo, aquellas que deben contemplar las interrelaciones existentes entre la vegetación acuática, las aves y los peces lo cual, en la laguna, no se ha valorado.

Pero hay dos limitantes para la aplicación de estrategias de ordenación en la laguna de Fúquene. La una es la carencia de una institucionalidad realmente activa en materia de ordenación de recursos pesqueros y la otra la inexistencia de una base social organizada que pueda ser receptora y al mismo tiempo ejecutora de estrategias de ordenación y desarrollo pesquero dentro del marco de manejo compartido de los recursos pesqueros y la asignación de derechos especiales de uso a las comunidades de pescadores por parte de la autoridad ambiental. Es necesario a corto plazo resolver estas limitantes como forma de propender por una adecuada ordenación de los recursos pesqueros.

3.3.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque el presente estudio es aún preliminar y solamente presenta una primera aproximación de la situación actual de la pesca y los recursos pesqueros de la laguna de Fúquene, es claro que la falta de conocimiento sobre estos aspectos es el principal limitante que existe para propender por una adecuada ordenación de los recursos pesqueros. Desarrollar proyectos de investigación estratégica en materia de biología pesquera, dinámica de poblaciones, socioeconomía y de comercialización de productos pesqueros es un compromiso que debe estimularse como estrategia de política hacia las autoridades, las entidades interesadas y la población en general de la región.

La mayor importancia de las especies invasoras (carpa y tilapia) sobre las nativas endémicas (capitán y guapucha) indica un cambio en la composición de la captura pesquera en la laguna y muestran la transformación que ha ocurrido en la estructura de la comunidad. Medidas de ordenación que protejan las especies endémicas son necesarias y se deberá tener en cuenta cuando se formulen los objetivos de manejo pesquero.

Analizando algunos indicadores (capturas de individuos jóvenes, disminución de rendimientos de la pesca) se podría deducir un posible estado de sobrepesca para los recursos carpa y capitán de la sabana. Por lo tanto es perentorio dirigir esfuerzos para establecer los puntos de referencia de manejo pesquero para estas especies.

La ordenación pesquera debe considerar los otros usos existentes en la laguna e igualmente los otros recursos asociados al humedal. El marco de enfoque para ello es la visión ecosistémica como estrategia válida para el manejo integral del cuerpo de agua. Esta relación con otros usos y recursos debe evaluarse y valorarse con la finalidad de contar con una mínima base de información que sustente la adopción de las medidas de ordenación pesquera que se formulen en tal sentido.

La importancia socioeconómica que posee la pesca en el ámbito local amerita de estrategias para su desarrollo. No sólo es fuente de seguridad alimentaria sino de ingresos económicos para la población. Planificar un desarrollo armónico que aproveche los recursos pesqueros en su capacidad y sostenibilidad puede convertirse en una real estrategia de desarrollo no solo local sino regional.

La carencia de una organización social de base en las comunidades de pescadores es quizá el principal limitante que existe para propender por una apropiada ordenación pesquera. La ordenación pesquera y el concepto de manejo compartido requieren de una activa participación de los pescadores.

Por lo tanto, es necesario a corto plazo iniciar acciones orientadas a la concientización y organización de las comunidades de pescadores. Finalmente, la autoridad ambiental y la autoridad de pesca deben iniciar actividades en la laguna de Fúquene. Su presencia debe fortalecerse y su participación en los procesos de gestión y apoyo a la investigación es imprescindible. Es necesario revertir la situación actual para ir estableciendo el clima de confianza entre los diferentes actores que se requiere para iniciar procesos factibles y viables de ordenación.

3.3.6 BIBLIOGRAFÍA

BELTRÁN, I. C., ESTRADA, M., Y M. VALDERRAMA. 2000. Plan de ordenación: manejo y aprovechamiento sostenible pesquero y acuícola en la cuenca del río Grande de la Magdalena. INPA, Bogotá, 31p.

CADDY, J.F AND R. MAHON 1996. Reference points to fisheries management. FAO, Fish. Tec. Paper (347): 109.

CAR.2002. Control de plantas acuáticas con la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*). Bogotá, 23p.

DAHL,G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. INDERENA, Bogotá.

FAO.1995. Código de conducta para la pesca responsable. Roma, 46p.

FAO.1999. La ordenación de la pesca. En: FAO, Orientaciones Técnicas para la pesca responsable, N° 4, Roma, 81p.

JICA. 2000. Informe Plan de mejoramiento ambiental regional para la cuenca de la laguna de Fúquene. CAR, Bogotá, pag.var.

LOWE-Mc CONNELL, R.H. 1985. Ecological Studies in tropical fish communities. Cambridge Tropical Biological Series, Cambridge University Press, London, 382p.

LUDWING, D., HILBORN R. AND C.WALTERS. 1993. Uncertainty, Resource Exploitation and Conservation: Lesson from History. Science (260): 17 and 36 p.

MAYORGA, M. 1992. Biología reproductiva y alimentación de las poblaciones de capitán de la sabana *Eremophilus mutisii* en la laguna de Fúquene. Tesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias, Biología Marina. Bogotá. 377p.

MOSS,B., MADGWICK J., Y G.PHILLIS.1997. A guide to the restoration of nutrient -enriched shallow lakes. Environment agency, Broads Authority and Life. Printed by W.W. Hawes, UK, 180p.

PINILLA G. y VARGAS G. 1992. Aspectos poblacionales de la carpa *Cyprinus carpio* en la Laguna de Fúquene. (Departamento de Cundinamarca). Boletín ECOTRÓPICA, (25):29-42.

VALDERRAMA, J Y A. MOSQUERA. 1979. Colecta de datos pesqueros en la laguna de Fúquene. CAR, Bogotá, tablas, pag.var.

VARGAS, G. y G. PINILLA. 1991. Pesca artesanal en la Laguna de Fúquene, características e importancia económica. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones Científicas. Informe I-30. Bogotá.

Anexo 4.

ESTIMACIÓN DE LA ABUNDANCIA DE CINCO ESPECIES DE AVES AMENAZADAS EN LA LAGUNA DE FÚQUENE, CUNDINAMARCA

Andrea Morales Rozo
amoralesrozo1@yahoo.com.mx
Fundación Humedales

Ines Elvira Lozano
ineslozano@lycos.com
Fundación Humedales

ABSTRACT

Within the characterization of the complex of humedales of the flat part of the Lagoon of Fúquene in Cundinamarca, an estimation was made as large as the populations of five species of threatened birds: *Gallinula melanops*, *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Agelaius icterocephalus* and *Ixobrychus exilis* with the purpose of giving to guidelines for the development of a plan of handling and conservation of the lagoon. 3 sectors of the lagoon were muestrearon mainly and general counts became. Within the common species locally and associated with the vegetation palustre taken root they are: *R. semiplumbeus*, *C. apolinari*, and *To icterocephalus*, being this the most abundant species, followed of *C. apolinari* and *R. semiplumbeus*. *I. exilis* also associated with the vegetation palustre taken root, was considered like rare with less than 50 registries. Within the common species locally and associated with the floating vegetation this ': *G. melanops* with less than 100 registries. Of the five species, those that present display greater threat locally they are *G. melanops* and *I. exillis*. Less the most threatened and high probability of conservation they are *R. semiplumbeus*, *C. apolinari* and *To icterocephalus*.

Key words: *Gallinula melanops*, *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Agelaius icterocephalus* and *Ixobrychus exilis*, lake, conservation.

RESUMEN

Dentro de la caracterización del complejo de humedales de la parte plana de la Laguna de Fúquene en Cundinamarca, se realizó una estimación del tamaño de las poblaciones de cinco especies de aves amenazadas: *Gallinula melanops*, *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Agelaius icterocephalus* e *Ixobrychus exilis* con el fin de dar pautas para el desarrollo de un plan de manejo y conservación de la laguna.

Se muestrearon principalmente 3 sectores de la laguna y se hicieron conteos generales. Dentro de las especies comunes localmente y asociadas con la vegetación palustre enraizada están: *R. semiplumbeus*, *C. apolinari*, y *A. icterocephalus*, siendo esta la especie más abundante, seguida de *C. apolinari* y *R. semiplumbeus*. *I. exilis* también asociada con la vegetación palustre enraizada, fue considerada como rara con menos de 50 registros. Dentro de las especies comunes localmente y asociadas con la vegetación flotante está: *G. melanops* con menos de 100 registros.

De las cinco especies, las que presentan mayor amenaza localmente son *G. melanops* y *I. exillis*. Las menos amenazadas y con alta probabilidad de conservación son *R. semiplumbeus*, *C. apolinari* y *A. icterocephalus*.

Palabras claves: *Gallinula melanops*, *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Agelaius icterocephalus* e *Ixobrychus exillis*, laguna, conservación.

4.1 INTRODUCCIÓN

La Laguna de Fúquene (05° 28' 12" N; 073° 44' 14" W) es el último gran representante de los humedales de la región biogeográfica de los altiplanos altoandinos de la cordillera Oriental de los Andes y último reducto lacustre a nivel de los 2500 msnm, constituyéndose así en componente decisivo de la diversidad genética y ecológica del sistema de humedales de la región.

La laguna sustenta poblaciones endémicas de 3 especies de peces: *Eremophilus mutisii*, *Grundulus bogotensis* y *Pygidium bogotense*, 1 de crustáceos: Gn. *Hipolobocera*, dos especies de aves de humedales endémicas para Colombia: *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, y tres subespecies endémicas de los Andes del norte: *Gallinula melanops bogotensis*, *Agelaius icterocephalus bogotensis*, *Ixobrychus exillis bogotensis* (Andrade, G. 1998)

Sus aguas son utilizadas para riego de 10.775 ha de potreros de ganado, y provisión del acueducto de la ciudad de Chiquinquirá (47.000 Habitantes) y de varios acueductos veredales (5.000 usuarios). El desecamiento progresivo para aprovechamiento de tierras, el uso excesivo de las aguas para riego y la contaminación originada principalmente por residuos de la ganadería, han llevado a Fúquene a una difícil situación ambiental: su superficie se ha reducido en un 70%, se ha fragmentado y la vegetación acuática cubre actualmente el 95 % del ecosistema.

Es claro que no sólo la biota acuática de esta región, sino sus hábitats y los procesos ecológicos, están en peligro de desaparecer. Se trata pues de un caso crítico de riesgo de pérdida de elementos y procesos asociados con nuestra biodiversidad además en el altiplano cundiboyacense no existe ningún área de conservación o manejo especial en estos ecosistemas (Andrade, G. 1998).

El objetivo de esta investigación fue dar una estimación del tamaño de las poblaciones de tres especies de aves amenazadas: *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Gallinula melanops*, (Renjifo, L.M. et al 2002) y dos subespecies endémicas *Ixobrychus exillis bogotensis*, *Agelaius icterocephalus bogotensis* para la conservación en los hábitats del humedal Laguna de Fúquene; con el fin de aportar información básica para recomendar a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR en el desarrollo e implementación de la Laguna. Este trabajo forma parte del proyecto "Caracterización biofísica, ecológica y sociocultural del complejo

de humedales de Fúquene. Es una contribución a la definición de escenarios y objetivos de manejo para la conservación de la biodiversidad.

4.2 MATERIALES Y METODOS

4.2.1 ÁREA DE ESTUDIO.

- El estudio se realizó en la Laguna de Fúquene (05° 28' 12" N; 073° 44' 14" W), localizada en el altiplano Cundiboyacense de la cordillera Oriental de los Andes colombianos, a 2540 m.s.n.m.

4.2.2 METODOLOGÍA.

– De Enero a Mayo del 2003, se muestrearon 3 sectores de la laguna:

El Sector 1 localizado desde el puerto de Guatancuy hasta el Río Suárez (1.300 m² área de parche de vegetación flotante, se recorrió una distancia de 3.72 km caminando y en bote 1.84 km).

El Sector 2 localizado hacia el Río Fúquene y el Río Ubaté (1.800 m² área de parche de vegetación flotante, se recorrieron 2.32 km caminando y 3.18 km en bote).

El Sector 3 ubicado hacia la Quebrada Monroy (2.600 m² área de parche de vegetación flotante, se recorrieron 1.75 km caminando y en bote 2.11 km) (Figura 4.2.3.5.2).

Adicionalmente se visitó un parche de junco cercano al sector 3 de 1.300 m² (llamado Cerro).

Se muestreo un 64% del hábitat disponible (*Scirpus californicus* y *Typha latifolia*) que conforma el 55.6% de la laguna.

En cada uno de los 3 sectores muestreados se utilizaron 2 métodos de muestreo cada mes durante 4 meses. Los muestreos se realizaron desde 5:30 AM hasta las 12:00 AM.

1. Recorrido a pie por el borde de la laguna a lo largo de 2 Km. En la zona 3 no se pudieron realizar recorridos continuos por la presencia de canales que confluían a la laguna cada 50 m aproximadamente.
2. Recorrido en bote de remos a lo largo de 2km_ aprox. Debido a la presencia de vegetación acuática fue difícil acceder a algunas áreas de la laguna.

En cada recorrido se tomaron datos de observaciones visuales teniendo en cuenta el número de individuos por especie y tipo de hábitat. Desde marzo se realizaron registros auditivos y play back, para cuantificar individuos de

Rallus semiplumbeus y *Cistothorus apolinari*, lo cual incremento el número de individuos registrados para las dos especies.

Con base en la estructura general de la vegetación acuática para la laguna de Fúquene, se definieron dos tipos de hábitat para el muestreo así: vegetación palustre enraizada (jucales y enea) (Zona 2) y vegetación flotante (*Eichornia crassipes* y otras) (Zona 1 y 3) (Morales, A. 2001) (Figura 4.2.3.5.3):

- Zona 1: Borde de transición a terreno firme (en algunos casos están separados de la vegetación acuática por canales perimetrales). En esta zona es común encontrar cortadera *Cyperus acuminatus*, hierba de sapo *Polygonum hydroperoides* y kikuyo *Pennisetum clandestinum*.
- Zona 2: Palustre. Se encuentra el junco *Scirpus californicus*, la sombrilla de agua *Hydrocotyle ranunculoides* con hierba de agua *Myriophyllum elatinoides* y *Polygonum hispidon*.
- Zona 3: Palustre-lacustre. La presencia de enea, *Typha latifolia* es mayor, mezclada con el junco *Scirpus californicus*, el botoncillo de agua *Bidens laevis*, y la lenguaevaca *Rumex conglomeratus*. El buchón *Eichornia crassipes* es frecuente en todas las zonas mezclado con las otras especies ya mencionadas.

Para el análisis de los datos de las poblaciones de aves se determinaron categorías con base en la mayor abundancia obtenida en campo durante los 4 meses y se definieron rangos para cada categoría: Abundante 600-800 (individuos por especie), Muy común de 400-599, Común de 200 a 399, Poco común de 54-199, Rara de 20 -54, Escasa 1-19.

Para las cinco especies se compararon las abundancias de los 3 Sectores según el tipo de hábitat, con un análisis de varianza de una vía o Kruskal-Wallis.

Se determino el área que ocupan los juncos en la laguna utilizando la formula:

$$AM= C \times Ap$$

C = es el numero de cuadros de la cuadrícula que se pueden contar en el área a medir AP=es el área de cada cuadro multiplicado por la escala del mapa. Esta estimación se realizo con base en un mapa 1:2000 del año 2000.

4.2.3 RESULTADOS

4.2.3.1 Sectores

Los 3 Sectores muestreados tienen diferencias en cuanto al tamaño del espejo de agua que poseen, y la distribución de los parches de junco. El Sector 1 presenta un parche continuo de *Scirpus californicus* mezclado con *Typha latifolia* es el menor de los 3 Sectores (1.300 m²), en la parte de vegetación flotante y cuerpo de agua, presenta un gran aumento en las poblaciones de elodea o *Egeria densa* que dificulta el acceso a la zona 3, sin embargo en este Sector se registraron el mayor número de individuos de las dos subespecies endémicas: *Agelaius icterocephalus bogotensis* y *Ixobrychus exilis bogotensis*.

El Sector 2 presenta dos parches de *Scirpus californicus* mezclado con *Typha latifolia* (1.800 m²), el primero comienza cerca de Guatancuy y llega hasta El Peñol y el segundo va del Peñol hasta la desembocadura del Río Ubate. Al igual que en el Sector 1 la elodea cubierto por lo menos el 40 % del cuerpo de agua y se hace muy difícil en acceso a ciertas zonas, en este sector el Río Ubate desemboca en la laguna y en este punto el agua se torna muy oscura casi negra y con olores fuertes. En este Sector se registraron las abundancias más altas para *Gallinula melanops* y *Cistothorus apolinari*.

El Sector 3 presenta un parche de junco *Scirpus californicus* continuo y con respecto a los otros Sectores es el más grande (2.600 m²), el cuerpo de agua todavía es navegable y aparentemente el agua no está tan contaminada como en los otros Sectores; la elodea también está avanzando en esta zona pero no como en los Sectores 1 y 2. En este Sector se registraron las abundancias más altas para *Rallus semiplumbeus*.

4.2.3.2 Especies

Gallinula melanops

Nombre común en la región: Chinita española. Según las categorías de abundancia definidas, fue considerada Poco Común.

En enero y abril el Sector 2 presentó un mayor número de individuos censados, el Sector 1 presentó un aumento en el número de individuos censados en febrero y el Sector 3 presentó abundancias menores a 10 individuos, sin embargo en marzo se incrementó notablemente el número de individuos censados, en el Cerro solo se observaron 3 individuos (Figura 4.2.3.5.3)

Teniendo en cuenta que el conteo más alto probablemente representaría un valor mínimo de abundancia en todo caso (siempre hay individuos que

no se cuentan, no vocalizan, están escondidos, etc. (esto se aplica para todas las especies), la abundancia de *Gallinula melanops* en el Sector 1 es de 36 individuos; Sector 2: 67 individuos; Sector 3: 47 individuos y en el Cerro: 3 individuos (En total 153 individuos aprox.).

En los 3 Sectores muestreados y en el Cerro encontramos que esta especie prefiere el hábitat de vegetación flotante que incluye la zona 1 y la zona 3. En la zona 1 se observó en los canales perimetrales de la laguna asociada con *Bidens laevis*, *Limnobium laevigatum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Myriophyllum platinooides*. En la zona 3 se observó en espejos de agua asociada con *Egeria densa*, *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*.

Para esta especie no se encontraron diferencias significativas entre los 3 Sectores para la zona 1 (H: 8.01 < p 0.01) y la zona 3 (H: -3.6 p 0.01).

Principalmente se observó en grupos pequeños de 3 a 5 individuos, forrajeando, sumergiéndose y siempre se refugiaba en los juncales de *Scirpus californicus*.

Rallus semiplumbeus

Nombre común en la región: Chorola. Esta especie fue considerada Común en la laguna. Desde marzo al realizarse los muestreos con ayuda de play back se observó un aumento en el número de individuos registrados, donde las mayores abundancias se obtuvieron en los Sectores 2 y 3, el Sector 1 presentó abundancias menores a 14 individuos, sin embargo en abril aumentó el número de registros. En el Cerro la abundancia fue mayor en Junio (Figura 4.2.3.5.5).

La abundancia de *Rallus semiplumbeus* en el Sector 1 es de 42 individuos; Sector 2: 71 individuos; Sector 3: 76 individuos y en el Cerro: 12 individuos (En total 201 individuos aprox.).

Se encontró que esta especie prefiere el tipo de hábitat de vegetación palustre enraizada, se observó siempre en parches de junco *Scirpus californicus* y enea *Typha latifolia*. También se encontraron en parches de junco *Scirpus californicus* hacia el interior de la laguna, por esto aparecen algunos registros en la zona 3 (Figura 4.2.3.5.6). En la zona 2 no se encontraron diferencias significativas en las abundancias entre los 3 Sectores en la zona 2 (H: 0.97 < p 0.05).

Se observó la mayor parte del tiempo en parejas aunque también se registraron individuos solitarios, forrajeando al borde del junco y entre el junco.

Cistothorus apolinari

Nombre común en la región: Ranchera, Rancherita. Dentro de las categorías de abundancia definidas fue considerada Común. Desde marzo al realizarse los muestreos con ayuda de play back se observó un aumento en el número de individuos registrados, los Sectores 2 y 3 presentaron abundancias mayores a 40 registros por mes, al igual que el Sector 1 en febrero y marzo, sin embargo en abril disminuyó la abundancia en este sector. En el Cerro la abundancia aumentó en junio (Figura 4.2.3.5.7).

La abundancia de *Cistothorus apolinari* en el Sector 1 es de 48 individuos; Sector 2: 71 individuos; Sector 3: 63 individuos y en el Cerro: 58 individuos (En total 240 individuos aprox.).

Esta especie prefiere el tipo de hábitat de vegetación palustre enraizada, en todos los muestreos se observó en parches de junco *Scirpus californicus* y enea *Typha latifolia* con un número de individuos similar para los 3 Sectores. Se registraron grupos de *Cistothorus apolinari* en parches de junco al interior de la laguna por eso hay algunos registros para la zona 3 (Figura 4.2.3.5.8). Para esta especie no se encontraron diferencias significativas entre los 3 Sectores para la zona 2 (H: 6,99 < p 0,01).

Durante todo el muestreo se registraron grupos de 3 a 5 individuos, forrajeando, cantando, desplazándose por la parte media del junco.

Agelaius icterocephalus

Nombre común en la región: Monjita. Esta especie fue considerada Abundante. Desde febrero todos los meses presentaron abundancias altas (> a 100 individuos) en todos los Sectores, el Sector 1 presentó la mayor abundancia en abril, le siguen los Sectores 2 y 3. En el Cerro, se registraron más individuos en junio (Figura 4.2.3.5.9).

La abundancia de *Agelaius icterocephalus* en el Sector 1 es de 212 individuos; Sector 2: 184 individuos; Sector 3: 178 individuos y en el Cerro 85 individuos (En total 659 individuos aprox.).

Esta especie prefiere el tipo de hábitat de vegetación palustre enraizada, aunque también se observó en parches de junco *Scirpus californicus* al interior de la laguna en la zona 3 (Figura 4.2.3.5.10). Para esta especie no se encontraron diferencias significativas para la zona 2 y 3 entre los 3 sectores (Zona 2 H: 6,48 < p 0,01; Zona 3 H: 7.56 < p 0,01)

En la laguna se observaron en grupos de más de 10 individuos en una relación de una hembra por cada tres machos, volando juntos por el parche de junco, forrajeando en los bordes de la vegetación, cantando.

Ixobrychus exilis

Nombre común en la región: Gallo de junco. Dentro de las categorías de abundancia definidas fue considerada Rara. Solo hasta marzo pudimos observarla con cierta frecuencia y en abril fue el mes donde más registros se obtuvieron para el Sector 1, seguido de los Sectores 2 y 3. En el Cerro tan solo se obtuvo un registro (Figura 4.2.3.5.11).

La abundancia de *Ixobrychus exilis* en el Sector 1 es de 23 individuos; Sector 2: 10 individuos; Sector 3: 10 individuos y en el Cerro: 1 individuo (En total 44 individuos aprox.).

Esta especie prefiere el tipo de hábitat de vegetación palustre enraizada, especialmente los parches de junco *Scirpus californicus* de la zona 2. En algunas ocasiones se observó en la zona 1 y 3 (Figura 4.2.3.12), pero generalmente siempre estaba refugiada en el junco. Para esta especie no se encontraron diferencias significativas para la zona 2 en los 3 Sectores (H:-3.6 < p 0,01)

Generalmente solitarias, muy escondidas entre el junco. Forrajeando en las zonas 1 y 3.

4.2.4 DISCUSIÓN

4.2.4.1 Sectores

En el Sector 1 el aumento de elodea en esta zona implica un aumento en la descomposición de materia orgánica y la calidad del agua se ve gravemente afectada, esto se comprueba al observar un alto número de peces muertos flotando en la superficie y el mal olor constante.

En el Sector 2 en el parche de vegetación palustre ubicado hacia el Río Ubate obtuvimos pocos registros de las cinco especies, esto probablemente está relacionado con la desembocadura del Río que al parecer llega a la laguna muy contaminado. A pesar de esto para el parche ubicado desde Guatancuy hasta el Peñol se encontraron la mayoría de registros para *Gallinula melanops* y *Cistothorus apolinari*. Este Sector es fuertemente explotado para la extracción constante de junco lo cual requiere un plan para optimizar el uso del junco y parar la fragmentación del hábitat.

En el Sector 3 que al parecer es el mejor conservado se encontraron registros importantes de las cinco especies en particular para *Rallus semiplumbeus*, esto debe afirmar su preferencia hacia parches continuos de junco.

En cuanto a los Sectores 1 y 2 son los que más necesitan atención, sin descuidar el Sector 3 que a pesar que presenta registros importantes para las especies del estudio, es vulnerable a la rápida proliferación de la elodea y a los contaminantes provenientes de la Quebrada Tagua y Monroy.

4.2.4.2 Estado de las poblaciones

De las cinco especies de aves amenazadas que se encuentran en la laguna de Fúquene, las más abundantes, con altas posibilidades de conservación son *Agelaius icterocephalus*, *Cistothorus apolinari* y *Rallus semiplumbeus* y las que se presentan más amenazadas localmente son *Gallinula melanops* y *Ixobrychus exilis*.

Gallinula melanops

Esta especie fue considerada hasta hace poco como común y fácil de observar (Hilty y Brown 1986), e incluso como el ave acuática más abundante de las sabanas de Bogotá y Ubaté (Fjelds y Krabbe 1990). En general la principal amenaza para esta especie en la Sabana de Bogotá es la desaparición de vegetación acuática y el secamiento para el establecimiento de campos de cultivos y potreros (Renjifo L.M. et al 2002).

Según los datos obtenidos en el presente estudio esta especie esta catalogada como Poco Común. En abril se observó un leve aumento en el número de registros probablemente debido a la presencia de lluvias donde el nivel de la laguna sube notoriamente y se crean más espejos de agua (obser. per). Sin embargo las abundancias obtenidas por Sector son muy bajas y esto es preocupante, teniendo en cuenta las dimensiones de la laguna, además de la pérdida del hábitat, actualmente la presión de caza es una amenaza constante que esta afectando claramente la abundancia de esta especie que hace unos años; según algunas personas de la comunidad, era abundante.

Es indispensable conservar la vegetación acuática ya que en este tipo de hábitat se obtuvieron la mayoría de registros.

Rallus semiplumbeus

Fué considerada como Poco Común, sin embargo a nivel local puede ser común (Chapman 1917), (Hilty y Brown 1986).

En este estudio se encontró una población grande de esta especie en la laguna de Fúquene. Hay que tener en cuenta que posiblemente hay más parejas de *R. semiplumbeus* de las muestreadas debido a que el tiempo de

muestreo utilizando el método de play back fue de solo 3 meses. Una ventaja que se tuvo en este muestreo fue que los individuos contestaron a distancias de aproximadamente 200 m, mientras que normalmente la especie contesta a 80m de distancia (Lozano, I. 1992), esto probablemente debido a las buenas condiciones acústicas que tiene la laguna. Por esta razón pudimos registrar 17 cantos de individuos que se encontraban lejos y no se pudo identificar si conformaban parejas.

El mayor número de parejas en el Sector 2 se puede explicar por la menor continuidad de los juncos y la mayor presencia de pequeñas islas de junco que ayudan a que *R. semiplumbeus* defina sus territorios como se observó en el humedal de la Florida (Lozano, I. 1992). El Sector 1 estaba conformado en su mayoría por una masa continua de juncos. En el Sector 3 es importante aclarar que fue difícil hacer el recorrido a pie en forma continua por la presencia de canales cada 50 m aproximadamente, y esto pudo influir específicamente en la cantidad baja de parejas registradas en este sitio.

En el Sector 2 donde se realiza la extracción de juncos para artesanías se observó al menos una pareja en un área en donde ya habían crecido juncos nuevos. Los juncos son de importancia económica para la región y la extracción moderada en pequeños parches parece no afectar a las especies asociadas a este tipo de vegetación. Sin embargo el corte excesivo y la quema extensiva de junco para establecer potreros si crea un problema grande para las especies directamente asociadas.

Aun cuando la especie *Rallus semiplumbeus* es común en Fúquene es necesario mantener las franjas de juncales en toda la laguna y por ningún motivo extraer junco en procedimientos de limpieza de vegetación acuática.

Cistothorus apolinari

Esta especie fue considerada como común para los humedales del altiplano, sin embargo actualmente ha sido categorizada a nivel global como en peligro (BirdLife Internacional 2000).

En la Sabana de Bogotá la preferencia de hábitat es hacia parches de junco *S.californicus* mayores a 1 ha, muy densos y con alturas mayores o iguales a dos metros (Morales, A. 2001), situación que presenta la Laguna de Fúquene.

En comparación con otros humedales de la Sabana de Bogotá la Laguna de Fúquene es el único que mantiene una población grande y tiene buenas posibilidades de conservación para esta especie; es muy probable que en unos años este sea el único lugar donde se pueda observar, debido al constante deterioro que sufren los humedales bogotanos (Morales, A. 2001).

Agelaius icterocephalus

Esta es una subespecie endémica a los humedales del Altiplano Cundiboyacense, todavía común en algunos humedales, sin embargo en muchas áreas la población está en disminución debido a la pérdida del hábitat y también a que sus nidos son parasitados por *Molothrus bonariensis* (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

Prefiere los humedales de la Sabana con abundantes juncos (*Scirpus*); forrajea en buena parte fuera de los juncales, frecuentemente en áreas de vegetación baja como la lengua de vaca (*Rumex*) o compuestas (*Bidens*), generalmente en grupos (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

En la laguna de Fúquene encontramos que fue la especie más abundante en los 3 Sectores y en el Cerro. Sin embargo podría ser una subespecie vulnerable debido a la fragmentación progresiva del hábitat en la laguna; aunque se observó la presencia de *Molothrus bonariensis*, esta especie no parece afectar la población de la monjita, de todas formas se recomienda realizar estudios más detallados relacionados con la reproducción.

En cuanto al hábitat definitivamente se encuentra donde haya parches de junco (*Scirpus californicus*) incluso en parches al interior de la alguna. Siempre en grupos usando la zona de vegetación flotante para forrajear.

Ixobrychus exilis

La subespecie endémica *bogotensis* se encuentra en localidades esparcidas entre 2000 y 3100 msn en la cordillera Oriental, es Escasa a Poco Común en nuestra área; es más común en áreas con lagos más amplios como Tota y Fúquene (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

La población de la Sabana representa una subespecie endémica, amenazada de extinción por la destrucción de su hábitat, solitaria, difícil de ver (Asociación Bogotana de Ornitología 2000).

En los muestreos esta especie fue considerada Rara. Su presencia o fácil observación parece estar relacionada con la época de lluvia. Durante el fuerte verano que se presentó en esta región en enero y febrero solo se observó una vez; al empezar las lluvias en marzo y abril fue posible observar esta especie con más frecuencia en el Sector 1. Consideramos que esta especie requiere de atención tanto para estudiar sus hábitos como para tomar medidas de conservación.

4.2.4.3 Conservación

El concepto de meta poblaciones, en el cual la población de una especie en un área es subdividida en subpoblaciones locales pequeñas con diferentes estatus, es aplicable a la situación de las especies de aves endémicas en los humedales remanentes de la Sabana de Bogotá (Foro Ramsar 1998). Esto es el resultado de la contaminación, sedimentación e intervención antropica que ha causado la deterioro del hábitat lo que ha puesto en peligro a especies vegetales y animales como es el caso de *Cistothorus apolinari*, *Rallus semiplumbeus*, *Agelaius icterocephalus*, *Gallinula melanops*, *Ixobrychus exilis*.

Para estas cinco especies que comparten este tipo de ecosistema en peligro, la Laguna de Fúquene debería ser declarada como Área Protegida y se requiere la definición de un plan de manejo para mejorar la calidad del hábitat, que incluya tratamiento de aguas, educación ambiental y alternativas de uso de los recursos del humedal.

Es importante realizar un estudio de sostenibilidad de la actividad de extracción de juncos para producir artesanías y de su efecto en las poblaciones de aves que dependen de este como *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Ixobrychus exilis* y *Agelaius icterocephalus*. Se debe estudiar el tiempo que tarda en recuperarse una parcela de junco, el tiempo que tardan las especies en colonizarlo, tamaño de parcelas de corte, método de extracción etc.

Se debe definir la época exacta de anidación de estas especies en Fúquene para determinar épocas en las que no se puede extraer junco en determinadas áreas. Se recomienda también que se mantengan saludables las comunidades de juncos y se mejore la calidad del agua.

También se requiere de una planificación de la extracción periódica de vegetación acuática en algunas zonas para mantener los espejos de agua abiertos y favorecer especies como *Gallinula melanops*, teniendo en cuenta los requerimientos de las especies. Pero el problema de la eutrofización debe ser resuelto de raíz teniendo en cuenta las fuentes de contaminación y no solamente extrayendo vegetación acuática cada vez que esta invade los espejos de agua.

La conservación de *Cistothorus apolinari* y las otras especies requiere un activo programa de recuperación de los humedales del altiplano cundiboyacense, especialmente de aquellos que tienen extensos juncos como es el caso de las lagunas de Fúquene, Cucunubá y los humedales remanentes en la sabana de Bogotá (Caycedo, P. y Renjifo, L.M. 2002)

Es importante trabajar con la comunidad porque a pesar que en algunos sectores de la laguna hay concientización de la importancia de las aves y su conservación, todavía la presión de la caza es muy alta y esto se ve reflejado en las abundancias de las especies de aves encontradas en este estudio. Es importante trabajar en forma constante con las comunidades aledañas para dar a conocer la situación de las aves de la laguna y para proponer alternativas de manejo concertadas con la comunidad.

4.2.5 AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Alexander von Humbolt Por hacer posible el proyecto
A la Fundación Humedales por el constante apoyo durante todo el trabajo.
A CONFACUNDI, la familia Rodríguez, la familia Alarcón por su apoyo en el alojamiento logística en la zona.
A las asistentes de campo Manuela Viera, Diana Arzuza y Victoria Flechas por su valiosa ayuda.

4.2.6 LITERATURA CITADA

Andrade, G. 1998. Los Humedales del Altiplano de Cundinamarca y Boyacá: Ecosistemas en peligro de desaparecer. Páginas 59 – 72 en H. Sánchez, R. Álvarez, y E.M. Escobar, *editores*. Una aproximación a los humedales en Colombia. Fondo FEN, UICN. Bogotá D.C., Colombia.

Asociación Bogotana de Ornitología. 2000. Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo. Primera edición. Bogotá; ABO, CAR. Bogotá, Colombia.

BirdLife-International. 2000. Threatened birds of the world. Lynx Editions and BirdLife International. Barcelona, España y Cambridge, U.K.

Caycedo, P. y Renjifo, L.M. 2002. *Cistothorus apolinari* en: Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. Katan y B. López-Lánus (eds.) 2002. Libro Rojo de aves de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Chapman, F.M. 1917. The distribution of birdlife in Colombia. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., no. 36.

Fjeldsa, J., y N. Krabbe. 1990. Birds of high Andes. Zoological Museum. University of Copenhagen, Apollo Books. Copenhagen, Dinamarca.

Foro Ramsar. 1998. Appeal on Colombia's Bogota wetlands. 29 July.
Dwight Pecker, Ramsar.
<http://www.ramsar.org/forum_colombia_bogotá.htm>

Hilty, L. y W. Brown. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton University Press, Princeton.

Lozano, I. 1992. Aspectos ecológicos y de comportamiento de la tinguá bogotana *Rallus semiplumbeus* en el humedal de la Florida, Sabana de Bogota, Colombia. Informe presentado a Wildlife Conservation Society y Birdlife Internacional.

Morales, A. 2001 Caracterización y uso de hábitat del cucarachero de pantano *Cistothorus apolinari* en los humedales de la Conejera, la Florida, Tibanica, laguna de Fúquene y laguna de Chisacá, Cundinamarca. Tesis Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Biología.

Renjifo, L. M., A. M. Franco-Maya, J. D. Amaya-Espinel, G. Katan y B. López-Lánus (eds.) 2002. Libro Rojo de aves de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

4.2.7 Listado de Figuras

Figura 4.2.3.5.1 Mapa de la laguna de Fúquene. Fuente: Distribución de Plantas Acuáticas. Plan de manejo para la cuenca de la Laguna de Fúquene JICA 2000.

Figura 4.2.3.5.2 Esquema de la vegetación de la Laguna de Fúquene

Figura 4.2.3.5.3 Abundancia de *Gallinula melanops*

Figura 4.2.3.5.4 Hábitat de *Gallinula melanops*

Figura 4.2.3.5.5 Abundancia de *Rallus semiplumbeus*

Figura 4.2.3.5.6 Hábitat de *Rallus semiplumbeus*

Figura 4.2.3.5.7 Abundancia de *Cistothorus apolinari*

Figura 4.2.3.5.8 Hábitat de *Cistothorus apolinari*

Figura 4.2.3.5.9 Abundancia de *Agelaius icterocephalus*

Figura 4.2.3.5.10 Hábitat de *Agelaius icterocephalus*

Figura 4.2.3.5.11 Abundancia de *Ixobrychus exilis*

Figura 4.2.3.12 Hábitat de *Ixobrychus exilis*

Figura 4.2.3.5.3 Abundancia de *Gallinula melanops*

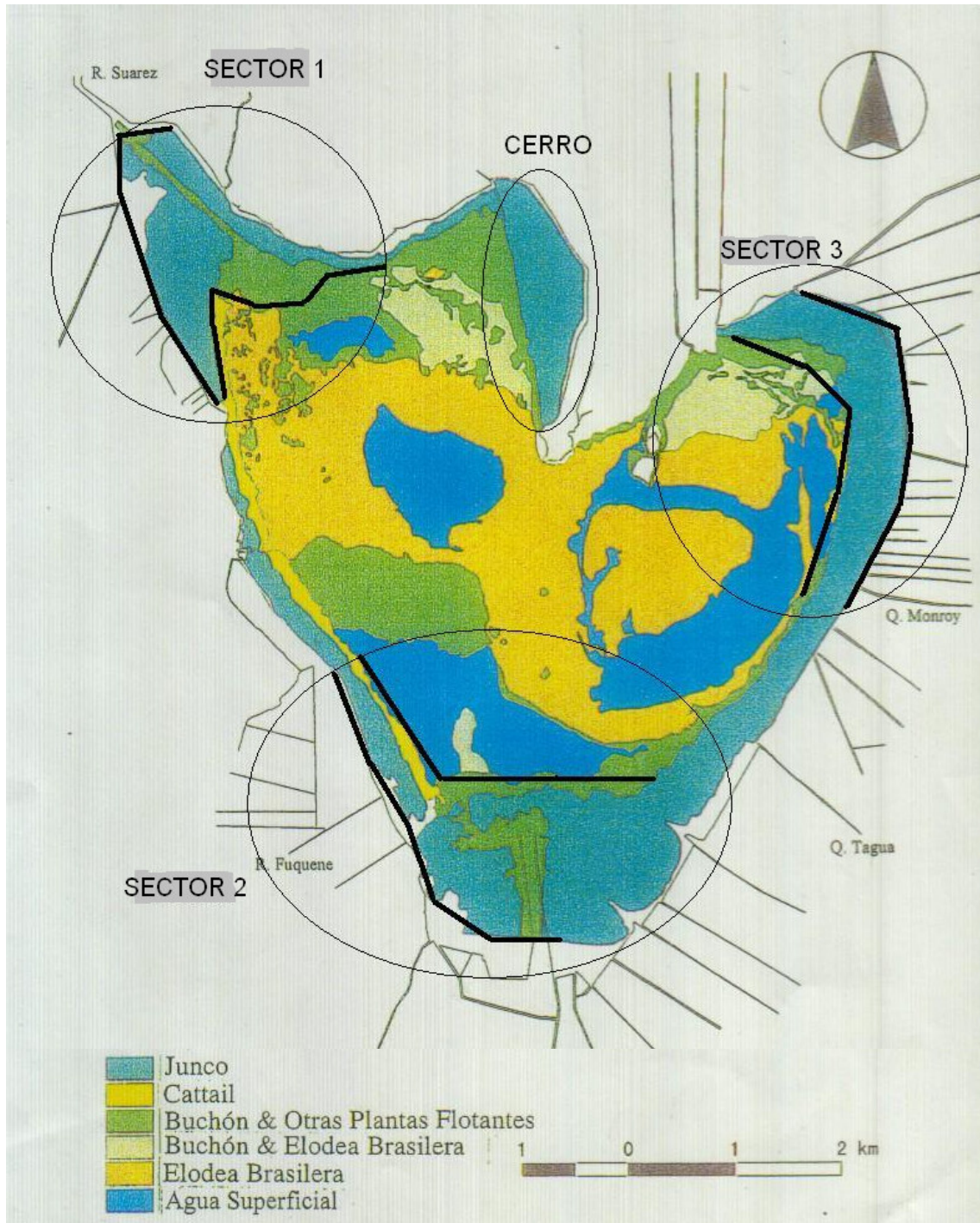
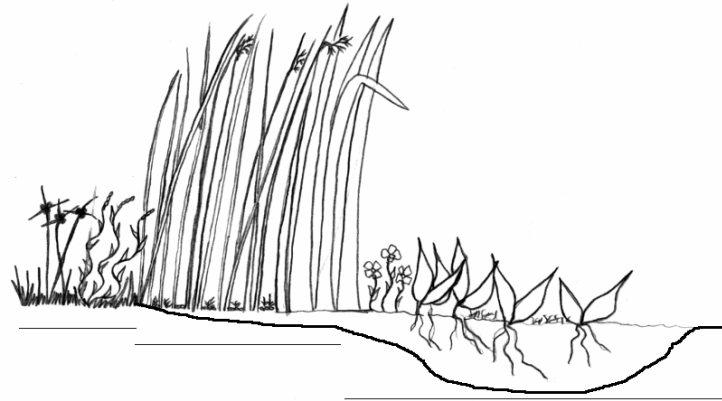


Figura 4.2.3.5 Mapa de la laguna de Fúquene. Fuente: Distribución de Plantas Acuáticas. Plan de manejo para la cuenca de la Laguna de Fúquene JICA 2000.



Zona 1

Zona 2

Zona 3

Figura 4.2.3.6 Esquema de la vegetación de la Laguna de Fúquene

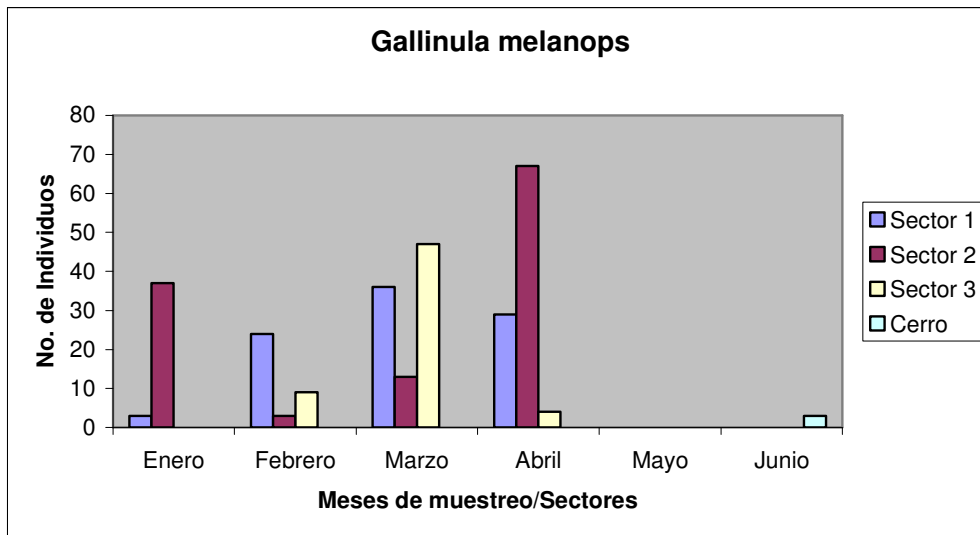


Figura 4.2.3.5.3 Abundancia de *Gallinula melanops*

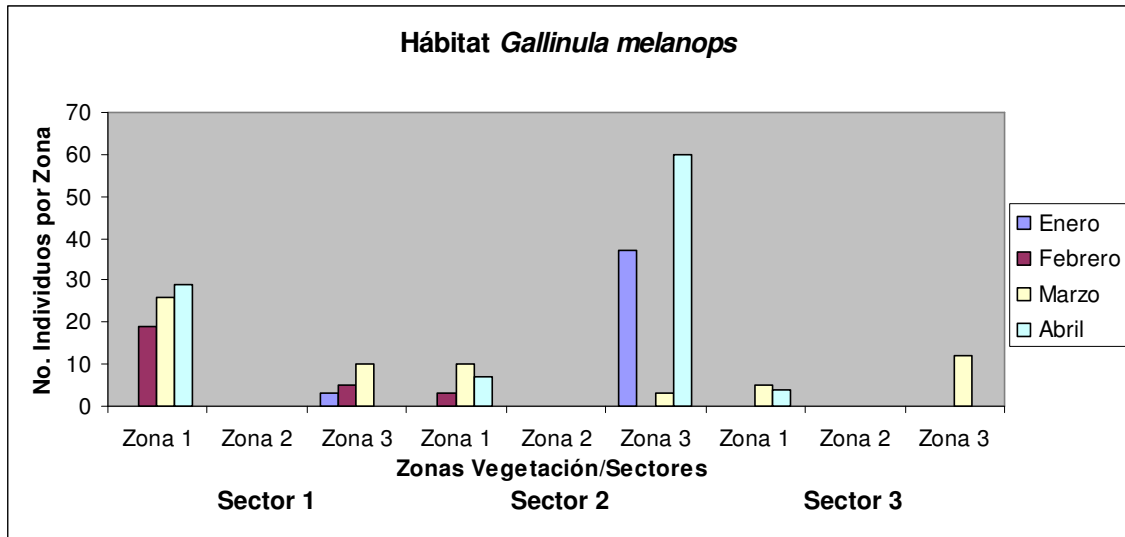


Figura 4.2.3.5.4 Hábitat de *Gallinula melanops*

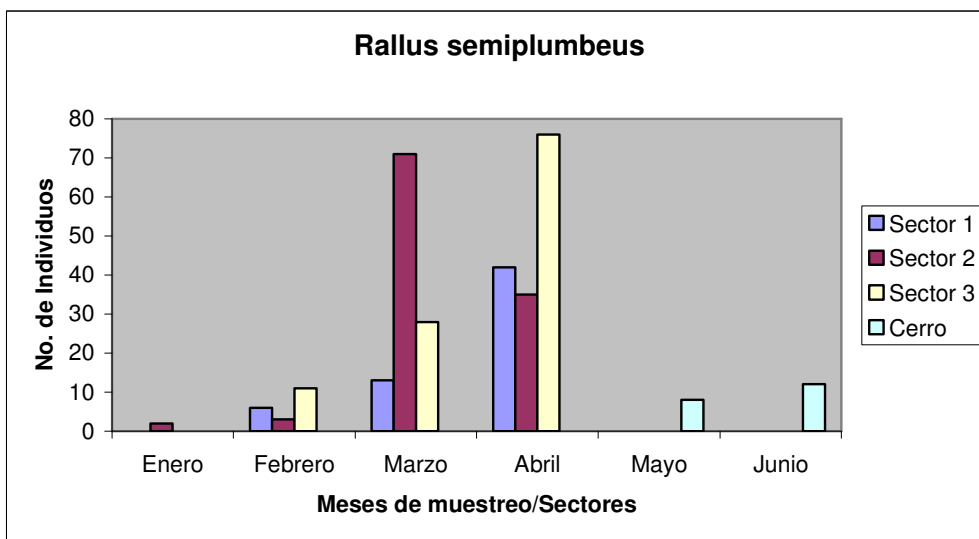


Figura 4.2.3.5.5 Abundancia de *Rallus semiplumbeus*

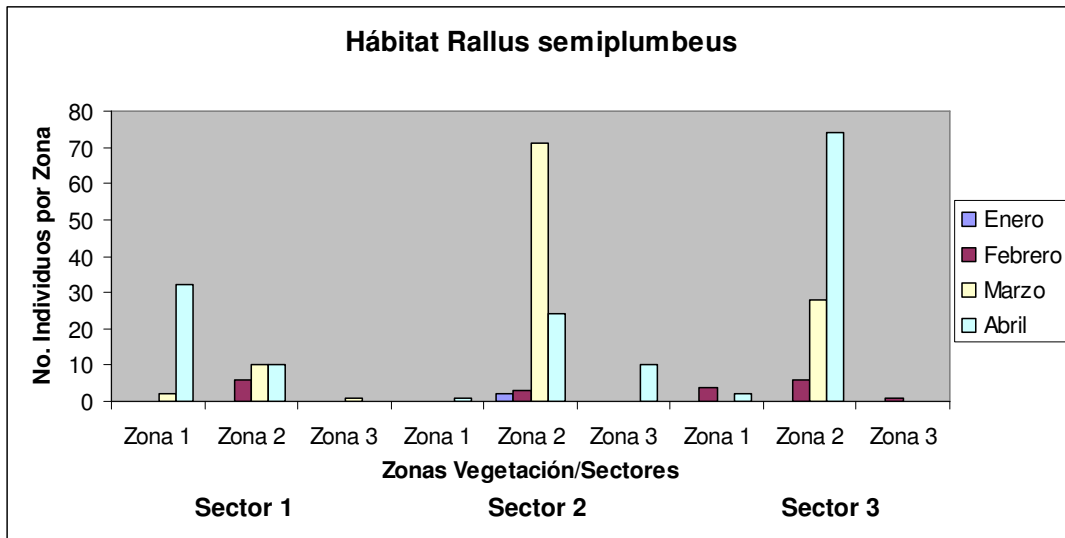


Figura 4.2.3.5.6 Hábitat de *Rallus semiplumbeus*

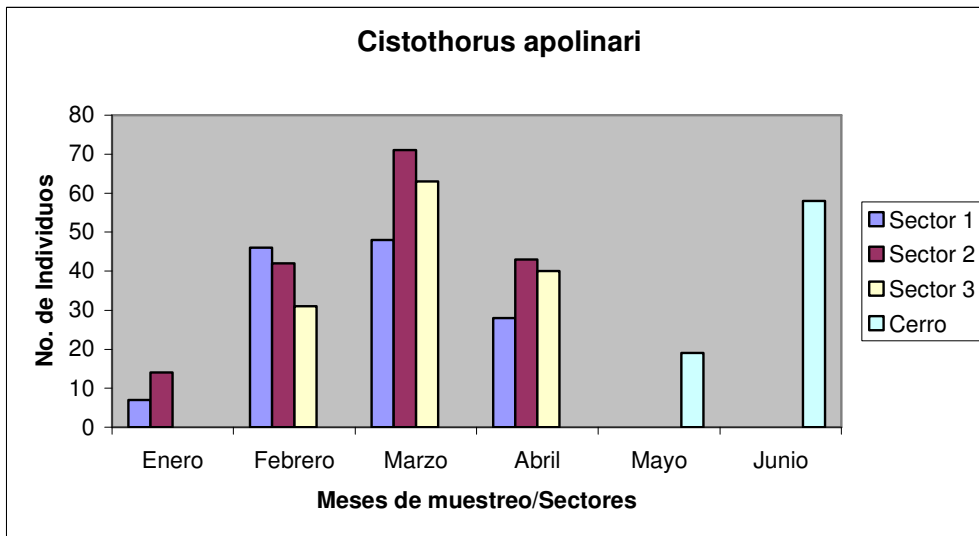


Figura 4.2.3.5.7 Abundancia de *Cistothorus apolinari*

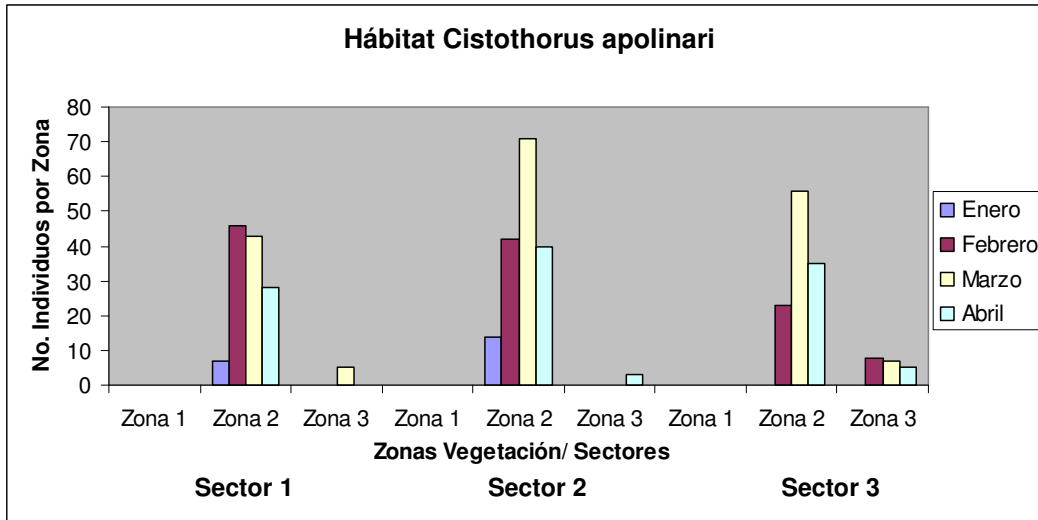


Figura 4.2.3.5.8 Hábitat de *Cistothorus apolinari*

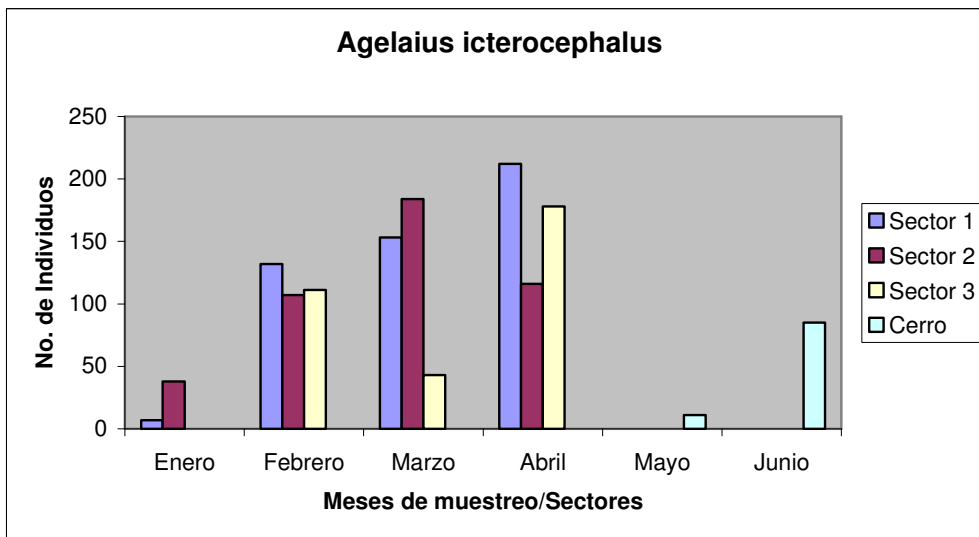


Figura 4.2.3.5.9 Abundancia de *Agelaius icterocephalus*

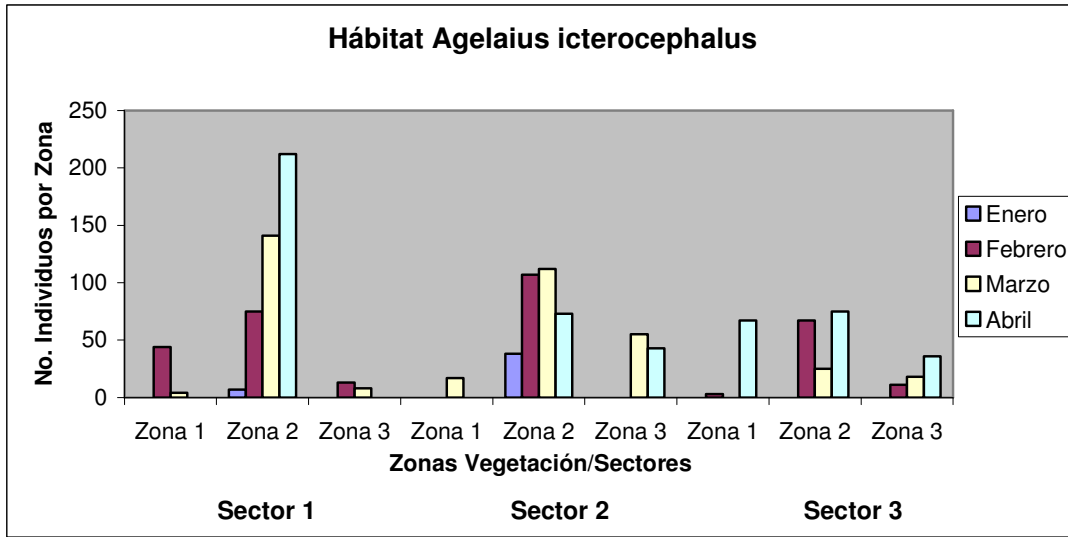


Figura 4.2.3.5.10 Hábitat de *Agelaius icterocephalus*

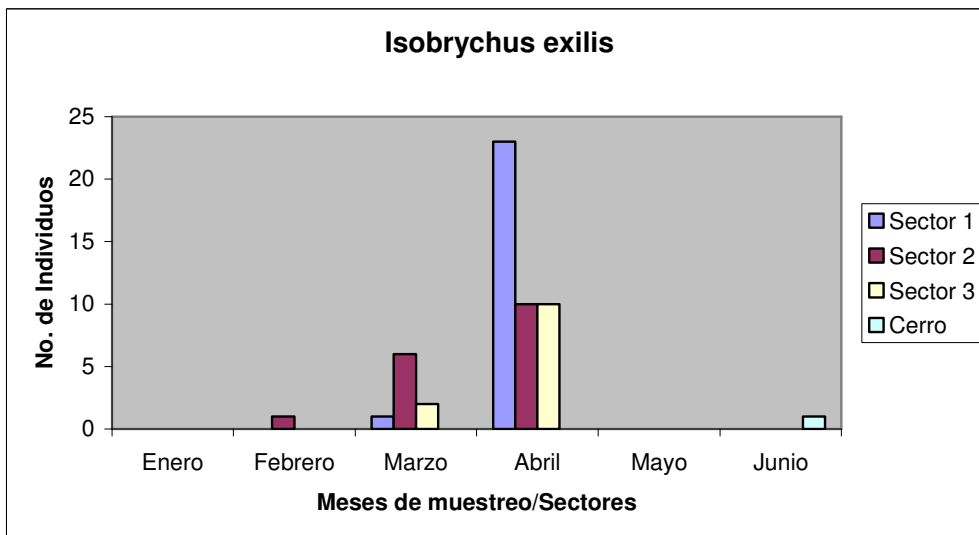


Figura 4.2.3.5.11 Abundancia de *Isobrychus exilis*

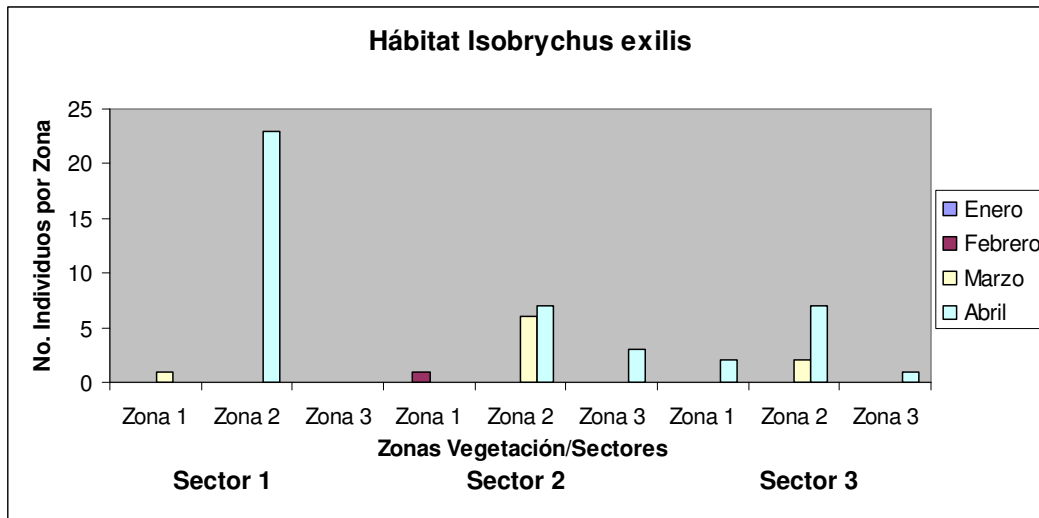


Figura 4.2.3.12 Hábitat de *Ixobrychus exilis*

Anexo 5.

Base de datos de la caracterización ecológica del complejo de humedales del valle de Ubaté

Anexo 6.

Base de datos del inventario de la biota acuática y terrestre de la laguna de Fúquene