

CAPÍTULO 2

ESTADO ACTUAL DE LOS HUMEDALES



Humedal de Jaboque. Thomas McNish.

2.1. HISTORIA DE ALTERACIÓN



Figura 2.1. Imagen correspondiente a antiguas áreas lacustres en la localidad de Kennedy. Como se aprecia, los humedales en la década de los 30 ó 40, aún presentaban grandes espejos de agua y la ocupación debida a la mala planeación urbana, redujo sustancialmente sus extensiones, dejando apenas pequeños remanentes. Byron Calvachi Z.

La historia de transformación antrópica de las grandes áreas de lagunas y pantanos conocidos como humedales se remonta a los primeros asentamientos indígenas efectuados por los muiscas; sin embargo, aunque existen reportes de cazadores-recolectores desde el tardiglacial, estos no produjeron cambios globales sino parciales en cuanto a cobertura vegetal, principalmente, aún cuando las condiciones hídricas no se afectaron (Van der Hammen, 2003).

Los muiscas desarrollaron extensos sistemas de manejo del agua superficial mediante la construcción de zanjales y camellones para así obtener zonas aptas para sus cultivos. La base para su alimentación era la recolección y la caza de algunas especies nativas: los venados, los curíes y conejos, entre otros. Sin embargo, se tienen evidencias que algunos de los primeros habitantes cultivaron maíz y algunas hortalizas como la calabaza (Jaramillo et al. 1996 en Orozco et al. 1998).

Es importante aclarar que, aunque históricamente se registran las primeras transformaciones de los humedales con los asentamientos indígenas, sus actividades reflejan gran respeto por la naturaleza y su necesidad de supervivencia por medio de la implementación de prácticas sostenibles.

Estudios arqueológicos afirman que los primeros habitantes de la sabana vivieron en asociación con los humedales y cazaron una variedad de especies de aves y mamíferos grandes que han desaparecido hoy en día (DAMA, 2000; van der Hammen, 2003). Sin embargo, no es del todo seguro cuántas y cuáles presas de especies como el venado soche (*Mazama rufina*) o el tigre (*Panthera onca*) realmente fueron cazados en los humedales, ya que son especies más características de los bosques altoandinos y páramos circundantes. Todavía falta un estudio cuidadoso de los restos óseos de animales de estos sitios arqueológicos por parte de los paleontólogos para determinar si allí existían algunas especies grandes de aves y mamíferos que fueron cazados hasta la extinción, como evidentemente ocurrió ampliamente en el Nuevo Mundo con la llegada de los primeros hombres.

Con la conquista española se produjeron una serie de cambios que paulatinamente tendrían un claro efecto sobre la “dinámica antrópica” que sufrieron estos ecosistemas con respecto principalmente a situaciones como la importación y cría de animales domésticos y el auge del cultivo de trigo y otros cereales. La ganadería comenzó su transformación del paisaje en este período y es probable que también se haya iniciado, aunque en baja intensidad, la contaminación de los humedales hacia el occidente de la ciudad de Santa Fe. Durante este período también, se construyeron las primeras vías y puentes que atravesaron estos humedales, iniciando un proceso de fragmentación que continúa hoy (DAMA, 2000; Van der Hammen, 2003).

A causa de las continuas inundaciones se construyeron jarillones en la orilla de los ríos con el objetivo de secar las tierras y con ello aumentar la extensión para uso agrícola y pecuario. A lo largo del siglo XIX, la población de la ciudad aumentó de una manera relativamente paulatina y con ella, las transformaciones del paisaje: tala de bosques, aumento de potreros y seguramente de contaminación de los humedales, aunque probablemente sólo hacia finales del siglo los problemas sanitarios alcanzaron niveles alarmantes (DAMA, 2000). Aunque no hay documentación sobre el estado de los humedales en esta época, es probable que en los más cercanos a la ciudad la contaminación ya afectara la calidad del agua, aumentando la turbidez y cantidad de materia orgánica hacia la eutrofización. A finales del siglo XIX se introdujo el eucalipto que produjo un fuerte efecto sobre las fuentes hídricas, dando paso al inicio de la deforestación intensiva y con ello el continuo reemplazamiento de especies nativas por exóticas.

En las primeras décadas del siglo XX, la ciudad creció notablemente hacia el oeste y el norte debido al flujo de refugiados que llegaron huyendo de la violencia civil y comenzó el drenaje de los humedales en gran escala. Los bosques de la sabana ya habían prácticamente desaparecido. La mayor porción de las chucuas o humedales estaba conformada por grandes latifundios y con ello el cambio de prácticas originales de cultivo por abonos de origen químico y pesticidas, iniciando así los procesos de eutrofización y contaminación de estos ecosistemas (Van der Hammen, 2003). Hacia los años 50 se intensificaron los procesos de ocupación y a la vez se produjo la acelerada división en los terrenos y una intensificación masiva de las actividades agropecuarias (DAMA, 2000).

Todos los humedales del Distrito han sido afectados por diversos factores relacionados con los cambios del uso de la tierra, áreas rurales alejadas del perímetro urbano fueron progresivamente incorporadas al desarrollo urbano-industrial. Por esta razón las afectaciones siguen patrones comunes que se han manifestado diferencialmente en el tiempo, a medida que los ejes de crecimiento de la ciudad se han desplazado, inicialmente en dirección norte y luego en dirección suroeste, siguiendo por lo general la dirección de los trazados de las vías principales y el proceso de incorporación de municipios como Engativá, Fontibón, Suba, Bosa.

De esta manera, los humedales Torca, Guaymaral, Tibanica y Meandro del Say que se encuentran en la frontera del crecimiento urbano, llevan menos años de afectación (10-20 años aproximadamente) que los demás humedales del Distrito, lo cual se refleja en un estado actual menos avanzado de degradación. En el extremo opuesto se encuentran los humedales de La Vaca y Jaboque con cerca de 50 años de afectación, donde La Vaca muestra actualmente un estado muy degradado agravado por su área reducida (Figura 2.2).



Figura 2.2. Remanente del humedal La Vaca, fuertemente transformado. Thomas McNish.

Siguiendo la expansión urbana hacia el suroccidente, los humedales Juan Amarillo, Santa María del Lago, Capellanía y Techo tienen un periodo de afectación del orden de 40 años, donde factores como el área y el nivel socioeconómico de los barrios vecinos han marcado diferencias en el modo y la intensidad de la afectación.

Finalmente, los humedales de Córdoba y El Burro aún cuando llevan 20 años de afectación, han derivado hacia estados de degradación diferentes tanto por particularidades en sus condiciones hidroclimáticas y morfométricas, como por el nivel socioeconómico de los asentamientos aledaños.

Para los años 70 los bosques nativos remanentes fueron arrasados y sus tierras se convirtieron en grandes potreros, generando así tres facetas importantes en la definición de la dinámica de transformación de estos ecosistemas:

- Desaparición de algunas de las especies nativas que los conformaban.
- Adaptación de diferentes especies a nuevas condiciones.
- La aparición y aumento de especies oportunistas que, aprovechando las nuevas condiciones del hábitat, lograban establecerse y ser fuertes competidoras para las establecidas – este se muestra como claro ejemplo de especies exóticas, como eucalipto (*Eucalyptus sp*), pino (*Pinus sp*) y posteriormente retamo espinoso (*Ulex europaeus*), entre otras.

En la época de los 80 se produjo el auge de prácticas agrícolas que requerían del uso de gran cantidad de químicos y pesticidas, los cultivos de flores y papa, a raíz de lo cual muchos de los terrenos anteriormente utilizados para la ganadería y otro tipo de cultivos fueron poco a poco reemplazados. Lo anterior trajo consigo, casi de forma paralela, la masiva llegada de urbanizadores y el inicio de los rellenos. Este fenómeno se considera el más grave tensionante al que han sido sometidos los humedales de la sabana de Bogotá con su incorporación al espacio urbano. Para esta época se calcula que el cuerpo de agua de la mayoría de los humedales había sido invadido por vegetación cada vez más terrestre, casi en un 70%, produciendo así el aumento de la carga orgánica y sedimentos, lo cual generó altos niveles de eutrofización, colmatación y posterior terrificación del ecosistema (Figura 2.2).

Como producto de la construcción de urbanizaciones ilegales, se generaron grandes cantidades de escombros que fueron dispuestos en lo que actualmente se conoce como rondas y Zonas de Manejo y Preservación Ambiental -ZMPA- e incluso sobre el cuerpo de agua, lo cual trajo consigo el constante relleno y posterior invasión de grandes extensiones de humedales, ante la cual no existía normatividad clara que lo impidiera.

Debido al continuo proceso de degradación de los suelos en las zonas contiguas a los humedales, muchas de las especies vegetales nativas, menos “agresivas” competitivamente y que estaban originariamente presentes en la ronda y en la Zona de Manejo y Preservación Ambiental, desaparecieron, lo cual fue paulatinamente aprovechado por las especies introducidas que rápidamente se expandieron. Un ejemplo que actualmente se convierte en uno de los problemas más graves que tienen los humedales es el alto porcentaje de área invadida por el pasto kikuyo, *Pennisetum clandestinum*.

De otro lado, con el auge de las urbanizaciones y la carencia de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado a las necesidades de una ciudad en aumento, los humedales se convirtieron en los sitios en los que se vertían y actualmente se siguen vertiendo aguas residuales, servidas e industriales a través de las diferentes cuencas tributarias de cada uno de los humedales. Lo anterior, trajo consigo una elevada disponibilidad de materia orgánica, nutrientes disueltos en el agua y el reemplazo de condiciones acuáticas por terrestres.

Al analizar el registro de fotografías aéreas para la década de los 90, en los humedales de Bogotá se puede ver claramente los cambios que ocurrieron (Figura 2.3a-c), representados principalmente en la disminución considerable en sus áreas y la presencia cada vez más notoria de urbanizaciones sobre la ronda, incluso se han encontrado casos de asentamientos en los cuerpos de agua de algunos de los humedales (Orozco *et al*, 1998). El proceso muestra cómo paulatinamente estos ecosistemas quedaron inmersos en una densa matriz urbana y con fuertes cambios en su periferia alterando su funcionamiento ecológico.

Las referencias históricas hacen alusión a cambios en el paisaje y uso del suelo en las áreas que hoy en día se reconocen como humedales del altiplano de Bogotá. Sin embargo, esta información no documenta de manera sistemática los cambios en la estructura de la vegetación y las pérdidas de elementos de la flora acuática y semiacuática.

No obstante, las transformaciones en el paisaje del altiplano en el proceso de cambio reciente (últimos 50 años), permiten dilucidar la tendencia a una disminución del área de cobertura vegetal, de riqueza de especies y diversos efectos específicos en la vegetación acuática y semiacuática. Dentro de los agentes que han transformado los humedales están considerados los factores limitantes, agentes externos al ecosistema, que desestabilizan su funcionamiento al producir el deterioro en los diferentes componentes.

En cuanto a la historia de afectación y deterioro de la vegetación acuática y semiacuática se destacan los siguientes factores:

- **Fragmentación:** como resultado de la construcción de puentes, calles y avenidas, se da lugar a la ruptura del cuerpo del humedal en fragmentos que pueden quedar aislados o parcialmente comunicados, pero con fuertes restricciones al flujo hídrico, afectando los procesos del humedal como una unidad ecosistémica.
- **Relleno:** a causa de la presión que ejerce la ciudad, se adelantan actividades de invasión de las rondas y relleno de los cuerpos de agua, para fines de pastoreo, prácticas agrícolas y urbanización. Estos terrenos incorporados a la ciudad de manera irregular y sin ninguna planificación, dan lugar a la pérdida de considerables porcentajes del área de los humedales.
- **Aguas residuales:** la descarga de aguas servidas de las diferentes actividades (agrícolas, domésticas, industriales, comerciales, hospitalarias, etc.) llevadas a cabo en los barrios y construcciones aledañas, sumado a la deficiencia en los sistemas de disposición de dichas aguas, son la principal causa de polución orgánica que incrementa el fenómeno de eutrofización (contaminación) (Figura 2.4).
- **Desecación:** son varios los factores que influyen en la pérdida de agua de los humedales; entre estos, cabe mencionar el represamiento o taponamiento de los drenajes naturales como consecuencia de obras de ingeniería o con el fin de formar reservorios; la explotación de aguas subterráneas de la cuenca, principalmente, para uso agrícola y aprovisionamiento rural y la construcción de canales, vallados y jarillones que drenan artificialmente el cuerpo de agua.
- **Residuos sólidos:** la acumulación de residuos sólidos contribuyen con la terrización (consolidación de suelos que se alejan del sistema de fluctuación acuática), y los lixiviados que transporta aumentan el grado de contaminación orgánica del humedal.
- **Vertimiento de residuos químicos:** algunos humedales como el de Capellanía y Tibanica han recibido residuos químicos de origen industrial, estos compuestos contaminan el suelo, el agua y su biota.
- **Gases y sustancias tóxicas de carboneras:** los gases y residuos producidos por las carboneras que invaden la ronda de los humedales, afectan la calidad del aire y producen un fuerte impacto en la atmósfera y el ecosistema de humedal. En estas zonas también se queman otros materiales de desechos industriales de plásticos, llantas, entre otros.

A mediados de los años 90 se adelantaron diferentes acciones con miras al mantenimiento y conservación de estos ecosistemas. Actualmente, la cobertura vegetal de las zonas de ronda y de Manejo Preservación Ambiental, en cuanto a su estructura, se encuentra dominada por especies exóticas. Lo anterior, se debe en gran medida a la arborización principalmente con acacias (*Acacia sp*), cipreses (*Cupressus sp*) y eucaliptos (*Eucalyptus sp*), que deben ser objeto de futuros procesos de reemplazamiento. (Ver guía Técnica para la Restauración Ecológica en Áreas con plantaciones Forestales en el D. C., DAMA 2004).

Desde hace aproximadamente diez (10) años se han realizado acciones de revegetalización con especies nativas. Algunos casos específicos se encuentran en los humedales de La Conejera, Santa María del Lago y Córdoba que, actualmente, cuentan con las rondas de mayor diversidad y riqueza de especies

arbóreas y arbustivas, generando barreras vivas que han contribuido considerablemente a la disminución de la presión sobre el cuerpo de agua.(Fig. 2.3.)

Efectuando un análisis rápido por medio de la revisión de información secundaria y verificaciones en campo, se encontró que la cobertura vegetal de las zonas de ronda y Zona de Manejo de Preservación Ambiental, en cuanto a su estructura, se encuentra dominada por especies exóticas. Lo anterior, se debe en gran medida a la arborización con especies exóticas, primordialmente acacias (*Acacia sp*), cipreses (*Cupressus sp*) y eucaliptos (*Eucaliptus sp*), que deben ser objeto de futuros procesos de reemplazamientos paulatinos. (Ver guía Técnica para la Restauración Ecológica en Áreas con plantaciones Forestales en el D. C.).

Los principales factores limitantes y tensionantes que actúan sobre las coberturas vegetales en los humedales corresponden a aquellos que en mayor o menor grado, produjeron y actualmente producen la degradación del suelo, la disminución de la oferta de hábitat, la reducción en cuanto a disponibilidad de espacio, reemplazamiento de especies nativas por especies foráneas o que no se habían considerado como parte de estos ecosistemas (Tablas 2.1., 2.2.)



Figura 2.3. Vegetación terrestre y acuática en el humedal de Córdoba. David Rivera.

Tabla 2.1. Principales factores limitantes en los humedales urbanos del Distrito Capital.

FACTOR	INCIDENCIA
EMPOBRECIMIENTO Y DEGRADACIÓN DEL SUELO	Procesos de lixiviación de micro y macro elementos básicos para el desarrollo y mantenimiento de especies vegetales. Lo anterior debido a la baja y, en casos extremos, nula capacidad del suelo de retención y posterior absorción.
DISMINUCIÓN O PÉRDIDA DE ESPECIES VEGETALES NATIVAS	Especies como el aliso <i>Alnus acuminata</i> son muy importantes y característicos de los ecosistemas del humedal, al desaparecer generan fuertes impactos dentro de la dinámica sucesional.
LENTA TASA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	La acumulación de excedentes de materia orgánica por aportes desde ecosistemas riparios y por una relativamente lenta tasa de descomposición, esta limitación se incrementa en las condiciones de temperaturas moderadas a bajas que caracterizan los humedales del Distrito por su ubicación en el piso térmico frío (temperaturas del agua usualmente alrededor de 15° y no superan los 20° C).
DEFICIENCIAS DE OXÍGENO DISUELTO	Insuficiencia en la oxigenación de las aguas como consecuencia de la anterior característica, que limita el desarrollo y persistencia de especies poco tolerantes a la pobreza en oxígeno y favorece las especies tolerantes.
PÉRDIDA Y /O DISMINUCIÓN DEL ÁREA DE RONDA Y ZMPA COMO PRODUCTO DE ACTIVIDADES ANTRÓPICAS	Disminución de la disponibilidad de área para el establecimiento de especies de vegetación terrestre propias de los ecosistemas de humedal, que no solo tienen función como hábitat de muchas especies, sino que también se convierten en importante barrera que ayuda a disminuir la presión sobre el cuerpo de agua.

Tabla 2.2. Principales factores tensionantes en los humedales del Distrito Capital

FACTOR	INCIDENCIA
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL HUMEDAL	Cambio de uso del suelo, en el que se afecta la dinámica propia de la cobertura vegetal y se disminuye el espacio potencial para la propagación y crecimiento y/o establecimiento de especies.
RESIDUOS SÓLIDOS	Disminución del área para el desarrollo de diferentes tipos de cobertura de vegetación terrestre. Los procesos de degradación y por ende el continuo empobrecimiento de las condiciones tanto intrínsecas (propias del suelo) como extrínsecas (condiciones externas al suelo pero que tiene influencia directa) del suelo. Entre los residuos sólidos más comunes se encuentran las basuras de origen doméstico e industrial y los desechos de las construcciones.
ESPECIES INVASIVAS FORÁNEAS	Especies como <i>Pennisetum clandestinum</i> y <i>Ulex europaeus</i> son muy agresivas y afectan el desarrollo de otras especies vegetales, disminuyendo así, la diversidad del área. Otra consecuencia puede verse reflejada en la presión que ejercen, pueden llegar a impedir que nuevas especies se establezcan en la zona, frenando el desarrollo del banco de semillas y “ahogando” las plántulas por desplazamiento competitivo.
PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL	Tala o daño mecánico de las especies vegetales que se encuentran sobre la zona de ronda a causa de actividades de tipo antrópico.
CONTAMINACIÓN CON AGUAS RESIDUALES	Cargas de contaminación por aguas residuales tanto de origen doméstico (excretas, tensioactivos, microorganismos patógenos), como industrial (grasas, metales pesados etc.).
PASTOREO DE GANADO / DESARROLLOS ILEGALES DE VIVIENDA	Desecación de vastas áreas originalmente inundables para usos en pastoreo de ganado, cultivos y, especialmente, para desarrollos urbanos.
DESVÍO DE AGUAS AFLUENTES	Desvío de las aguas afluentes en canales y otras obras hidráulicas que aíslan el humedal de su sistema de renovación hídrica original.
CAMBIO DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA RONDA Y LA ZMPA	Reemplazamiento de especies de vegetación riparia por fórmulas artificiales de jardinería o con fines de desecación (<i>Eucalyptus</i> sp, <i>Pinus</i> sp), que genera la pérdida de hábitat para especies de fauna propias del humedal.

2.2. CONSECUENCIAS DE LA ALTERACIÓN ANTRÓPICA DE LOS HUMEDALES SOBRE SU FAUNA

En las primeras décadas del siglo XX la ciudad creció notablemente hacia el oeste y el norte. La tala del bosque en los cerros, principalmente para leña y carbón, junto con la intensificación de la agricultura y ganadería en la Sabana, aumentaron las cargas de sedimentos que llegaban a los humedales (Van der Hammen, 2003). Es probable que la turbidez de las aguas aumentara hasta el punto de afectar la vegetación sumergida que alimentaba a ciertas especies de fauna como el pato carrango *Netta erythrophthalma* (Fjeldsa, 1985; Fjeldsa y Krabbe, 1990).

El antiguo lago del Tintal fue fraccionado en los años 30 por la construcción del aeródromo de Techo y la avenida de Las Américas, dando como resultado los humedales de Techo, El Burro, La Vaca, Tibanica y el lago de Timiza, los cuales comenzaron a sufrir reducciones sucesivas en sus áreas, especialmente, a partir de 1948, cuando nuevas oleadas de refugiados llegaron a Bogotá huyendo de la guerra civil. Los últimos registros del aguilucho de ciénaga gris *Circus cinereus* en Bogotá datan de los años 40 (Olivares, 1969); posiblemente, fue víctima de la cacería. En la década de los 50 la construcción de la avenida y



Figura 2.4. Fragmentación del hábitat en el humedal Jaboque por la construcción de una cicloruta. Se observan remanentes de juncos a la derecha e izquierda del camellón y el proceso de potrerización. F.G. Stiles & L. Roselli

aeropuerto ElDorado fraccionó una antigua laguna en los humedales de Jaboque y Capellanía y la anexión a la ciudad de Suba y Engativá en 1954 aceleró la urbanización de las áreas aledañas en las siguientes décadas. La construcción de la Autopista del Norte en esta década fraccionó un antiguo lago en los humedales de Torca y Guaymaral (DAMA, 2000). Es probable que la reducción y fragmentación de los humedales hayan afectado más las zonas de aguas pandas con vegetación emergente, antes extensas y así provocaron la desaparición del cira, *Podiceps andinus*, de los humedales de Bogotá alrededor de 1960 aunque la recolección de los huevos de esta ave también pudo haber contribuido a su deceso (Fjeldsa, 1993). Los últimos registros del pato carrango *Netta erythrophthalma* de los humedales de Bogotá también corresponden a este período (Olivares, 1969).

La reducción y fragmentación de los humedales continuó en la década de los 60: el desarrollo de Ciudad Techo (luego Kennedy) redujo más los humedales del antiguo lago del Tintal; se construyó un camellón para desviar el cauce del río Juan Amarillo y comenzó la desecación de este humedal y la urbanización de su ronda, inicialmente del lado de Suba; la construcción de la avenida Boyacá aisló los dos segmentos del humedal de Santa María del Lago (DAMA, 2000).

Esta década vio la extinción del pato pico de oro *Anas georgica niceforoi* de los humedales de Bogotá (Fjeldsa y Krabbe, 1990, Olivares, 1969), probablemente víctima de la cacería además de la pérdida de hábitat (especialmente, en la zona de Tibabuyes).

El drenaje de parte del humedal de Juan Amarillo permitió el avance de los potreros y luego la

urbanización de su ronda a partir de los 70; en estos años el de La Vaca también sufrió una reducción notable y aparentemente durante esta década desapareció de Bogotá el avetoro tropical *Botaurus pinnatus* (Fjeldsa y Krabbe, 1990; Hilty, 1985).

Con la construcción de la avenida La Esperanza y Ciudad Salitre, en los 80, fue fragmentado y reducido notablemente el humedal de Capellanía; los de Juan Amarillo y Jaboque sufrieron el acoso de las urbanizaciones tanto del lado de Suba como de Engativá; la parte oriental de Santa María del Lago fue finalmente vaciada y los demás humedales sufrieron cambios similares más paulatinos (DAMA, 2000; Rangel, 2000). Los últimos registros confiables del pato castaño *Anas cyanoptera borreroi* son de esta década (Hilty, 1985; ABO, 2000).

Durante esta década también el desvío de una parte del río Bogotá cortó un meandro del río y efectivamente creó un humedal nuevo, el Meandro del Say. Inicialmente, este humedal adquirió un espejo de agua apreciable por filtración de las aguas del río, pero en los siguientes diez años la ronda fue invadida por zonas industriales y por urbanizaciones; el relleno, la colmatación y la contaminación del meandro desde entonces, han reducido su potencial faunístico.

Aunque no se ha extinguido del todo ninguna especie de los humedales del Distrito Capital en los últimos veinte años, la disminución de varias especies y subespecies endémicas y amenazadas ha seguido. La garcita dorada *Ixobrychus exilis* está al borde de la extinción local y el chirriador *Cistothorus apolinari* ha desaparecido de la mayoría de los humedales bogotanos –solamente en Tibanica se puede encontrar más de dos o tres parejas (ABO, 2000; Caycedo, 2001; Morales, 2001)–. La tingua moteada *Gallinula melanops* (Figura 2.9), hace 25 años el ave acuática más abundante de la región (Fjeldsa y Krabbe, 1990) ha desaparecido de la mayoría de los humedales bogotanos y la tingua bogotana *Rallus semiplumbeus* mantiene una pequeña población solamente en el humedal de La Conejera con algunos individuos en Juan Amarillo, Guaymaral y Jaboque (ABO, 2000).

Durante la década de los 90 se desataron varios procesos que, en su conjunto, definirán el destino de los humedales bogotanos y, por ende, su fauna hacia el futuro. Por un lado, las entidades del gobierno distrital comenzaron a interesarse en los humedales por diversos motivos y con resultados buenos y malos para su conservación. Las acciones que han resultado más negativas para la fauna han sido la reducción del suministro de agua a los humedales, el dragado y en algunos casos la excavación de canales profundos, la reconfiguración de los bordes con pendientes abruptas y el revestimiento con cemento de muchos cauces que conectan varios humedales (Figura 2.5).

La excavación de canales profundos para evacuar más rápidamente el agua efectivamente drenó y secó la mayor parte de los humedales de Techo, Guaymaral y Torca eliminando áreas importantes de hábitat para fauna, especialmente en Guaymaral (Figura 2.6).



Figura 2.5. Construcción de canales perimetrales en el humedal de Jaboque modificaron su funcionamiento hidráulico. (Foto: F. G. Stiles & L. Roselli)



Figura 2.6. Canales de drenaje profundos causan la desecación en el humedal de Guaymaral. (Foto: F. G. Stiles & L. Roselli).

2.3. SÍNTESIS LIMNOLÓGICA

La síntesis limnológica se efectuó con base en el análisis de información secundaria recopilada en diversas fuentes y trabajos realizados en los últimos años, por diferentes grupos de consultores e investigadores en los humedales del Distrito Capital. En general, se puede inferir que la información compilada obedece al cumplimiento de diferentes objetivos, en pocas ocasiones sobre el conjunto de los 13 humedales, lo cual generó restricciones en la obtención de una visión integral y actualizada de su estado, toda vez que las metodologías utilizadas en el levantamiento de la información primaria fueron diferentes en la mayoría de los casos. Sin embargo, la revisión extensiva de los datos permitió seleccionar aquella información comparable a partir de la cual se elaboró este componente del protocolo.

Los elementos básicos para la descripción limnológica de un humedal son: las variables fisicoquímicas del agua y la composición, abundancia y distribución de las diferentes formas de vida presentes en el ambiente acuático: plancton, bentos, perifiton, vegetación acuática y semiacuática.

2.3.1. PLANCTON Y BENTOS

A continuación se hace una descripción de los inventarios sintetizados (presencia) de morfoespecies pertenecientes al plancton y bentos, únicos grupos inventariados, parcialmente, en algunos de los humedales del Distrito. Las características de abundancia, diversidad y distribución de las diferentes formas de vida no fueron descritas, ya que no se obtuvo información comparable acerca de ellas. El perifiton es un grupo que tampoco ha sido descrito con suficiencia.

El inventario de macroinvertebrados acuáticos (bentos) para un conjunto de ocho humedales (Anexo 1), a partir del estudio de ECOLOGY & ENVIRONMENT INC. & HIDROMECÁNICAS LTDA. (1998), muestra evidentemente una pobreza generalizada en la composición de la fauna de macroinvertebrados. Sin embargo, también se debe señalar que estos datos resultan bastante fragmentarios, pues solo se registran en un humedal formas cuya amplia distribución es reconocida en ambientes con alta carga orgánica, como los gusanos *Tubificidae* o en otros casos larvas de dípteros *Culicidae*, cuyos adultos constituyen una plaga molesta en todas las áreas de humedales.

Otro grupo que se registra de modo muy marginal es *Chironomidae* (Diptera), se encuentran diversificados en los ambientes acuáticos del altiplano y que al ser identificados con una resolución mayor a la disponible, seguramente darían distribuciones diferenciales mucho más informativas, dadas las marcadas diferencias entre las especies de este grupo en cuanto a la tolerancia frente a la contaminación, especialmente, de tipo orgánico. La realización de muestreos más intensivos y repetidos en el tiempo, permitirá obtener un inventario más completo de este importante componente. (Fig. 2.7)

La presencia de morfoespecies de fitoplancton (Anexo 2) y zooplancton (Anexo 3) fue posible encontrarla para los humedales de Santa María del Lago y Jaboque, para los demás no se encontró información comparable. Al analizar la información existente se establece que el número de muestreos disponibles por ahora no son suficientes para determinar con certeza la riqueza y distribución de estas formas de vida, tampoco permiten establecer patrones comparativos entre los diferentes humedales. En la Figura 2.7. se observa el predominio de las clases *Bacillariophyta* y *Chlorophyta* del fitoplancton y de los copépodos, rotíferos y cladóceros para el zooplancton, como síntesis de la información compilada para algunos humedales.

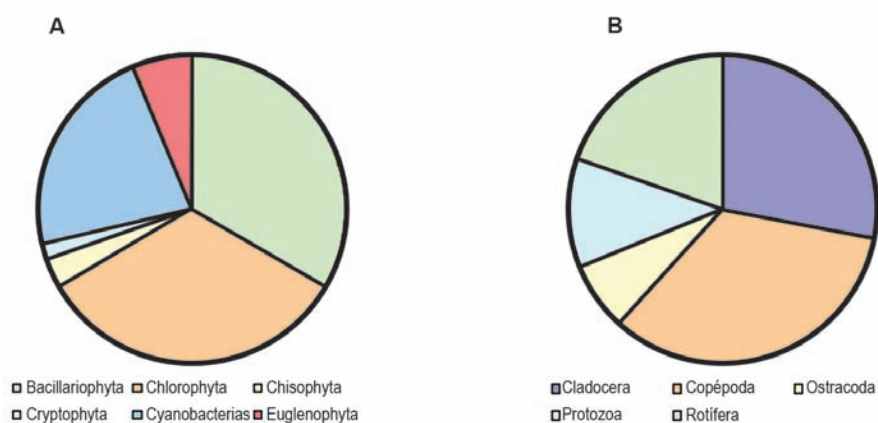


Figura 2.7. Distribución de las morfoespecies de plancton en Clases: A, Fitoplancton; B, Zooplancton.

2.3.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS AGUAS

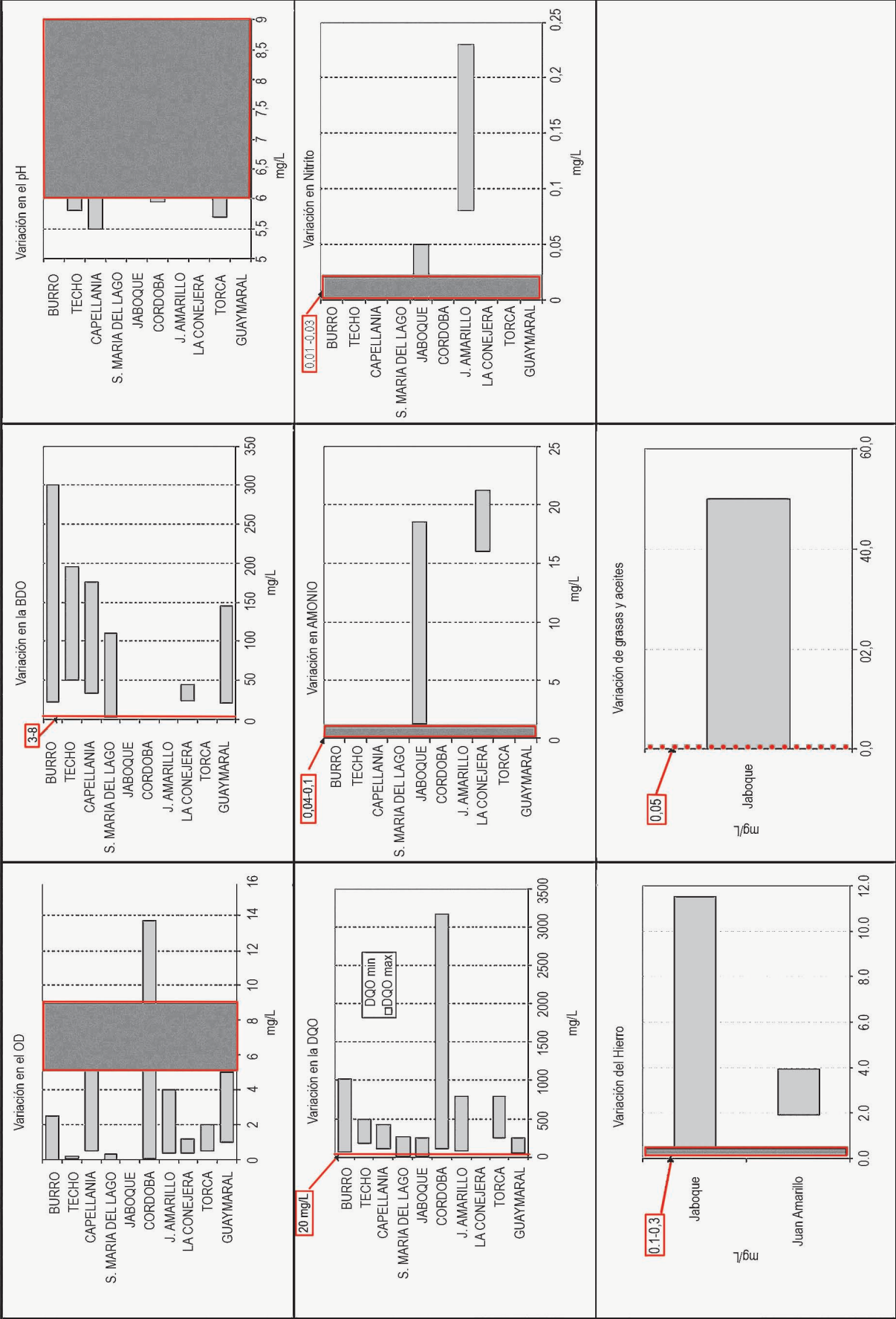
La variación encontrada en los valores para algunas características fisicoquímicas del agua como: oxígeno disuelto (OD), demanda biológica y química de oxígeno (DBO, DQO), pH, hierro, grasas y aceites, nitrito y amonio, se resumen en la Figura 2.8. Para el conjunto de los datos se deben hacer dos consideraciones; primero, la existencia de datos incompletos en todos los humedales; segundo, los rangos para algunas variables son muy grandes, lo cual puede responder al manejo de técnicas no estandarizadas, o a la variabilidad en la composición de la carga de contaminantes que se incorporan diferencialmente a los humedales, ya que por décadas han estado recibiendo las aguas lluvias, residuales y aquellas provenientes de procesos industriales y comerciales.

Por otro lado, en la misma figura se demarcan con rojo los límites superior e inferior de los valores críticos permitidos para el desarrollo de la vida acuática, según diferentes sistemas de normas internacionales como las establecidas por Chapman (1992). Teniendo en cuenta tales límites, los humedales presentan en su mayoría niveles no permitidos de las variables evaluadas, lo cual señala la situación generalizada de baja calidad del agua en los humedales estudiados. La única variable que no sobrepasa el límite permitido es el pH, el cual no representaría ninguna indicación de calidad, pues existen organismos que están adaptados a condiciones extremas del potencial de hidrógeno.

A fin de evitar la variabilidad en las metodologías para la toma de muestras y hacer comparables los datos obtenidos para las diversas variables limnológicas tanto físico-químicas como biológicas, el DAMA, hoy Secretaría Distrital de Ambiente, elaboró con el Departamento de Biología de la Universidad Nacional, un Protocolo para el Monitoreo Limnológico de los Humedales el cual está a disposición de los usuarios*.

* Protocolo de monitoreo limnológico a disposición de los usuarios en el Centro de documentación de la SDA.

Figura 2.8. Intervalos de variables fisicoquímicas medidas en los humedales (las líneas rojas señalan los valores críticos permitidos para vida acuática según normas internacionales) (Adaptado de Chapman, 1996).



2.3.3. MACRÓFITAS ACUÁTICAS Y SEMIACUÁTICAS

La lista actualizada de las especies de macrófitas acuáticas y semiacuáticas, a partir de las fuentes bibliográficas revisadas, se registra en el Anexo 4, con base en las fuentes de Conservación Internacional (2001) para el conjunto de los humedales, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales (2003) para Jaboque; Romero (2002) para Torca, y para Santa María del Lago, Burbano et al. (2001), Bohórquez et al. (2002), Puerto et al. (2002) y Garzón et al. (2003).

De estos estudios se puede concluir que las especies más representativas son: *Bidens laevis*, *Juncus effusus*, *Polygonum sp.*, *Typha latifolia*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Schoenoplectus californicus*, *Cyperus rufus*, *Limnobiium laevigatum*, *Lemna sp.*, *Eleocharis sp.*, *Rumex conglomeratus*, *Azolla filiculoides*, *Eichhornia crassipes*, *Nasturtium officinale*, *Cotula coronopifolia*, *Carex sp.*, *Spilanthes americana*, *Ludwigia peploides*. Las cinco primeras especies están presentes en todos los humedales y, por ende, son las más representativas. (Fig. 2.9-2.10)

Los humedales con mayor riqueza de especies son: La Conejera, Torca, Guaymaral, Juan Amarillo y Córdoba; las de menor son La Vaca y El Burro. Para los primeros la prioridad de manejo se debería orientar hacia la conservación y para los segundos la actividad indicada sería el enriquecimiento vegetal.

El total de especies registradas llega a 81 si solo se consideran las acuáticas y semiacuáticas propiamente dichas; además, de estas se reportan 12 especies arvenses (oportunistas) que en algunas ocasiones invaden áreas de los humedales alteradas por rellenos (Figura 2.11 a-f).

En cuanto a la riqueza de especies registrada en los diferentes humedales, se evidencia el efecto de la metodología utilizada y de la intensidad de muestreo; esto es claro en el caso de Instituto de Ciencias Naturales (2003) donde los levantamientos fitosociológicos complementados por inspección cualitativa arrojaron un total de 65 especies frente a 16 registradas por Conservación Internacional (2001), quienes usaron un método de menor resolución partiendo de la interpretación de fotografías aéreas y verificación cualitativa en campo. Este último método está orientado, específicamente, a la mapificación cuantitativa de coberturas vegetales donde se resaltan las formas dominantes en área. Las especies de población escasa, pero de florística importante tienen menos probabilidad de ser registradas por este método. Por lo tanto, sería recomendable la integración de estos dos enfoques para una caracterización y monitoreo de la vegetación.

Otro factor que incide en las diferencias de la riqueza es el grado de resolución taxonómica empleado en la identificación de la flora; algunos géneros que presentan varias especies fueron registrados tan solo en el ámbito genérico, con lo cual se subestima la riqueza y, además, se pierde la posibilidad de establecer patrones de bioindicación.



Figura 2.9.
Junco o totora
(*Schoenoplectus californicus*).
David Rivera.



Figura 2.10. Enea o
espadaña (*Typha latifolia*).
David Rivera



a) Pradera errante con buchoncito, *Limnobium laevigatum*, humedal Tibanica.



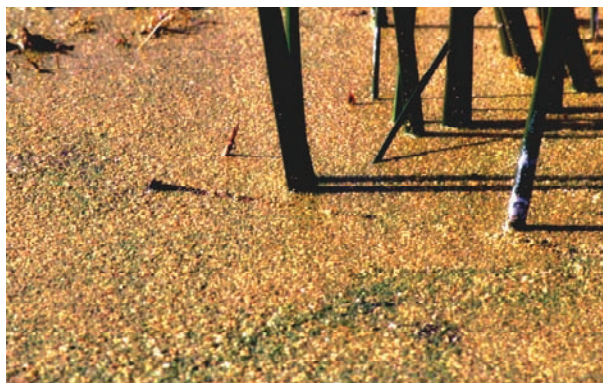
b) Pradera emergente juncoide con enea, *Typha latifolia*, humedal Jaboque.



c) Pradera emergente mixta con lenguevaca, *Rumex conglomeratus*, humedal El Burro.



d) Pradera emergente mixta con botoncillo, *Bidens laevis*, humedal Santa María del Lago.



e) Pradera errante con lenteja de agua, *Lemna gibba*, humedal Tibanica.



f) Pradera emergente herbácea con sombrillita de agua, *Hydrocotyle ranunculoides*, humedal Juan Amarillo.

Figura 2.11 a-f. Algunos de los principales tipos de vegetación acuática y semiacuática en los humedales de Bogotá. Thomas McNish

Al analizar los datos registrados para Santa María del Lago se puede afirmar que la intervención ejecutada no ocasionó un notorio descenso en la riqueza, y más bien se ha dado la aparición de algunas especies como *Utricularia*, cuyo registro y comprobación es importante por su potencial indicativo de condiciones de recuperación de la calidad del agua. Otro hallazgo importante es la presencia, en el

Humedal de Jaboque, de *Anomobryum* sp. y *Rhodobryum roseum*, especies de musgos, que podrían estar relacionados con relictos de vegetación paramuna. Además, *Senecio carbonellii* planta endémica y amenazada de la Sabana de Bogotá, representa un registro único en el humedal La Conejera.

Por otra parte, en cada humedal se han identificado pequeñas poblaciones muy localizadas de especies que, si bien no son endémicas, constituyen elementos importantes en el proceso de restauración ecológica y nivel de biodiversidad florística local, entre ellas: *Miryophyllum aquaticum* en Jaboque, *Cotula coronopifolia* en Juan Amarillo y Tibanica o el caso de *Hottonia palustris*, ornamental exótica registrada en Córdoba.

Existen varios métodos para aproximarse a la descripción de comunidades de vegetación, por lo cual el número y composición de estas no resultan siempre iguales; ejemplo de ello son las aproximaciones realizadas por Conservación Internacional (2001) para los humedales del Distrito y por el Instituto de Ciencias Naturales (2003) para el humedal de Jaboque. Esto incide en forma directa en los resultados respecto a la diversidad fisionómica y de coberturas.

La síntesis que se desarrolla en adelante se basa en los datos de Conservación Internacional (2001) debido a que representa un levantamiento de información sobre los humedales del Distrito, partiendo de la mapificación cuantificada de la vegetación. Para establecer más claramente la importancia de las coberturas de vegetación acuática y semiacuática se agruparon en un esquema modificado de los tipos fisionómicos planteados por Schmidt-Mumm (1998).

La distribución general por área de los tipos fisionómicos (Figura 2.12) muestra que en los humedales bogotanos predominan las praderas emergentes juncoides y herbáceas, sumando entre las dos 188.5 ha, correspondientes al 60% del área vegetal acuática de los humedales; se encuentran las praderas emergentes mixtas y los pastizales húmedos que representan en conjunto el 22% del área y ocupan el 18% restante; se distribuyen las praderas emergentes graminoides, errantes y pastizales encharcados, los matorrales húmedos alcanzan menos del 1%.

En la distribución de los tipos fisionómicos de vegetación se presentan variaciones importantes en cada humedal, debido a la interacción de diversos factores, principalmente, el área total de cada humedal, la heterogeneidad en los perfiles batimétricos, la disponibilidad y distribución de la cantidad y calidad del agua y a la historia de afectación. Es importante resaltar que las coberturas de pastizales húmedos y encharcados que representan el 18.3% del área, pueden considerarse como pérdida de vegetación acuática, asociada con el deterioro de los humedales debido, principalmente, a los rellenos y a la desecación.

Además de los tipos fisionómicos descritos anteriormente, dentro de la vegetación acuática existen las praderas sumergidas constituidas por especies tales como: *Potamogeton* spp., *Elodea* o *Egeria densa*, *Utricularia gibba*, *Miryophyllum aquaticum* y *Chara* sp., las cuales se encuentran registradas en los inventarios pero no aparecen dentro de las coberturas registradas por Conservación Internacional (2001). Esto se debe a que la información se determinó a través de fotografías aéreas, método por el cual no se pueden diferenciar los tipos sumergidos y debido a la muy reducida extensión del espejo de agua libre en los humedales, excepto Juan Amarillo y Santa María del Lago que, recientemente, han sido objeto de adecuaciones hidráulicas fuertes, generando áreas extensas de espejo de agua.

La distribución de las coberturas vegetales por área agregada en el conjunto de los humedales (Figura 2.13), muestra que las de mayor extensión son: SC (dominada por *Schoenoplectus californicus*) con 92.12 ha, seguida de MV (dominada por *Rumex conglomeratus* y *Polygonum* sp.) con 39.83 ha y P2 (Pastizal encharcado de *Pennisetum clandestinum*) con 20.7 ha.

Las siguientes ocho coberturas presentan áreas constituidas por las especies de mayor representación entre 7 y 15 ha, como: *Bidens laevis*, *Rumex conglomeratus*, *Typha latifolia*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Carex* spp, *Polygonum* spp, *Limnium laevigatum* y *Juncus effusus*. Este conjunto de 10 coberturas abarca un 78% del área acuática y semiacuática de los humedales, el 22% restante corresponde a 46 coberturas con área menor de 7 ha cada una, generalmente, con especies de porte pequeño.

Tabla 2.3. Definición y descripción de tipos de vegetación acuática y semiacuática.

Tipo Fisionómico	Hábitat	Especies
Pradera emergente juncoide: con especies enraizadas emergentes con hojas similares a los juncos.	Juncal	<i>Schoenoplectus californicus</i>
	Eneal	<i>Typha latifolia</i>
	Pradera emergente juncoide	<i>Juncus effusus</i> <i>Eleocharis</i> sp. <i>Carex</i> sp.
Pradera emergente herbácea: con especies enraizadas emergentes de hojas anchas.	Bl	<i>Bidens laevis</i>
	Pol	<i>Polygonum segetum</i>
	Rum	<i>Rumex conglomeratus</i>
Pradera emergente graminoide: con especies enraizadas emergentes con hojas similares a los pastos	Macollas gramíneas	<i>Carex</i> sp.
	Pradera emergente graminoide	<i>Carex</i> sp. <i>Polygonum</i> sp <i>Rumex conglomeratus</i> <i>Ludwigia peploides</i>
Pradera emergente mixta: con especies enraizadas emergentes con formas de juncos, pastos y herbáceas	Pradera emergente mixta	<i>Bidens laevis</i>
		<i>Polygonum</i> sp. <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Limnobium laevigatum</i> <i>Rumex conglomeratus</i> <i>Carex</i> sp. <i>Lemna gibba</i> <i>Azolla filiculoides</i> <i>Cotula coronopifolia</i> <i>Cyperus rufus</i> <i>Senecio carbonelli</i> <i>Ludwigia peploides</i>
Pradera errante emergente: con especies no ancladas al sustrato, unas con un porte de moderado a alto y otras de porte bajo.	Tapete flotante	<i>Lemna gibba</i> <i>Azolla filiculoides</i> <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> <i>Limnobium laevigatum</i>
	Pradera errante emergente	<i>Limnobium laevigatum</i> <i>Eichhornia crassipes</i> <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> <i>Polygonum</i> sp. <i>Bidens laevis</i> <i>Lemna gibba</i> <i>Azolla filiculoides</i> <i>Galium ascendens</i>
Matorral húmedo: se desarrolla en suelos saturados de agua y presenta especies de hierbas y formas arbustivas.	Matorral húmedo	<i>Rubus</i> spp. <i>Baccharidastrium argutum</i> <i>Cuphea</i> sp. <i>Blechnum</i> sp. <i>Ludwigia peploides</i>
Pastizal húmedo: se desarrolla en suelos saturados de agua con predominio de pastos.	Pastizal húmedo	<i>Pennisetum clandestinum</i> <i>Bidens laevis</i> <i>Polygonum</i> sp <i>Rumex conglomeratus</i> <i>Carex</i> sp <i>Ludwigia peploides</i>
Pastizal encharcado: áreas cubiertas por pastos donde el nivel del agua se halla en la superficie	Pastizal encharcado	<i>Pennisetum clandestinum</i>
* Categorías presentes en los humedales del Distrito, pero no corresponden a las categorías de Schmidt-Mumm (1998). Las especies en negrita son dominantes. Las denominaciones agrupadas bajo la columna de Hábitat, corresponden a las empleadas en el capítulo de Fauna.		

Figura 2.12. Distribución por áreas de los tipos fisonómicos: A, humedales pequeños, B, humedales medianos, C, humedales grandes.

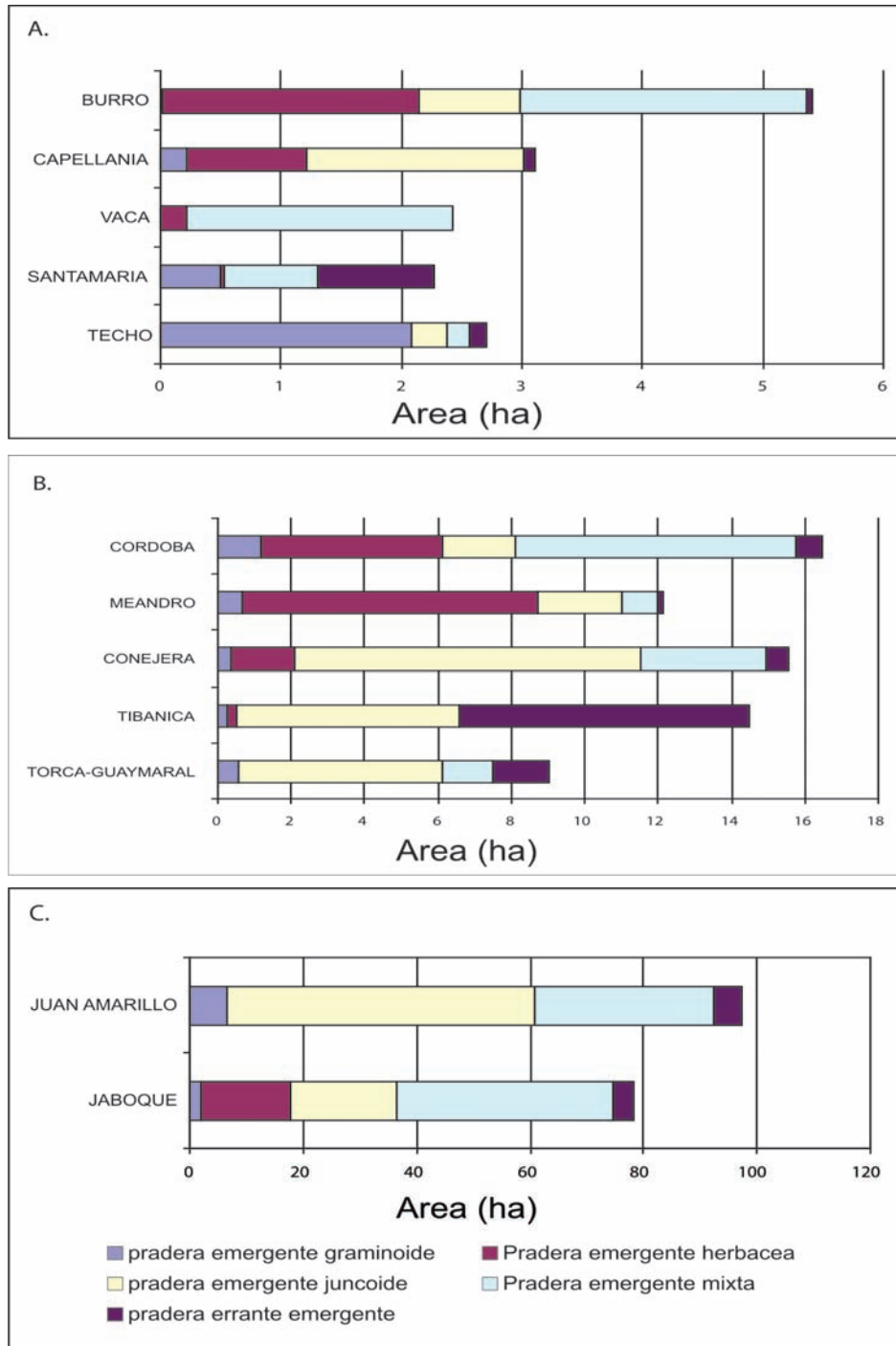
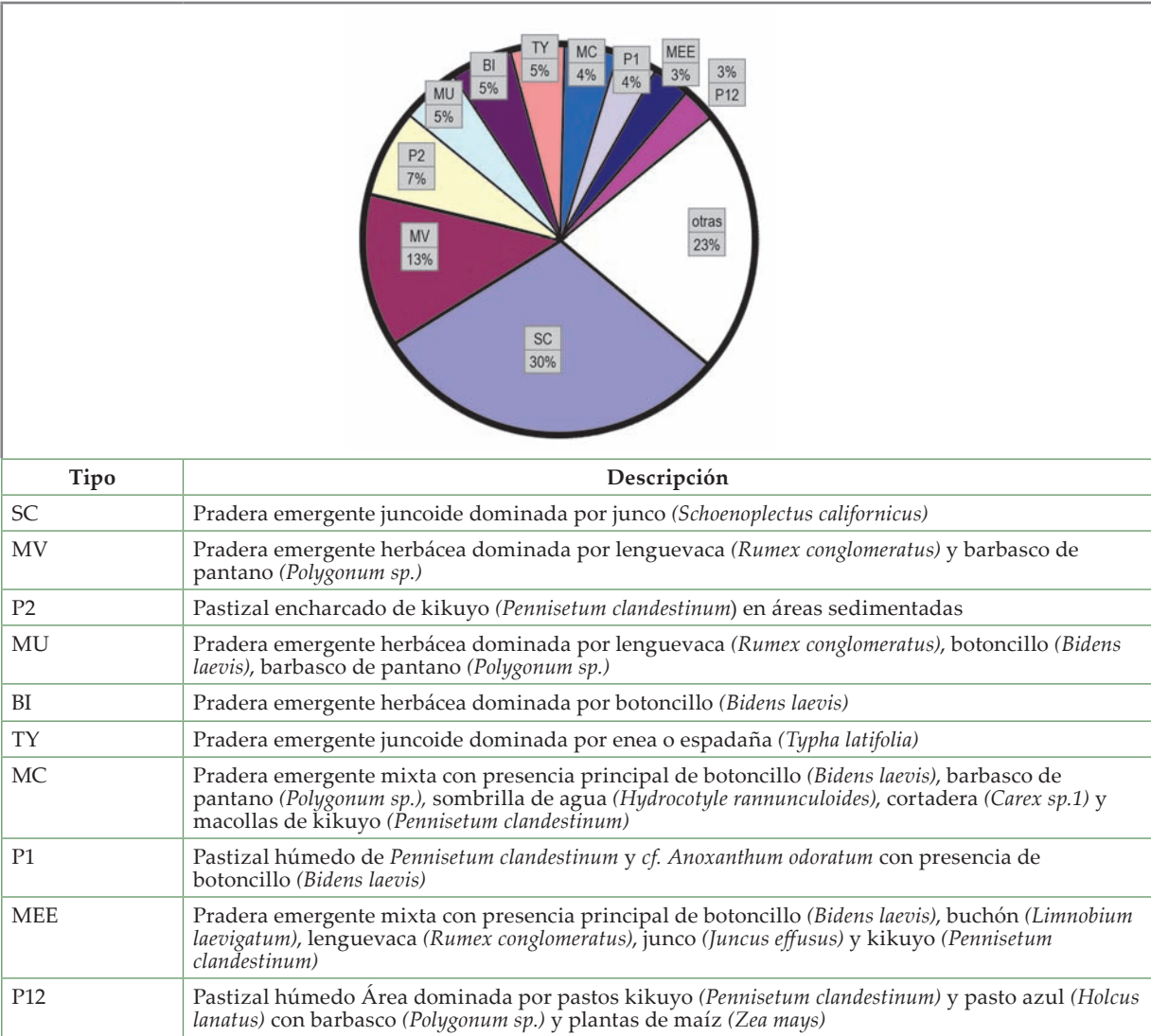


Figura 2.13. Distribución de coberturas de vegetación acuática y semiacuática por área agregada.



El alto grado de degradación de los humedales, generado por la desecación y el relleno de las áreas inundables, se demuestra por la gran extensión y frecuencia de la cobertura P2 (Pastizal encharcado de *P. clandestinum*) y de las demás coberturas donde esta especie herbácea invasiva es dominante.

Dentro de las coberturas multiespecíficas de mayor extensión están: MC, P1, MEE, P12 y SG (*Polygonum segetum*), las cuales presentan áreas relativamente grandes pero solo se encontraron en un solo humedal (Jaboque: MC, P1, MEE y Meandro del Say: P12, SG). La presencia de coberturas múltiples y específicas es un indicativo de diversidad, por lo cual es importante tener en cuenta la distribución de estas en el conjunto de los humedales estudiados.

Según la distribución por frecuencia de aparición, la mayoría de ellas se presentan de manera ocasional en uno o dos humedales. Por otra parte, las mayores coberturas son los eneales dominados por *Typha latifolia* (TY), los juncales dominados por *Schoenoplectus californicus* (SC) y las praderas dominadas por *Bidens laevis* (BL) que aparecen en 8 o más humedales.

Con menor frecuencia aparecen las coberturas: LM (*Lemna sp.*), MV (*R. conglomeratus* y *Polygonum sp.*), XC (*R. conglomeratus*), YG (*Polygonum sp.*), EC (*E. crassipes*), MI (*H. ranunculoides*, *B. laevis* y *Polygonum sp.*), HR (*H. ranunculoides*) y *L. laevigatum* (LB), presentes entre 3 y 6 humedales. Las restantes coberturas hacen presencia en sólo 1 ó 2 de ellos.

De acuerdo con la integración de las distribuciones por área y frecuencia, las coberturas más importantes son de composición monoespecífica, siendo las más representativas: *Schoenoplectus californicus*, *Bidens laevis*, *Typha latifolia*, *Pennisetum clandestinum*, *Rumex conglomeratus*, *Polygonum spp* (muy posiblemente *P. segetum* y *P. hydropiperoides*) y *Eichhornia crassipes*).

Las praderas flotantes de Lemnáceas son también importantes a pesar de que aparecen registradas solo en seis humedales, y con un área de 2.6 ha. Esto se debe a la escasez de áreas de espejo de agua libre donde se puedan desarrollar a una escala detectable, y a su pequeño porte, lo que permite que se desarrollen, en forma parcial, ocultas por vegetación emergente poco densa. Siendo una pradera errante puede desaparecer localmente de un día para otro por el efecto del viento y, por su relativo corto tiempo de vida, al compararse con especies de otras praderas flotantes como *Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes*.

2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS HUMEDALES

Teniendo en cuenta que el tipo de información compilada a partir de los estudios y consultorías que sirvieron de base para el análisis de la información presentada, en especial para el componente de vegetación acuática y semiacuática, así como para el de vegetación terrestre, fue variable en razón de las metodologías empleadas, se ofrece un análisis de la oferta ambiental, el potencial biótico y el potencial de restauración abordando estos compartimentos del ecosistema de forma individual para culminar en una síntesis que busca plantear acciones de manejo para su rehabilitación o recuperación.

2.4.1. ANÁLISIS DE LA FAUNA – ÉNFASIS EN AVIFAUNA

Dado que la información secundaria relacionada con la fauna de los humedales bogotanos se encuentra en un estado muy básico y que debe ser objeto de investigación, se enfatizó en las aves como uno de los grupos de mayor interés sobre el cual existe una buena cantidad y calidad de información. Por lo tanto, los análisis se concentraron en identificar y caracterizar los hábitat de mayor valor para la conservación de la avifauna, con énfasis en las especies endémicas y/o amenazadas y abarcar aspectos relacionados con la rehabilitación de estos hábitat. (Anexos 5 y 6)

OFERTA AMBIENTAL Y HÁBITAT PARA LA FAUNA: La oferta ambiental de un humedal se define como lo que éste ofrece a la fauna, en particular la extensión, el estado y la diversidad de hábitat. A su vez, la disponibilidad de los ambientes va a reflejar la cantidad, calidad y fluctuaciones del agua.



Figura 2.14. La monjita, *Agelaius icterocephalus* y el junco *Schoenoplectus californicus* son dos especies propias de los humedales cuya presencia se encuentra limitada en la parte alta del humedal de Juan Amarillo desmejorando las condiciones de oferta ambiental. David Rivera

El potencial biótico está representado por las especies de fauna presentes en el humedal y que no tendrían que ser reintroducidas en un proceso de rehabilitación o recuperación. El potencial de restauración está representado por las especies que podrían mantener poblaciones en el humedal, si fuera posible restablecer áreas suficientes de sus ecosistemas, además de satisfacer los otros requisitos, como controlar o eliminar tensionantes, la presencia de una buena oferta de alimento y las condiciones hídricas adecuadas.

En este sentido, si hay especies ausentes en un humedal que pudiesen ser reintroducidas (Figura 2.14-2.15), el potencial biótico de este humedal representa sólo una parte de su potencial de restauración.

La meta de un programa de restauración de humedales, en cuanto a la conservación de la biodiversidad, es desarrollar este potencial de restauración, es decir, establecer poblaciones de tantas especies como sea posible en cada humedal, dando prioridad a las que están amenazadas o son endémicas (Andrade, 2003; DAMA-Camargo, 2003). Esto no implica que sea factible intentar establecer poblaciones de todas las especies endémicas o amenazadas en cada humedal: varios humedales tienen potenciales de restauración relativamente reducidos desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad.

Esta situación suele deberse a dos causas principales: un área insuficiente o demasiado fragmentada para establecer extensiones adecuadas de ciertos hábitat (Brown y Dinsmore, 1986), situaciones sociales complicadas en la ronda o los barrios circundantes, o ambos (Rodríguez, 2000). En tales casos, las metas en cuanto a restablecimiento de poblaciones de aves y otra fauna tienen que ser más modestas, pero en ningún caso esto implica abandonar el humedal a un proceso de degradación hasta que se acabe. Si se logra una buena calidad de agua, el reestablecimiento de suficiente hábitat para unas pocas especies silvestres, una ronda efectiva y agradable para la comunidad y que provea protección contra depredadores como los perros y gatos, hasta un humedal muy pequeño, contaminado e invadido como La Vaca potencialmente podría cumplir funciones muy importantes para la educación ambiental y la recreación pasiva.

En los humedales en los cuales la existencia de poblaciones de por lo menos la mayoría de las especies amenazadas es factible, la meta de más alta prioridad debe ser la conservación; en los que esto no es posible, otras metas como educación, recreación o regulación hídrica deben ser consideradas. El potencial de restauración también está relacionado con las posibilidades de neutralizar, revertir o eliminar las acciones de los factores tensionantes. En algunos casos, estas medidas deben incluir la corrección, mitigación o compensación de obras ya ejecutadas que han tenido un impacto negativo sobre los hábitats y la fauna de ciertos humedales con alto potencial de restauración (Rodríguez, 2000).



Figura 2.15. Tingua bogotana, *Rallus semiplumbeus*, una especie endémica y amenazada, mantiene una pequeña población solamente en el Humedal de La Conejera con algunos individuos en Juan Amarillo, Guaymaral y Jaboque. Su presencia representa un elemento importante por su potencial biótico. Thomas McNish.

VALORACIÓN DE HÁBITAT PARA LAS AVES ACUÁTICAS: Un indicador fundamental de la oferta ambiental de un humedal para la fauna es la disponibilidad de una variedad de hábitat. Las especies de aves de los humedales, incluyendo las más amenazadas, usan varios ecosistemas estructurales (ver Tabla 2.4 para la definición de estos hábitat). Para precisar la oferta ambiental en términos de hábitat, es necesario tomar en cuenta que muchas aves usan diferentes ambientes estructurales para buscar su alimento, anidar y a veces refugiarse para dormir o escapar de un depredador.

Se procedió a realizar un análisis detallado de los requisitos de hábitat de las aves propias de los humedales de Bogotá, para el cual, se asignó un valor de 0 (no se usa) a 3 (fuertemente preferido) a cada tipo de vegetación por parte de cada especie de ave, basado en observación de campo y datos de la literatura (Palmer, 1962; Fjeldsa y Krabbe, 1990; Del Hoyo et al., 1992; Lozano, 1993; Naranjo, 1995; Del Hoyo et al., 1996; ABO, 2000; Caycedo, 2001; Valencia, 2002).

Para cada especie de ave, la suma de estos valores para forrajeo, anidación y refugio presentó un valor global de la importancia de cada tipo de vegetación para el ave, siendo el máximo posible 9 (fuertemente preferido para cada uso) y el mínimo 0. Después se sumaron los valores para cada tipo de vegetación entre todas las aves para encontrar un valor total de este tipo de vegetación para la comunidad aviar de los humedales. En este análisis se tomaron en cuenta las siete especies y subespecies endémicas y catorce especies más, propias de humedales, para las cuales hay datos suficientes para establecer sus requisitos. Además de los doce hábitat estructurales se tomaron en cuenta varios tipos de vegetación de los bordes de los humedales con el fin de determinar si algunos tienen más importancia como componentes de la ronda (Anexo 7).

Los resultados de este análisis indican que para el conjunto de aves endémicas de los humedales del Distrito, el hábitat más importante es el juncal de *Scirpus californicus*, seguido por la enea *Typha dominguensis* y la vegetación herbácea emergente (*Rumex*, *Bidens*, *Hydrocotyle*, *Polygonum*). Después siguen el juncal corto de las “macollas” de *Juncus*, *Carex* y *Cuphea* y la vegetación flotante de “alto porte” como los buchones (*Limnobium*, *Eichhornia*) y *Ludwigia*; más abajo están el agua abierta (con y sin plantas sumergidas) y los tapetes flotantes de *Azolla* y *Lemna*. Sin embargo, hay bastante diversidad entre las especies en sus formas de usar estos hábitat.

Los mismos juncales representan el hábitat óptimo para el chirriador, tanto para forrajeo como para anidación y descanso, aunque para estas dos actividades también puede usar la enea o vegetación arbustiva adyacente. Para la tingua bogotana el hábitat óptimo es el juncal para anidar y descansar, con espacios poblados por vegetación emergente o flotante donde forrajea. La tingua pico verde forrajea en agua abierta

con tapetes o vegetación flotante o sumergida y anida en vegetación herbácea emergente, juncal o enea en los bordes. La garcita dorada anida y se refugia en los juncos o la enea y forrajea en los bordes de estos o sobre vegetación flotante alta o emergente con espacios de agua limpia.

Es notorio que los juncos son mucho menos atractivos para estas aves cuando están “secos”, es decir no dentro del agua sino rodeados por vegetación terrestre (lo mismo que la vegetación herbácea de los bordes, que es usado más cuando es emergente del agua que cuando crece sobre tierra) y que la enea es mucho menos preferida que el junco, posiblemente porque forma una masa más densa y menos penetrable para las aves. Por lo menos ocho de los diez tipos principales de vegetación acuática son importantes para estas aves: los juncos ocupan un lugar prominente, pero no exclusivo o dominante (Rangel, 2003).

Al agregar las especies endémicas, pero no amenazadas las mismas clases de vegetación siguen siendo las más utilizadas, aunque el agua abierta, especialmente con vegetación sumergida, se vuelve más importante, especialmente, para el pato turrio. Esta conclusión se ve reforzada al considerar el conjunto de aves acuáticas características de los humedales.

La vegetación emergente se vuelve más importante para la comunidad en general, aunque casi todas las especies la usan junto con otros tipos de vegetación. Las orillas abiertas con fangos y lodos con poca vegetación son, fundamentalmente importantes, para los chorlos y caicas; en cambio, las especies acuáticas son indiferentes a la vegetación de la ronda: la más usada es la arbustiva, los tintales y chilcos, más que nada para refugio aunque algunas especies, incluyendo el chirriador y el doradito *Pseudocolopteryx acutipennis*, posiblemente anidan allí cuando los arbustos están pegados a un juncal.

Varias especies usan los árboles como sitios de descanso y refugio y algunas garzas pueden anidar en ellos de vez en cuando. Sin embargo, los árboles y arbustos de la ronda son más importantes para las aves acuáticas en la medida en que les da cierta protección contra interferencia o disturbios de animales terrestres, incluyendo el hombre y luces artificiales.

Tabla 2.4. Clasificación fisonómica de la vegetación de los humedales de Bogotá como hábitat para fauna.

Tipo de Vegetación	Abreviación	Características Fisonómicas	Especies típicas de plantas
Vegetación de humedal			
Juncal alto	JU	Macollas gigantes de junco, hasta 4 m de altura	Junco (<i>Scirpus californicus</i>)
Juncal seco	JS	Similar al anterior pero con escasa agua	Junco (<i>Scirpus californicus</i>), pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), lengua de vaca (<i>Rumex sp.</i>)
Eneal	EN	Plantas hasta de 3m de alto, forma una masa densa	Enea (<i>Typha latifolia</i>)
Juncal corto	MJ	Macollas bajas y compactas de hasta 1 m de altura, con espacios entre ellas.	Junco de esteras (<i>Juncus effusus</i>), cortadera (<i>Carex</i> y <i>Cyperus spp.</i>), moradita (<i>Cuphea sp.</i>)
Vegetación emergente	VE	Macrófitas que crecen en agua panda y emergen para formar una capa densa de vegetación entre 15 y 50 cm de alto	Barbasco (<i>Polygonum spp.</i>), sombrilla de agua (<i>Hydrocotyle sp.</i>), lengua de vaca (<i>Rumex sp.</i>), botoncillo (<i>Bidens laevis</i>)
Pradera anegadiza	PI	Vegetación tipo pastizal denso de 30-40 cm. de altura, sobre agua panda o lodo	<i>Eleocharis sp.</i> , helechito <i>Marsilea sp</i>
Vegetación flotante	VF	Vegetación flotante densa, de hasta 30 cm de alto, puede esconder o soportar el peso de un ave pequeña	Buchón (<i>Limnium spp.</i> , <i>Eichhornia crassipes</i>), <i>Ludwigia sp.</i> , botoncillo, sombrilla de agua
Tapete flotante	TF	Vegetación flotante que forma un tapete de no más de ca. 5 cm. de alto que permite el paso de aves nadadoras, no les esconde ni soporta su peso	Helechito de agua (<i>Azolla sp.</i>), lenteja de agua (<i>Lemna sp.</i>), buchón (<i>Limnium spp.</i>)
Vegetación sumergida en agua superficial	AS	Agua de hasta 1 m de profundidad con vegetación acuática sumergida	<i>Potamogeton sp.</i> , elodea

Espejo de agua abierta	AA	Agua sin vegetación en superficie, con frecuencia más profunda que 1 m	Ninguna
Orillas abiertas	OA	Barras de lodo o arena, fangos etc.	Ninguna (a veces con pasto muy corto)
Vegetación de la Ronda			
Alisal	AL	Bosque de porte bajo (hasta 10 m), de alisos algo retorcidos y enmarañados	Aliso (<i>Alnus jorullensis</i>)
Bosque nativo	BN	Bosque denso de porte bajo a mediano, sotobosque denso a ralo	Palo blanco (<i>Ilex</i>), raque (<i>Vallea</i>), arrayán (<i>Myrcianthes</i>), etc.
Chilcal-Tintal	CT	Matorral denso de arbustos y arbolitos nativos de porte bajo (hasta ca. 3 m) que crece naturalmente en los bordes del humedal	Chilcos (<i>Baccharis spp.</i>), tinto (<i>Cestrum tomentosum</i>), a veces borrachero (<i>Brugmannsia sp.</i>), etc.
Árboles de sauce	AS	Árboles de sauce que crecen aislados, en filas o rodales a lo largo de los bordes y a veces en el interior del humedal	Sauce (<i>Salix humboldtiana</i>)
Matorral espinoso - moral	MM	Matorral denso de mora, espinoso y casi impenetrable, en los bordes del humedal (a veces sembrado)	Mora (<i>Rubus spp.</i>) a veces moradita (<i>Cuphea sp.</i>) o retamo (<i>Ullex</i>)
Bosque mixto sembrado	BS	Bosque de árboles sembrados que incluye especies nativas y exóticas	Muy variado según el sitio, los árboles disponibles y sus edades y crecimiento relativo
Bosque exótico	BE	Bosque o rodales densos o ralos de árboles exóticos, a veces sembrados muchos años atrás	Generalmente dominados por eucaliptos (<i>Eucalyptus spp.</i>), acacias (<i>Acacia spp.</i>), jazmín del cabo (<i>Pittosporum</i>) o urapanes (<i>Fraxinus chinensis</i>)
Pasto kikuyo denso	PK	Masas densas, altas (a veces hasta 1 m o más) e invasivas de pasto kikuyo cerca de o traspasando el borde del humedal	Pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)
Potreros y prados	PP	Pasto corto, denso y continuo, mantenido por el pastoreo de ganado o el corte del pasto en parques	Pasto kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)
Pasto nativo ralo	PN	Pastos de macollas pequeñas y separadas con suelo más o menos desnudo entre ellos, periódicamente inundado	Varias especies de pastos nativos (hábitat casi inexistente actualmente, reemplazado por pasto kikuyo)

OFERTA AMBIENTAL SEGÚN LA DISPONIBILIDAD DE HÁBITAT: Un humedal dominado por un solo tipo de hábitat tendría una avifauna muy limitada. Por esto, hay que tomar en cuenta tanto el número de hábitat presentes como la representación de cada uno: es decir, la diversidad.

Como no existen datos precisos sobre la cobertura actual de cada hábitat en cada humedal, se hizo una clasificación aproximada de cobertura, a partir de observaciones hechas en todos los humedales durante los primeros meses de 2004 (Tabla 2.5).

A cada hábitat se le asignó un puntaje basado en su cobertura. Para evaluar la disponibilidad de hábitat en cada humedal, para las aves, se contó el número total de hábitat presentes y luego se sumó el número de hábitat con puntajes intermedios de cobertura excluyendo los muy escasos y los muy dominantes, los cuales contribuyen poco a la heterogeneidad de los ambientes del humedal. Como el juncal es el hábitat más importante para las aves, especialmente, las especies endémicas y/o amenazadas, se sumó también el puntaje de la cobertura de los juncales en el humedal.

Los humedales del Distrito Capital conforman dos grupos en términos de la oferta de hábitat para las aves (Anexo 7): un grupo de cinco con oferta relativamente alta (totales entre 20 y 23 puntos) y un grupo de oferta mucho más limitada (totales de puntos entre 5 y 15), con un humedal con un puntaje intermedio

de 17. Este último humedal es el sector del lago de Juan Amarillo, cuyo puntaje tan alto es algo engañoso, porque tres de los hábitat se encuentran bien representados únicamente en “La Chucua”; al considerar solamente el lago actual, el puntaje lo ubica entre los humedales de baja oferta. Los cinco humedales de mejor oferta de hábitat acuáticos son en orden, La Conejera, Tibanica y Juan Amarillo sector bajo, Jaboque sector bajo y Guaymaral.

Finalmente, se asignó un puntaje que corresponde al área “efectiva” del humedal: es decir, el área con vegetación acuática propia de un humedal. Esta área puede ser mucho menor que el área total del humedal, que suele incluir toda la ronda también. La suma de los puntajes de estos cuatro parámetros da un valor global de la oferta ambiental del humedal propiamente dicho. (Anexo 8-9).

Se presenta un análisis similar para la vegetación de la ronda por aparte. Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: el ancho promedio de la ronda alrededor del humedal (se considera que por lo menos la mitad de la ronda tiene este ancho), la fisionomía de la vegetación, con énfasis en la cobertura de la vegetación leñosa (arbustos y árboles), la composición de la vegetación (nativa o exótica) y el entorno general (desde favorable, ofreciendo hábitat para aves terrestres y protección para el humedal) a lo más desfavorable (invasión por procesos urbanos agresivos). La manera de asignar los puntajes correspondientes a cada criterio se presenta en la Tabla 2.6. La suma de todos estos parámetros da un valor par la oferta ambiental de la ronda.

Al aplicar estos criterios en los humedales del Distrito Capital se trataron el humedal Juan Amarillo y Jaboque por aparte debido a las grandes diferencias en las condiciones entre ellos, generadas por la intervención de obras de ingeniería recientes que modificaron su funcionamiento.

Tabla 2.5. Criterios para la evaluación de la disponibilidad de hábitat¹ para la fauna de vertebrados y el área efectiva² del humedal.

Criterio	Puntaje	Cobertura del área efectiva del Humedal	Comentarios
A. Cobertura de cada hábitat	0	0 %	Hábitat ausente
	0.5	< 5%	Hábitat escaso: uno o más parches pequeños, insuficiente para sostener una pareja de aves que lo requiera
	1	5-20%	Hábitat suficiente para sostener unas pocas parejas del ave que lo requiera
	2	20-50%	Hábitat suficiente para varias parejas (si el área efectiva del humedal lo permite)
	3	>50%	Hábitat dominante, soporta varias parejas si solamente requieren de este hábitat
B. Área efectiva del humedal	1	< 5 ha	Humedal muy pequeño, pocas posibilidades de sostener una avifauna acuática diversa
	2	5-10 ha	Humedal pequeño, capaz de sostener poblaciones pequeñas de algunas especies de aves acuáticas con un buen mosaico de ambientes
	3	10-20 ha	Humedal mediano, capaz de sostener poblaciones de varias especies de aves acuáticas, incluyendo algunas especies endémicas y amenazadas, dado un buen mosaico de hábitat
	4	>20 ha	Humedal de tamaño capaz de sostener la comunidad completa de aves acuáticas existentes en el Distrito dado un buen mosaico de hábitat
Cálculo de la Oferta Ambiental del Humedal: Número total de hábitat presentes + Diversidad de hábitat (número de hábitat con valores de cobertura de 1 y 2, excluyendo los muy escasos y los muy dominantes) + Valor de cobertura de juncal (el hábitat más importante para las aves endémicas y amenazadas) + Valor de área efectiva del humedal. Para más explicaciones, ver el texto.			
1: Para definiciones de los hábitat, anexo 6.			
2: Área efectiva del humedal = área inundable actual con cobertura de vegetación acuática propiamente dicha.			

Todos estos humedales tienen un total de ocho o nueve hábitat acuáticos, la mayoría de los cuales están presentes con áreas moderadas (ni muy reducidos, ni muy dominantes).

De los nueve humedales de baja oferta, el de mayor puntaje es el de El Burro, irónicamente debido en buena medida al sector bajo (al occidente de la avenida Ciudad de Cali), el cual cae fuera de los límites amojonados del humedal. Los humedales de menor oferta actual de hábitat son Techo y La Vaca, que han sufrido fraccionamiento relleno y drenaje en los últimos cinco años.

La clasificación basada en la oferta de hábitat y calidad general de las rondas arroja resultados un tanto diferentes. Dos humedales se destacan por la buena oferta de hábitat y valor protector de sus rondas: Córdoba y La Conejera. Estos son los únicos cuyas rondas han sido objeto de programas de arborización durante varios años por parte de vecinos del humedal.

La ronda de Santa María del Lago también ha sido bien arborizada, principalmente, con especies nativas, la vegetación es joven y todavía no alcanza una diversidad fisionómica comparable. El humedal de Tibanica recibió un puntaje intermedio de 8.5 y Jaboque bajo 7, en parte debido al carácter rural de buena parte de sus rondas, pero en otros aspectos estas rondas presentan condiciones menos favorables. Las rondas de todos los demás humedales presentaron puntajes de 6 o menos, indicando que no están ofreciendo protección ni mucho hábitat para la fauna silvestre.



Figura 2.16. Arborización con especies nativas en la ronda del humedal Santa María del Lago. La focha o tingua pico amarillo (*Fulica americana*) forrajea en el prado abierto de pasto kikuyo. Esta especie es una de las aves más agresivas y resistentes de las aves nativas de los humedales. David Rivera.

Tabla 2.6. Criterios para evaluar la oferta ambiental de la zona de protección y manejo ambiental alrededor de un humedal, en términos de la estructura de la vegetación y el ancho de la ronda 1

Criterio	Puntaje	Valor correspondiente	Comentarios
A. Ancho de la ronda	0	0 m	Efectivamente sin ronda
	0.5	< 10 m	Ronda poco efectiva como protección del humedal
	1	10- hasta 20 m	Ronda que puede ofrecer algo de protección
	2	20- hasta 30 m	Ronda que ofrece protección moderada
	3	>30 m	Ronda efectiva para protección del humedal contra presiones urbanas
B. Fisionomía de la vegetación de la ronda	0	Suelo desnudo o cemento	No ofrece aislamiento ni protección, ni hábitat para fauna
	0.5	Pasto o vegetación herbácea baja	No ofrece protección o aislamiento, hábitat para muy pocas especies
	1	Pasto con arbustos o arbolitos aislados	Ofrece poca protección, hábitat para pocas especies
	2	Pasto con arbustos, pocos árboles	Ofrece algo de protección y hábitat para algunas especies
	3	Mezcla de vegetación baja, arbustos y árboles	Ofrece más protección, aislamiento y hábitat para varias especies
	4	Árboles altos y bajos, arbustos, vegetación baja	Ofrece protección y aislamiento del humedal y hábitat para un buen número de especies
C. Cobertura de vegetación leñosa	0	< 25%	Poca o ninguna sombra
	1	25-50%	Parches pequeños de sombra
	2	50-75%	Parches moderados de sombra con microclima algo más fresco y húmedo
	3	> 75%	Áreas extensas de sombra, microclima más fresco y húmedo que permite desarrollo de hojarasca y sotobosque
D. Composición de la vegetación	0	Sin vegetación	Suelo desnudo o cemento
	1	Principalmente exótica	Menos atractiva como hábitat para fauna
	2	Mixta	
	3	Principalmente nativa	Más atractiva como hábitat para fauna
E. Calidad del entorno	0	Más desfavorable	Rellenos, basura, barrios invasivos, etc.
	1	Menos desfavorable	Barrios residenciales establecidos, menos invasivos
	2	Menos desfavorables	Áreas rurales: potreros, cultivos que presentan menos ruido, luces etc.
	3	Más favorables	Zonas arborizadas anchas: protección más efectiva
Cálculo de la oferta ambiental de la ronda: Puntaje total de A+B+C+D+E			
1: Ancho promedio o más característico (a través de la mitad o más del perímetro del humedal).			



Figura 2.17. Tingua bogotana, *Rallus semiplumbeus*, endémica de los humedales de la Sabana de Bogotá, anidando entre las eneas. Thomas McNish.

EL POTENCIAL BIÓTICO DE AVES EN LOS HUMEDALES: El potencial biótico de un humedal (anexo 10), en términos de la avifauna, se da no solamente por cuántas especies de aves propias se encuentran, sino cuáles. Dado que las especies endémicas y amenazadas son de la más alta prioridad para la conservación, se les otorga el puntaje más alto (4 puntos por especie) que las subespecies endémicas y amenazadas, las especies y subespecies endémicas pero no amenazadas o las amenazadas pero no endémicas (2 puntos para cada especie presente).

Cada especie propia que no es ni endémica ni amenazada recibe un punto (1) y se toman en cuenta unas 17 de tales especies que regularmente se encuentran en los humedales del Distrito. Entre estos humedales, tres se destacan por su alto potencial biótico: La Conejera, Tibanica y el sector bajo de Jaboque, seguidos en orden por Guaymaral, el sector bajo de Juan Amarillo y el sector alto del mismo humedal (el lago y “la Chucua”) con valores intermedios. Los demás humedales tienen avifaunas relativamente pobres.

Existe una relación estrecha entre la oferta ambiental de un humedal y su potencial biótico. Esto es especialmente notable en el caso de las especies o subespecies de aves amenazadas, solamente los cinco humedales de mayor oferta de hábitat aún conservan poblaciones de las especies y subespecies de aves amenazadas, la mayoría de las cuales son también endémicas. En cambio, las dos especies con subespecies endémicas pero no amenazadas (la focha o tingua pico amarillo y la monjita) están presentes en muchos humedales, especialmente la monjita.

La cantidad de especies diferentes a las endémicas y amenazadas siguen en líneas generales, la oferta de hábitat en cada humedal; así, el humedal con la avifauna más rica es La Conejera, el único que ha sido manejado con énfasis en la provisión de hábitat para la fauna. Los resultados de los inventarios de aves de las rondas de los humedales muestran un buen grado de acuerdo con la oferta de hábitat.

Los dos humedales con rondas más ricas en aves son Córdoba y La Conejera, con las rondas mejor arborizadas. Les sigue Tibanica, con una ronda parcialmente rural y la única con una pequeña parte con vegetación arbustiva nativa y Santa María del Lago con su arborización más joven (Fig. 2.18). Siete humedales tienen menos de diez especies registradas en sus rondas y todos están entre los que tienen ofertas más pobres de hábitat. Estos resultados demuestran que la estructura y diversidad de la vegetación, tanto dentro como alrededor de cada humedal, son buenos predictores de la riqueza de aves y muy probablemente, de otros grupos faunísticos.



Figura 2.18. Ronda protegida con barrera natural arbustiva de mora de monte (*Rubus floribundus*) y alta diversidad de hábitat en el humedal La Conejera. Thomas McNish.

POTENCIAL DE RECUPERACIÓN O REHABILITACIÓN DE LA AVIFAUNA: El potencial de rehabilitación o recuperación para la conservación de la fauna hace énfasis en las aves como el componente más visible y mejor conocido. La oferta ambiental y potencial biótico actual de cada humedal representa, en cierta forma, el capital con que cuenta el humedal, que no tiene que ser introducido de nuevo. A igual que la oferta potencial de hábitat para fauna que podría tener si se logran ejecutar las medidas y obras de mejoramiento necesarias y factibles en cada humedal (Andrade, 2002; Rodríguez, 2000).



Figura 2.19. El pastoreo es un factor tensionante que afecta el potencial de restauración y favorece la dominancia del pasto kikuyo. Humedal Jaboque. Thomas McNish.

Especialmente para las aves, el aumento de esta oferta está muy relacionado con el área disponible, de tal forma que la medida más importante para poder desarrollar el potencial de restauración es aumentar el área efectiva del humedal. Se requieren varios tipos de obras hidráulicas para aumentar la zona inundable y regular no solamente la cantidad y calidad de agua disponible sino sus fluctuaciones de nivel. Esto implica obras para reducir las cargas de sedimentos y contaminantes que llegan a los humedales, remoción de sedimentos contaminados y reconstrucción de los bordes de los humedales con control de vegetación invasora como el pasto kikuyo.

En algunos casos, se debe considerar la modificación o reversión de obras ya realizadas incluyendo algunas como la del canal de Torca que está drenando gran parte de los humedales de Guaymaral y Torca, la reconfiguración de los bordes del lago de Juan Amarillo y sus islas así como revisar el aporte insuficiente de aguas lluvias a Tibanica y la “Chucua” de Juan Amarillo.

En algunos humedales, se debe realizar una redefinición de sus límites ya que partes importantes de ellos quedan fuera de los límites establecidos, casos importantes incluyen: la parte baja del humedal de El Burro, el sector norte de la parte baja de Jaboque, el sector oriental de Guaymaral y el sector oriental del humedal de Torca (Andrade, 2002; Rodríguez, 2000; DAMA-Camargo, 2003).

Como la reducción del área efectiva de los humedales proviene en gran parte de las presiones de las zonas aledañas en forma de rellenos e invasiones, parte de esta estrategia tiene que incluir el aumento en lo posible del ancho de la ronda alrededor de varios humedales y acondicionarla como zona de amortiguamiento de las presiones urbanas.

Las medidas más importantes en este sentido incluyen la reconfiguración de la vegetación de las rondas y en varios de los humedales con mayor potencial para sostener poblaciones de especies endémicas y amenazadas, la construcción de cerramientos para controlar el libre acceso de los animales domésticos (Rodgers y Smith, 1997; Andrade, 2002; Van der Hammen, 2003). Otra medida importante es la reubicación de los caseríos marginales invasivos a sitios con mayor seguridad contra las inundaciones. Este es una de las medidas más difíciles y problemáticas, pero es de notar que la EAAB está realizando un programa ambicioso y necesario de saneamiento y adquisición de predios en las rondas hidráulicas de varios humedales.

Una indicación del potencial de restauración de fauna de los humedales de Bogotá se presenta en la Tabla 2.7, en términos de la oferta ambiental y potencial biótico actual, junto con las posibilidades de aumentar sus áreas efectivas y rondas hidráulicas. Esta tabla también incluye una evaluación global de los obstáculos para la restauración de cada humedal y en la tabla 2.8 se enumeran algunas obras y medidas necesarias para poder avanzar en el proceso de rehabilitación. La última columna de la Tabla 2.7 representa la diferencia entre las posibilidades de restauración y los obstáculos para llevarla a cabo en cada humedal.

Una diferencia positiva y alta (+5 o más) indica un humedal con buenas posibilidades de restauración de especies de fauna, incluyendo las amenazadas como en La Conejera y Tibanica. Los números negativos indican que son muy grandes las dificultades en relación con las posibilidades de recuperación de fauna como es el caso de Techo y La Vaca. Es evidente que hay mucha variación entre los diferentes humedales en sus potenciales de restauración, debido en gran parte a que las áreas efectivas potenciales son muy diferentes.

Relativamente pocos humedales serían capaces de albergar una fauna diversa, con buena representación de las especies endémicas y amenazadas, pero todos tienen posibilidades de mejoramiento para poder cumplir mejor las funciones de recreación pasiva y educación ambiental en un ambiente más sano.

Tabla 2.7. Potencial de restauración del componente fauna en relación a las dificultades en los humedales de Bogotá.

Humedal	Oferta Ambiental Actual ¹	Potencial Biótico (Avifauna) ¹	Total	Área Efectiva Potencial ²	Ancho Ronda Potencial ²	Total	Potencial de Restauración de Fauna	Regulación hídrica	Dificultades para sanear la ronda	Reestablec. hábitat	Total	Diferencia
Techo	2	1	3	2	1	3	6	3	2	3	8	-2
Vaca	1	1	2	1	0.5	1.5	3.5	3	3	3	9	-5.5
Burro	3	1	4	3	1.5	4.5	8.5	3	2	2	7	+1.5
Capellanía	2	1	3	2	1.5	3.5	6.5	3	2	2	7	-0.5
Tibanica	4	3	7	4	2.5	6.5	13.5	1	2	0	3	+10.5
Juan Amarillo lago	3	2	5	2	2	4	9	2	2	2	6	+3
Juan Amarillo medio	2	1	3	3	2	5	8	2	1	3	6	+2
J.Am.bajo	4	2	6	4	2	6	12	2	3	1	6	+6
Jaboque alto	2	1	3	4	0.5	4.5	7.5	1	2	1	4	+3.5
Jaboque bajo	4	3	7	4	2.5	6.5	13.5	2	3	0	5	+8.5
Santa María del Lago	2	1	3	2	2.5	4.5	7.5	1	0	2	3	+4.5
Meandro del Say	2	1	3	2	1.5	3.5	6.5	2	3	2	7	-0.5
Córdoba	2	1	3	4	3	7	10	3	0	2	5	+5
Torca	2	1	3	3	2	5	8	2	2	2	7	+1
Guaymaral	4	3	7	4	3	7	14	2	2	1	5	+9
La Conejera	4	4	8	4	3	7	15	1	1	1	3	+12

1= Se asignan puntajes según el porcentaje del máximo posible en Anexo 7-9: 1=<25%; 2=25-49%; 3=50-74%; 4=75%+

2= Para definiciones del área efectiva del humedal y ancho de la ronda ver el texto y la Tablas 2.5-2.6

3= En un escala de 0= innecesario o ya hecho, a 3= lo más difícil y costoso

2.4.2 ANÁLISIS DE VEGETACIÓN ACUÁTICA Y SEMIACUÁTICA

Los análisis se basan en información secundaria recopilada en diversas fuentes en los últimos años, así como en observaciones hechas durante salidas de verificación en campo a todos los humedales.

CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS (POTENCIAL BIÓTICO): Se evaluaron las características bióticas referidas al conjunto de atributos que posee el humedal en términos de la vegetación acuática y semiacuática (Tabla 2.8). Los parámetros que se utilizaron para valorar dichos atributos, fueron:

- Número relativo de coberturas: definido a partir de las bases de datos de coberturas vegetales.
- Número relativo especies: determinado a partir de la composición de especies.

Los anteriores atributos se expresaron como valores relativos del área de vegetación acuática.

• Área de vegetación acuática y semiacuática: tomada a partir de la base de datos existentes para dichas coberturas, considerando tan solo aquellas que corresponden a unidades fisionómicas acuáticas y semiacuáticas

- Diversidad de coberturas: calculadas como el índice de Shannon.

Tabla 2.8. Características bióticas (potencial biótico).

Valoración	Burro	Capellanía	Conejera	Córdoba	Jaboque	Juan Amarillo	La Vaca	Meandro del Say	Santa María del Lago	Techo	Tibanica	Torca-Guaymaral
Diversidad Shannon	2,0	1,3	2,4	1,8	3,0	1,7	0,0	1,6	1,4	1,1	1,7	2,1
Número relativo de coberturas	1,4	2,1	0,5	0,4	0,2	0,0	2,0	0,4	1,6	3,0	0,7	0,8
Número relativo de especies	1,1	3,0	0,6	0,6	0,0	0,0	2,3	0,3	2,1	2,9	0,5	1,1
Área de vegetación acuática y semiacuática	0,09	0,02	0,40	0,41	2,41	3,00	0,00	0,53	0,07	0,02	0,31	0,22
Sumatoria (0 -12)	4,5	6,5	4,0	3,2	5,6	4,7	4,3	2,8	5,2	7,0	3,2	4,2
Puntaje (1 -100)	38	54	33	26	47	39	36	23	43	58	26	35

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (OFERTA AMBIENTAL): Corresponde al conjunto de condiciones físicas que intervienen en el desarrollo y mantenimiento de la vegetación acuática y semiacuática. Los parámetros para definir la valoración de dichas características se relacionan con los factores limitantes y tensionantes descritos a continuación:

- Área espejo de agua.
- Área en tierras en cultivo: el valor se estimó a partir de la medición del área de cobertura que presentó cada uno de los humedales.
- Área con cobertura dominada por *Pennisetum clandestinum*.
- Proximidad entre humedales (Distancia relativa, medida por el método del vecino más cercano).
- Mantenimiento del flujo de agua: se tuvo en cuenta la presencia de afluentes y efluentes superficiales.
- Mantenimiento de las fluctuaciones de agua: se valoró adicionando dos índices:
 - 1) índice de precipitación efectiva (producto del área total del humedal por la clase de lluviosidad, que va descendiendo geográficamente desde 3 al noreste hasta 1 al suroeste), y
 - 2) la importancia del drenaje canalizado.

- Fragmentación: derivada de las descripciones que se tienen de los humedales, considerando el número de secciones en las que ha quedado fragmentado el área original del humedal.
- Factibilidad de ampliación: se calificó teniendo en cuenta la presencia de área que se podría incorporar a la extensión actual del humedal, ya sea por compra o por compensación.
- Presiones por crecimiento urbanístico e invasiones.
- Proyectos de infraestructura: el valor se estimó a partir de la medición del área de cobertura que presentó en cada uno de los humedales, la cual, al igual que la mayoría de los parámetros que se presentan en este documento, se tomó con base en los datos del estudio de Conservación Internacional y la EAAB, 2000.

La estimación, de los valores de los diferentes criterios representados, maneja una escala común de 0 a 3; siendo 0 la condición menos favorable y 3 la mejor. Es importante aclarar que cuando se hace referencia a la mejor condición, se refiere únicamente a la condición actual de estos ecosistemas y sus diferencias o afinidades entre ellos mismos; ya que reconocemos, la historia lo ha mostrado así, que todos los humedales distritales se encuentran en condiciones de alteración determinadas por su historia de transformación y que hay etapas o condiciones que nunca podrán retornar ni siquiera si se hace artificialmente. Para determinar el índice total de cada conjunto de características se sumaron los puntajes y, finalmente, para efectos comparativos, estas sumatorias se expresaron en una escala de 1 a 100. (Tabla 2.9)

Tabla 2.9. Características físicas (oferta ambiental).

Valoración	Burro	Capellanía	La Conejera	Córdoba	Jaboque	Juan Amarillo	La Vaca	Meandro del Say	Santa María del Lago	Techo	Tibanica	Torca-Guaymaral
Espejo de agua	0,3	0,1	0,2	0,7	0,3	0,9	0,2	0,0	3,0	0,4	0,0	0,3
Área en tierras en cultivo	3,0	3,0	0,0	3,0	1,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,4
Área con cobertura de Pennisetum clandestinum	0,6	0,1	0,9	3,0	1,5	1,4	1,8	0,0	0,9	0,2	2,0	0,3
Proximidad entre humedales(0 -3)	2,0	0,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	1,6	1,5	2,0	3,0
Mantenimiento del flujo de agua	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	3,0	0,0	0,0	2,0	3,0
Mantenimiento de las fluctuaciones de agua (precipitación efectiva y drenaje canalizado)	2,1	3,4	2,7	3,5	2,0	3,0	1,0	0,5	3,1	3,0	1,1	1,7
Fragmentación	0	1	3	1	2	2	0	2	3	0	0	2
Factibilidad de ampliación: compensación	3,0	0,0	1,0	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0
Presiones por crecimiento urbanístico e invasiones	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	1,0
Proyectos de infraestructura que impactan negativamente	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	1,0
Sumatoria (0 - 30)	15	13	16	19	16	17	9	17	18	8	12	17
Puntaje (1 - 100)	49	43	52	65	54	58	30	55	59	26	40	58

Es importante observar que la posición de cada humedal en las escalas ordinales difiere para los dos conjuntos de atributos; lo que significa que en cada caso existe un conjunto de actividades de recuperación, que por la importancia de los parámetros valorados, deben ser abordadas con prelación a las otras.

POTENCIAL DE RECUPERACIÓN O REHABILITACIÓN: El potencial de recuperación o rehabilitación para la vegetación acuática y semiacuática se obtiene de la integración (promedio) de los porcentajes obtenidos por cada humedal para los dos conjuntos de atributos bióticos y físicos. A partir de este análisis se definió el nivel de prioridad para la intervención de los humedales en relación con las

características físicas y bióticas (Tabla 2.10, Figura 2.20). Es evidente que ningún humedal alcanza una alta puntuación en razón a que carecen de plena capacidad autorreguladora.

Tabla 2.10. Potencial de rehabilitación o recuperación de los humedales.

Humedal	Promedio
Techo	42.13
La Vaca	33.09
Tibanica	33.20
Capellanía	44.80
Burro	43.45
La Conejera	42.57
Jaboque	50.29
Meandro del Say	39.00
Juan Amarillo	48.59
Torca-Guaymaral	46.52
Santa María del Lago	51.12
Córdoba	45.72

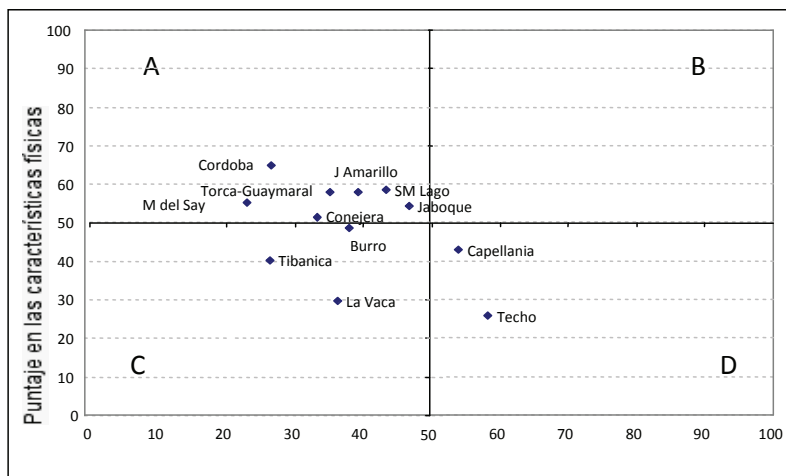


Figura 2.20. Potencial de recuperación. Eje vertical: integración de las características bióticas y físicas. El eje horizontal a los porcentajes.

La agrupación obtenida con los datos de vegetación acuática y semiacuática muestra un agrupamiento radicalmente diferente al obtenido con los datos de presencia-ausencia de las especies, mencionadas en los anexos 1 a 4, indicando la considerable heterogeneidad inherente a la diferente naturaleza de los datos de partida y al hecho de que los factores locales que pueden explicar las variaciones cualitativas (presencia/ausencia) parecen diferir de aquellos que influyen en las variaciones cuantitativas (coberturas).

Tales variaciones obedecen a la existencia de combinaciones de pocas especies en diferentes proporciones, generadas por una considerable variabilidad morfológica de los humedales, así como por su grado de afectación a causa de los diferentes factores degradantes, todo lo cual incide en la heterogeneidad a escala muy pequeña a la cual está sujeta la estructura, composición y desarrollo de la vegetación acuática y semiacuática. Infortunadamente la información sobre características del medio físico y calidad del agua no tiene el mismo grado de detalle espacial que permita una interpretación adecuada de estos patrones.

Además se debe tener en cuenta que estas clasificaciones corresponden a la situación de la vegetación acuática y semiacuática en el momento de las observaciones (2001) y es posible que existan modificaciones importantes en la distribución de las coberturas dadas por transformaciones posteriores, incluyendo los

trabajos de adecuación con intervenciones intensivas como en el caso de Santa María del Lago, Torca-Guaymaral y Juan Amarillo, así como por los procesos de desecamiento y relleno en algunos de los humedales.

El comportamiento de los humedales en los dos sistemas de valoración muestra que la mayoría de ellos se ubican en el cuadrante A de la figura, con valores más elevados en los atributos físicos que en los bióticos, indicando la prioridad de acción de recuperación sobre estos últimos (Figura 2.20). En situación opuesta están los humedales de los cuadrantes C y D. Los humedales ubicados hacia el centro de la distribución requieren esfuerzos de atención similares en los dos aspectos: físico y biótico.

2.4.3. ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE

Dado el estado de la información con la que se cuenta actualmente, fue necesario tomar como fuente de información secundaria el estudio realizado por Conservación Internacional Colombia y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (2000) por ser el último trabajo, a nivel de diagnóstico, que se realizó en los 13 humedales distritales.

Con base en dicha información y partiendo de la fiabilidad de muestreo y la veracidad de los datos allí consignados, fue necesaria la transformación de ciertos parámetros, previamente establecidos, a valores de tipo cuantitativo, por medio de la asignación de valores en una escala de 0 a 3, donde cero es la condición menos favorable y 3 es la más favorable.

Es importante aclarar que cuando se hace referencia a un valor mayor no implica que el estado actual de ese ecosistema es el “ideal” y por ende no requiere de la implementación de tratamientos de rehabilitación o recuperación. Un valor más alto está relacionado con la presencia de condiciones ecosistémicas más favorables en comparación con otros.

Como producto del análisis de la información disponible, se destaca la necesidad urgente de contar con estudios detallados que respondan a metodologías de muestreo estandarizadas, con el fin de hacerlos comparables y con esto generar herramientas para los investigadores, las entidades y la comunidad, útiles para la toma de decisiones.

OFERTA AMBIENTAL: para el caso específico de la cobertura vegetal terrestre, la oferta ambiental se estimó teniendo en cuenta los diferentes parámetros establecidos para el análisis de fauna, dada la función que cumple esta cobertura como refugio, percha, hábitat para la reproducción y mantenimiento de diferentes poblaciones.

Por otro lado se incluyeron variables que hacen referencia al régimen de tensionantes (RT), las cuales se definen en términos de su naturaleza, intensidad, frecuencia, ya sean de origen natural o antrópico y las perturbaciones que generen. Dichos parámetros fueron organizados en una matriz conjunta con los aspectos para la evaluación de la oferta ambiental; lo anterior para efectos de sintetizar la información y mantener el formato que se viene desarrollando para los demás componentes.

A continuación se mencionan los parámetros establecidos para tal fin:

- **Ancho de la ronda:** Según el decreto 190/2004 la ronda hidráulica de un cuerpo de agua se define como la zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituido por una franja paralela alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea máxima de inundación, de hasta 30m. de ancho cuyos usos principalmente son el manejo hidráulico, la restauración ecológica y la investigación básica y aplicadas.
- **Estructura de la vegetación terrestre:** este parámetro fue definido con base en las coberturas de vegetación terrestre obtenidas a partir del estudio de CIC y la EAAB (2000), que hace referencia a los tipos de cobertura vegetal presente en la ronda de los humedales. A partir de una de las principales actividades a la hora de elaborar modelos de intervención, como lo es el enriquecimiento con especies nativas, obtendrán un valor superior los humedales que tengan mayores porcentajes de cobertura con

especies nativas, el valor va en descenso con respecto a composiciones mixtas y es mucho menor con especies exóticas.

- Composición de la vegetación terrestre: definida a partir de los tipos de coberturas presentes.
- Presión por urbanización: este parámetro presenta alta variabilidad, como uno de los tensionantes más determinantes en la dinámica de transformación para los humedales bogotanos.

Un valor alto hace referencia a humedales como Santa María del Lago, que a pesar de su historia de transformación, actualmente, cuenta con una barrera física de cerramiento que impide que nuevas urbanizaciones generen otros impactos negativos. También se encuentra el caso de humedales como La Conejera, que a pesar de ser una zona con alto potencial de urbanización, cuenta con una fuerte organización social en torno a su conservación.

En el caso opuesto están humedales como La Vaca, Burro y Techo sobre los cuales se ejerce una fuerte presión urbanística, ya que no existen barreras físicas que eviten su constante invasión.

- Áreas de Cultivo: se estimó a partir de la medición de este tipo de cobertura.
- Áreas desprovistas de cobertura vegetal o cobertura vegetal ausente: parámetro que hace referencia a aquellas zonas en las que no existe cobertura vegetal y que en su mayoría son zonas con presencia de residuos sólidos.
- Áreas con predominancia de especies invasivas: el valor se estimó a partir de la identificación y medición del área de cobertura de *Retamo* y *Pennisetum* siendo una de las principales especies de carácter invasivo con mayor predominancia en estos ecosistemas.

En la tabla 2.11 se presentan en forma detallada los criterios que se tuvieron en cuenta para la obtención de cada uno de los valores de oferta ambiental en los humedales bogotanos.

Tabla 2.11. Puntaje asignado a los criterios seleccionados para la obtención de oferta ambiental de la vegetación terrestre

Criterio	Puntaje	Valor correspondiente
A. Ancho de la ronda	0	< 10 m
	1	10- hasta 20 m
	2	20- hasta 30 m
	3	>30 m
B. Estructura de la vegetación terrestre	0	Suelo desnudo o cemento
	1	Pasto o vegetación herbácea baja, arbustos y arbolitos aislados
	2	Pasto con arbustos, pocos árboles
	3	Mezcla de vegetación baja, arbustos y árboles bajos y altos
C. Composición de la vegetación terrestre	0	Sin vegetación
	1	Principalmente exótica
	2	Mixta
	3	Principalmente nativa
D. Presión por áreas urbanizadas	0	Aumento del establecimiento de urbanizaciones ilegales
	1	Establecimiento de invasiones ilegales
	2	Invasiones ilegales controladas y temporales
	3	Zonas arborizadas anchas: protección más efectiva
E. Obras de infraestructura que impactan negativamente	0	Presencia alta de obras de infraestructura
	1	Media Alta presencia de obras de infraestructura
	2	Media – baja presencia de obras de infraestructura a
	3	Presencia baja de obras de infraestructura duras

F Áreas cultivos	0	Con alto porcentaje de presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	1	Media Alta presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	2	Media – baja presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	3	Sin presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
G. Suelo desnudo o de cobertura vegetal ausente	0	Con alto porcentaje de presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	1	Media Alta de suelo desprovisto de cobertura vegetal
	2	Media – baja de suelo desprovisto de cobertura vegetal
	3	Sin presencia de suelo desprovisto de cobertura vegetal
H. Áreas vegetación invasiva caso específico: <i>Penisetum clandestinum</i> (P) y <i>Ulex europeus</i> (UPA)	0	Baja presencia de áreas con vegetación invasiva
	1	Media – baja presencia de áreas con vegetación invasiva
	2	Media Alta presencia de áreas con vegetación invasiva
	3	Con alto porcentaje de áreas con vegetación invasiva
Cálculo de la oferta ambiental de la ronda: puntaje total de A + B + C + D + E + F +G + H		

La estimación de los valores asignados a cada criterio se maneja en una escala de 0 a 3, donde cero (0) es la condición menos favorable y tres (3) la más favorable. Es importante aclarar que este criterio hace referencia al estado actual del ecosistema y sus diferencias o afinidades con otros. En la tabla 2.12, se presenta el valor de la sumatoria de los 8 parámetros en una escala de 0 – 24, siendo 0 el mínimo valor posible y 24 el mayor. Con el fin de hacer comparables los resultados se transformaron a una escala de 0 a 100.

Tabla 2.12. Valoración de la oferta ambiental para la cobertura vegetal terrestre en los humedales de Bogotá.

CRITERIO	Burro	Capellania	Conejera	La Córdoba	Jaboque	Juan Amarillo	La Vaca	Meandro del Say	Santa María del Lago	Techo	Tibanica	Torca y Guaymaral
A. Ancho de la ronda	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	3,0
B. Estructura de la vegetación terrestre	1,0	1,0	2,5	3,0	1,5	2,0	0,0	1,0	2,0	1,0	1,0	2
C. Composición de la vegetación terrestre	1,5	1,5	3	3	2	2,5	0,0	1,5	2	1	1	2,5
D. Presión por áreas urbanizadas	2,83	0,72	2,72	2,95	2,56	2,72	0,00	2,94	3,00	2,70	3,00	2,92
E. Obras de infraestructura	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	3,0	0,0	0,0	1,0
F. Áreas de cultivos	3,00	3,00	0,20	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,32
G. Áreas de Suelo desnudo (CVA)*	0,17	2,72	3,00	2,98	3,00	1,08	1,97	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00
H. Áreas con vegetación invasiva	1,72	0,51	1,38	3	2,98	2,49	2,77	0	1,52	1,02	2,48	1,64
Sumatoria (0 - 24)	13,22	12,45	15,8	21,93	15,04	16,79	7,74	14,44	20,52	11,72	13,48	17,38
Puntaje (0 - 100)	55,08	51,88	65,83	91,38	62,67	69,96	32,25	60,17	85,50	48,83	56,17	72,42

* CVA -> Cobertura Vegetal Ausente.

POTENCIAL BIÓTICO: para el caso de la cobertura vegetal terrestre (Tabla 2.13-2.14), el potencial biótico se estimó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Número relativo de coberturas: definido a partir de datos de coberturas vegetales, los cuales fueron estimados con base en el estudio de la EAAB & CIC, 2000.
- Número relativo de familias: determinado a partir de datos de presencia de familias de vegetación terrestre en el área de ronda, las cuales fueron extractadas del estudio de EAAB & CIC, 2001 y algunos trabajos puntuales realizados durante los últimos años en los humedales distritales y en otros casos para los que existe información secundaria de consulta.
- Diversidad de coberturas: se calcularon empleando el índice de Shannon.

$$H' = - \sum_{i=1}^I \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

, donde n_i es el área de cada cobertura y N es la suma de las áreas de todas las coberturas.

- Áreas de vegetación terrestre presente en la zona de ronda, estimadas a partir del estudio de EAAB & CIC, 2001.

El mayor potencial biótico se obtuvo en su orden para los humedales de Córdoba, La Conejera, Torca-Guaymaral y Santa María del Lago, entre tanto, los menores valores se presentaron para los humedales del Meandro del Say, Capellanía, La Vaca y El Burro.

Tabla 2.13. Convenciones y porcentajes de los principales tipos de coberturas vegetales terrestres existentes en los humedales.

CONVENCIÓN	DESCRIPCIÓN
UPA	Vegetación dominada por retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>), pastizal de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>) y acacia (<i>Acacia</i> sp.)
GR	Área dominada por Gramíneas <i>Pennisetum clandestinum</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> y <i>Holcus lanatus</i> y con presencia de especies arbustivas nativas
ARVE	Área reforestada con especies introducidas, con presencia principal de acacia (<i>Acacia</i> spp), eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp), cipres (<i>Cupressus</i> sp), y pino (<i>Pinus</i> spp.)
ARVNE	Área reforestada con especies nativas e introducidas, con presencia principal de chilco (<i>Baccharis</i> cf. <i>latifolia</i>), arrayán (<i>Myrcianthes leucoxyla</i>), aliso (<i>Alnus acuminata</i>), cerezo (<i>Prunus</i> sp.), jazmín del cabo (<i>Pittosporum undulatum</i>), sangregado (<i>Croton</i> sp), mano de oso (<i>Oreopanax floribundum</i>), cedro (<i>Cedrella montana</i>), acacia (<i>Acacia</i> spp), pino (<i>Pinus</i> spp), eucalipto (<i>Eucalyptus</i> spp), sauce (<i>Salix humboldtiana</i>), sauco (<i>Sambucus peruviana</i>), urapan (<i>Fraxinus chinensis</i>), cipres (<i>Cupressus</i> sp), holly (<i>Pyracantha coccinea</i>), higuierilla (<i>Ricinus communis</i>), retamo espinoso (<i>Ulex europaeus</i>).
ARVN.	Área reforestada con especies nativas dominada por sauce (<i>Salix humboldtiana</i>), arboloco (<i>Smallanthus pyramidalis</i>) y sauco (<i>Sambucus peruviana</i>), cerezo (<i>Prunus</i> sp.), aliso (<i>Alnus acuminata</i>), caucho (<i>Ficus</i> sp.), cajeto (<i>Cytherexylum</i> sp.) y duraznillo (<i>Abatia parviflora</i>)
VN	Vegetación nativa dominada por aliso (<i>Alnus acuminata</i>), mora (<i>Rubus</i> sp.) y moradita (<i>Cuphea</i> sp.) con presencia de graciola de páramo (<i>Gratiola bogotensis</i>), chilco (<i>Baccharis</i> cf. <i>latifolia</i>), lulo de perro (<i>Solanum marginatum</i>), borrachero (<i>Brugmancia arborea</i>) con presencia de otras especies arbustivas.
SD	Suelo desnudo
UR	Área urbanizadas
CU	Cultivos

Continuación Tabla 2.13.

Cod.	Santa María	Conejera	Jaboque	Juan Amarillo	Córdoba	Torca	Tibanica	Techo	Meandro	Capellania	Burro	Vaca	Área total has.	% total de ocupación
UPA			0,2130		0,23	4,30				0,1297			4,88	0,73%
			0,14%		0,59%	6,35%				0,41%				
GR	4,629	3,923	34,094	71,056	6,432	26,236	6,654	5,941	56,110	19,882	7,954	2,277	245,19	36,87%
	42,62%	44,66%	22,63%	31,97%	16,32%	38,72%	33,69%	56,23%	65,64%	62,99%	44,19%	28,67%		
ARVE	0,69	0,57	4,99	4,01	3,49	1,29	0,02	0,05	6,00	0,40	0,29	0,06	21,85	3,29%
	6,34%	6,44%	3,31%	1,80%	8,85%	1,91%	0,13%	0,50%	7,02%	1,28%	1,60%	0,71%		
ARVNE	0,15	0,70	4,03	0,46	7,72	4,14		1,02	2,51		0,75	0,41	21,88	3,29%
	1,41%	7,97%	2,68%	0,21%	19,58%	6,11%		9,67%	2,93%		4,14%	5,14%		
ARVN.	0,05	1,03	0,16	3,05	1,78	1,33			0,01				7,41	1,11%
	0,45%	11,71%	0,10%	1,37%	4,52%	1,96%			0,01%					
VN	0,04	0,49			0,38	6,90				0,33	0,14		8,28	1,25%
	0,41%	5,54%			0,97%	10,19%				1,05%	0,75%			
SD				13,243	0,026				7,954	0,275	1,579	0,254	23,33	3,51%
				5,96%	0,07%				9,31%	0,87%	8,77%	3,19%		
UR		0,240	6,544	6,224	0,196	0,539		0,310	0,513	7,104	0,294	2,353	24,32	3,66%
		2,74%	4,34%	2,80%	0,50%	0,80%		2,93%	0,60%	22,51%	1,64%	29,63%		
CU		0,074	1,367			0,345							1,79	0,27%
		0,85%	0,91%			0,51%								
	5,56	7,01	51,39	98,03	20,25	45,08	6,67	7,325	73,09	28,12	10,97	5,34	358,93	

Ver Tabla 2.14. que muestra valores de cobertura y la descripción de las convenciones señaladas en la Tabla 2.13.

	Burro	Capellania	La Conejera	Córdoba	Jaboque	Juan Amarillo	La Vaca	Meandro del Say	Santa María del Lago	Techo	Tibanica	Torca y Guaymaral
Diversidad Shannon	1,04	0,42	2,68	3,00	1,51	0,83	1,09	0,99	1,25	0,96	0,00	2,73
Número relativo de coberturas	1,50	0,75	2,25	3,00	2,25	1,50	0,75	1,50	2,25	0,75	0,00	3,00
Número relativo de familias	0,67	0,17	3,00	2,50	0,50	2,67	0,00	0,17	2,67	0,33	1,50	0,92
Área tipo de comunidad de vegetación terrestre por humedal 2	UPA	3,00	3,00	2,72	2,93	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,00
	GR	1,31	0,16	1,28	2,62	2,05	2,25	0,00	1,4	0,57	1,94	1,64
	ARVE	2,50	2,61	0,83	1,91	2,42	2,80	0,63	0,87	2,87	3,00	2,39
	ARVNE	0,63	0,00	1,22	0,41	0,03	0,79	0,45	0,22	1,48	0,00	0,94
	ARVN	0,00	0,00	3,00	0,03	0,35	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,50
	VN	0,22	0,31	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	3,00
	SD	0,17	2,72	3,00	3,00	1,08	1,97	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	UR	2,83	0,72	2,72	2,56	2,72	0,00	2,94	3,00	2,70	3,00	2,92
	CU	3,00	3,00	0,20	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,32
Rango de la Sumatoria (0-36)	16,87	13,66	24,82	27,60	17,71	19,65	15,65	12,67	20,89	18,68	18,44	22,35
Puntaje (0-100)	46,86	37,95	68,93	76,66	49,19	54,57	43,47	35,21	58,02	51,88	51,23	62,07

Ver Tabla 2.13. Que muestra valores de cobertura y la descripción de las convenciones.

POTENCIAL DE RECUPERACIÓN O REHABILITACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE: el potencial de restauración se obtuvo como producto de la sumatoria de los promedios de la oferta ambiental y el potencial biótico.

La asignación de valores se efectúa dando la mayor prioridad a aquellos cuyo promedio fue el menor, es decir, donde tanto la cantidad, regularidad en el tiempo y distribución espacial de los recursos tanto físicos (radiación, temperatura, humedad, materia orgánica, nutrientes) como bióticos (riqueza + abundancias relativas + distribución espacio-temporal) se encuentran altamente afectados y en donde es viable llevar a cabo acciones de recuperación ecológica en corto plazo que corresponden a los humedales de La Vaca, Capellanía, Meandro del Say y Techo. (Tablas 2.15 y 2.16)

La interpretación de los valores bajos para los humedales de Córdoba, Santa María del Lago y La Conejera obedece a que han sido objeto de acciones de revegetalización desde hace varios años y ello ha mejorado ostensiblemente las condiciones de oferta ambiental y hábitat para especies de fauna dando como resultado procesos de rehabilitación ecológica.

Aún cuando al revisar los valores obtenidos para el potencial de rehabilitación y recuperación, referido al componente de la vegetación terrestre de humedales se presenten diferencias importantes, todos los humedales urbanos requieren diferentes acciones a corto, mediano y largo plazo no sin antes analizar los objetivos y metas para su intervención.

Tabla 2.15. Valoración del potencial biótico (PB) y Oferta Ambiental (OA)

Oferta ambiental y potencial biótico		
Humedal	Potencial biótico	Oferta ambiental
Burro	46,86	55,08
Capellanía	37,95	51,88
La Conejera	68,93	65,83
Córdoba	76,66	91,38
Jaboque	49,19	62,67
Juan Amarillo	54,57	69,96
La Vaca	43,47	32,25
Meandro del Say	35,21	60,17
Santa María del Lago	58,02	85,50
Techo	51,88	48,83
Tibanica	51,23	56,17
Torca-Guaymaral	62,07	72,42

Tabla 2.16. Valoración del potencial de rehabilitación o recuperación

Humedal	Promedio	Prioridad de intervención
Córdoba	84,02	12
Santa María del Lago	71,76	11
La Conejera	67,38	10
Torca-Guaymaral	67,25	9
Juan Amarillo	62,26	8
Jaboque	55,93	7
Tibanica	53,70	6
Burro	50,97	5
Techo	50,35	4
Meandro del Say	47,69	3
Capellanía	44,91	2
La Vaca	37,86	1

2.5. SÍNTESIS DE LAS INTERVENCIONES PARA LA RECUPERACIÓN O REHABILITACIÓN ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES DISTRITALES

Con el fin de proponer una clasificación de los humedales urbanos del Distrito y priorizar las acciones de intervención en ellos, se realizó el análisis ecológico de tres componentes bióticos del ecosistema (aves, vegetación acuática-semiacuática y vegetación terrestre).

La biota presente en el cuerpo de agua (zooplancton, fitoplancton y perifiton) no se analizó en este apartado como resultado de las deficiencias en la calidad de información secundaria existente.

Dada la variabilidad en la cantidad y calidad de la información obtenida para uno u otro tema, lo disímil de las metodologías empleadas por los autores para la captura de la información y su análisis, especialmente en lo relacionado con limnología y vegetación acuática, fue muy complejo integrarlas en un solo análisis para definir el potencial de rehabilitación o recuperación. Como resultado se presentaron como apartados de este capítulo manteniendo el mismo fundamento en su interpretación de acuerdo con el potencial biótico y la oferta ambiental.

No obstante, el procedimiento empleado permitió establecer que independientemente de las condiciones de los humedales urbanos en cuanto a su oferta ambiental, sus potenciales biótico y de restauración, ya sea este de recuperación o de rehabilitación, todos los humedales deben ser objeto de intervención dado su alto valor ecológico y la amplia oferta de servicios ambientales que pueden prestar para la recreación pasiva, el aprendizaje y la investigación aplicada.

El detalle de las actividades para cada uno de los componentes bióticos, físicos e hidráulicos en cada humedal debe ser propuesto y desarrollado en los programas y proyectos de los planes de manejo ambiental, teniendo en cuenta sus particularidades. Sin embargo y como parte del presente capítulo, la tabla 2.17 presenta una propuesta de las acciones más importantes que se deben desarrollar para la recuperación o rehabilitación, agrupadas en ejes temáticos (aspectos hídricos, configuración morfológica, vegetación y control de tensionantes).

De acuerdo con la percepción de las características físicas y biológicas, obtenida en cada uno de los humedales, para cada actividad se dio un puntaje ordinal de prioridad de 0 a 3. Los puntajes se totalizaron para cada humedal y se llevaron a una escala relativa de 0 a 100 para compararlos entre sí.

Los valores totales obtenidos en la priorización de los humedales oscilan entre 47 y 70, lo cual significa que todos son recuperables ecológicamente, pero aquellos con mayor puntaje total requieren manejo más urgente, pues presentan alta prioridad para un mayor número de actividades y aquellos con menores puntajes pueden ser objeto de intervención para mejorar su condición ecológica, con la ejecución de menor cantidad de intervenciones.

El mayor puntaje lo obtuvieron, en su orden, los humedales de La Vaca y El Burro (70) lo que traduce la urgencia de su intervención en casi todos los componentes del ecosistema buscando su recuperación. Entre tanto, los humedales que presentaron los menores puntajes y, que en principio, dan una corta espera para dar continuidad a las intervenciones que se vienen desarrollando con miras a su rehabilitación ecológica, corresponden a los de La Conejera (47), Córdoba (48), Santa María del Lago y Tibanica con igual puntaje (53).

Un tema de suma importancia para los humedales es el relacionado con los aspectos hidráulicos puesto que es preciso garantizar las fluctuaciones de nivel (caudal ecológico) en el cuerpo de agua ya que de ello depende la sostenibilidad de la biota existente así como la recuperación o rehabilitación de poblaciones o especies de flora y fauna. Este tema está aún por desarrollar en gran parte de los humedales del Distrito y es la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá la entidad responsable de avanzar en los estudios correspondientes que permitan establecer para cada caso los requerimientos mínimos.

Tabla 2.17. Propuesta de acciones prioritarias de restauración o rehabilitación de los humedales urbanos (Valoración de 1 a 3, siendo 3 el más prioritario).

Aspectos	Acciones										Total
Aspecto hídrico	Garantizar la irrigación hídrica del humedal.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39
	Aumentar el espejo de agua.	3	2	3	2	1	1	1	1	2	21
	Controlar el arrastre de residuos sólidos.	3	3	3	3	3	3	3	1	3	37
	Controlar el vertimiento de contaminantes en los afluentes y en el humedal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
Configu- ración morfoló- gica	Control drenajes inapropiados	2	1	3	3	3	2	1	3	2	27
	Adecuación de pendientes en el perfil litoral	2	3	2	3	3	3	3	2	3	32
	Configuración de islas	1	2	1	1	1	1	1	3	1	16
	Configuración de la línea litoral	3	3	2	1	2	3	1	3	3	25
	Remoción de rellenos.	3	3	1	1	1	2	3	2	1	23
	Remoción de sedimentos	2	1	2	2	2	1	1	2	1	20
Vegetación: introducir especies para aumen- tar la diversidad	Eliminación de <i>Pennisetum clandestinum</i> y otras especies invasoras	3	2	3	2	2	3	3	3	1	29
	Mantener limitado el desarrollo de especies exóticas	2	1	2	2	2	3	2	2	3	26
	Siembra de especies nativas adecuadas al gradiente de profundidades y a las condiciones climáticas de cada humedal	2	3	3	2	3	3	3	2	3	33
	Siembra de especies adecuadas en los islotes.	1	2	1	1	1	1	1	3	1	17
	Siembra de especies adecuadas en la zona de inundación permanente.	3	2	3	2	1	1	1	1	2	21
	Establecimientos de bancos de semillas y propágulos.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25
Amenazas externas (control de tensionan- tes)	Siembra de vegetación de sombra	2	3	3	2	2	2	3	2	2	28
	Eliminación de áreas de cultivo	1	1	1	2	2	1	3	1	1	18
	Eliminación de áreas de pastoreo	1	1	2	3	2	2	1	1	1	20
	Control de la suposición de residuos sólidos	3	3	2	2	2	3	2	2	1	25
	Prevención de incendios de vegetación seca	1	2	1	1	2	1	2	1	1	16
	Cerramiento perimetral	3	3	2	3	3	3	2	3	2	30
Total		46	46	45	43	43	43	42	42	42	31
Total porcentual		70	70	68	65	65	65	64	64	64	47