

# CAPÍTULO 6

## ÁREAS DE INTERÉS PARA LA INVESTIGACIÓN EN HUMEDALES



Humedal de La Conejera. Thomas McNish.



## SÍNTESIS

Este capítulo del protocolo tiene como propósito plantear al lector inquietudes sobre algunas áreas de interés para la investigación en los humedales bogotanos en razón de los grandes vacíos de información existentes, lo que sin duda debe fundamentarse en la formulación e implementación de programas de evaluación y seguimiento a partir de protocolos de procedimiento en campo, que faciliten el desarrollo de análisis comparativos tanto en el ámbito espacial como temporal.

La investigación, como un programa que es contemplado en los Planes de Manejo de los Humedales, debe estar fundamentada en la definición de áreas temáticas de estudio con objetivos y metas precisas, permitiendo así que las entidades de educación media y superior así como la comunidad se vinculen a su desarrollo a través de procesos sostenibles, tanto en el tiempo como en el ámbito financiero y de resultados concretos. También, acorde con las políticas distritales, recientemente estructuradas, en torno a los humedales como áreas de conservación y que quedaron expuestas en el documento que se generó, producto del ejercicio efectuado por el DAMA, hoy Secretaría Distrital de Ambiente, con los diversos actores sociales e institucionales.

Un aspecto que debe ser abordado en el marco de un programa de investigación es el relacionado con la sostenibilidad de los trabajos desarrollados, a fin de disponer de un tiempo suficiente que permita en el mediano plazo (3 a 6 años) consolidar la información requerida para analizar, con cierto nivel de certeza estadística, el comportamiento de los indicadores seleccionados y proceder a interpretar los procesos ecológicos que responden las preguntas de investigación planteadas inicialmente.

Un programa de investigación en cada humedal bogotano nos permitirá trazar una trayectoria en el mediano y largo plazo así como estimar la efectividad de las propuestas que se orienten a la rehabilitación o recuperación de estos ecosistemas de alto valor ecológico para la ciudad.

La otra alternativa, muy discutible por cierto, es la de seguir ejecutando acciones puntuales a corto plazo que hasta el momento han carecido de procedimientos de evaluación, por lo cual no se puede precisar su incidencia en los procesos ecológicos de estos ecosistemas y, que en cambio, sí demandan la destinación de importantes recursos del Distrito.

Las Tablas 6.1 a 6.7 proponen algunas áreas temáticas, para las cuales se plantean preguntas de investigación e ideas de proyectos a desarrollar. Los criterios de selección deben ser objeto de discusión y enriquecimiento por parte de los investigadores y estudiosos en los temas específicos en cada programa de investigación en el marco de los Planes de Manejo Ambiental de los humedales bogotanos.

## ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

### 6.1. LIMNOLOGÍA

El nivel de conocimiento limnológico en los humedales de la zona urbana del Distrito ha avanzado, recientemente, en algunos aspectos de caracterización pero presenta vacíos que deben ser resueltos con



Figura 6.1. Humedal de Tibanica, se destacan las comunidades de junco o totora (*Schoenoplectus californicus*) y comunidades errantes con lenteja de agua. (*Lemna spp.*). David Rivera.

Tabla 6.1. Propuestas de investigación en limnología.

<b>LIMNOLOGÍA</b>	
ALGUNAS PREGUNTAS POR RESOLVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la capacidad de los diferentes humedales en cuanto a la retención y depuración de materia orgánica, nutrientes (nitrógeno, fósforo) y contaminantes?</li> <li>• ¿Cuál es el papel de la microbiota (bacterias, microalgas perifíticas, microbentos, entre otros) presente en las aguas y sedimentos de los humedales, en el procesamiento de la materia orgánica y tóxicos que se aportan a los humedales?</li> <li>• ¿Cuál es la tasa de producción primaria de los humedales y cuál es la contribución relativa de la vegetación macrofítica y la microflora?</li> <li>• ¿Cuáles factores abióticos y en qué medida determinan y promueven la oferta de alimento para la fauna, en cuanto a la producción secundaria de macroinvertebrados?</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir los compartimientos ecológicos del humedal de acuerdo a criterios estructurales y funcionales.</li> <li>• Caracterizar los reservorios y flujos de macronutrientes (nitrógeno y fósforo), en los diferentes compartimientos ecológicos del humedal.</li> <li>• Desarrollar un sistema de evaluación del estado de trofismo para los humedales, basado en indicadores como el fósforo y el nitrógeno.</li> <li>• Establecer la dinámica de las tasas de retención y acumulación de elementos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, entre otros), en los diferentes compartimientos ecológicos del humedal.</li> <li>• Establecer el efecto de las tasas de consumo de oxígeno por parte de los sedimentos y de la columna de agua y los factores que las regulan, en el proceso de descomposición.</li> <li>• Establecer la importancia trófica de las tasas de producción de macroinvertebrados, en particular, de las especies de mayor abundancia y frecuencia en los humedales.</li> <li>• Determinar los efectos de la producción de las principales formas de vegetación macrofítica, en cuanto a biomasa y tasas de producción, en el proceso de remoción de carga orgánica.</li> </ul> <p>Dado que los sistemas de bioindicación pueden llegar a ser una herramienta muy útil para el desarrollo de procesos de evaluación y seguimiento a procesos de rehabilitación ecológica de los humedales, cuando se cumplan ciertos requisitos, se hace necesario abordar el tema mediante la validación y enriquecimiento de la propuesta elaborada por la SDA con el apoyo de la Universidad Nacional de Colombia para el área de limnología, de tal forma que se pueda tener acceso a unos lineamientos estandarizados y comparables para el sistema de humedales de Bogotá.</p>

PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<p>Los proyectos que al menos deben desarrollarse para establecer un sistema de bioindicación en humedales corresponden a los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el inventario sistemático de la biota de macroinvertebrados efectuado con métodos estandarizados para todos los humedales y cubriendo la variación estacional.</li> <li>• Analizar la distribución espacio temporal de factores relacionados directamente con la calidad del agua como: oxígeno disuelto, DQO, DBO para calibrar las curvas de respuesta de los diferentes organismos potencialmente indicadores.</li> <li>• Desarrollar la valoración de tolerancias de los taxa, frente a los factores de polución orgánica y a otras fuentes de contaminación.</li> </ul>
---------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

la implementación de procedimientos de investigación integrales. En ese orden de ideas, hay una serie de interrogantes no resueltos cuya respuesta puede contribuir a un mejor manejo ambiental en particular de los factores más determinantes en el funcionamiento de los humedales y la implementación, tanto de tratamientos como procesos más efectivos y duraderos.

## 6.2. DINÁMICA HÍDRICA

El conocimiento de la hidrología de los humedales de Bogotá ha estado encaminado a la adecuación hidráulica para la separación de las aguas residuales y aguas lluvias del alcantarillado de la ciudad; también, durante muchos años se ha considerado a los humedales como vertederos de aguas residuales lo que ha causado fuertes disturbios sobre la dinámica hídrica de estos ecosistemas.

Tabla 6.2. Propuestas de investigación en dinámica hídrica

DINÁMICA HÍDRICA	
ALGUNAS PREGUNTAS POR RESOLVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la información hidrológica y los registros históricos, que permiten evaluar el comportamiento de las dinámicas hídricas en el tiempo con relación a volumen, capacidad de almacenamiento y posibilidad de recarga?</li> <li>• ¿Cómo son las dinámicas hídricas de los ecosistemas de humedales urbanos?</li> <li>• ¿Qué características debe tener la oferta hídrica de un humedal para cubrir la demanda del ecosistema?</li> <li>• ¿Cómo inciden las fluctuaciones de la oferta hídrica de un humedal en las poblaciones de flora y fauna asociada?</li> <li>• ¿Cuál debe ser el caudal que le garantice a las especies de flora y fauna acuáticas su permanencia en el humedal y cuál es su incidencia en otros procesos ecológicos?</li> <li>• ¿Cuál es la influencia del régimen de lluvias locales sobre las dinámicas de las poblaciones de flora y fauna asociada al sistema léntico?</li> <li>• ¿Cuál es el caracterización de los sedimentos aportados a un humedal y su incidencia en el ecosistema?</li> <li>• ¿Cuál es la capacidad de los diferentes humedales en cuanto a la retención y depuración de materia orgánica, nutrientes (nitrógeno, fósforo) y contaminantes?</li> <li>• ¿Cuál es el papel de la microbiota (bacterias, microalgas perifíticas, microbentos, entre otros) presente en las aguas y sedimentos de los humedales, en el procesamiento de la materia orgánica y tóxicos que se aportan a los humedales?</li> <li>• ¿Cuál es la tasa de producción primaria de los humedales y cuál es la contribución relativa de la vegetación macrofítica y la microflora?</li> <li>• ¿Cuáles factores abióticos y en qué medida determinan y promueven la oferta de alimento para la fauna, en cuanto a la producción secundaria de macroinvertebrados?</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar las tolerancias de los taxa, frente a los factores de polución orgánica y a otras fuentes de contaminación.</li> <li>• Monitorear continuamente las variables climatológicas y de la dinámica hidrológica: El desarrollo de esta propuesta implica necesariamente la instalación de una red de estaciones limnimétricas con aforadores que permita conocer la información oportunamente para garantizar los caudales mínimos que permitan mantener las dinámicas ecológicas del humedal.</li> <li>• Desarrollo de estudios sedimentológicos detallados que permitan conocer aspectos asociados a la historia de formación de un humedal.</li> <li>• Evaluar las fuentes actuales y potenciales de oferta hídrica. Captación de caudales superficiales y subterráneos que garanticen un volumen mínimo de oferta hídrica en el ecosistema de humedales urbanos.</li> <li>• Evaluar alternativas para el restablecimiento del caudal mínimo, en función de la calidad y cantidad, necesario para la reintroducción de especies subacuáticas nativas.</li> </ul>

El desarrollo del entorno urbano cerca de los humedales ha transformado la dinámica hídrica de su microcuenca y afluentes, pues la ciudad les vierte permanentemente parte de sus aguas residuales. Algunos humedales se mantienen casi exclusivamente de estos aportes. Sin embargo, si se quiere modificar esta situación no se cuenta con la información hidrológica adecuada. Se desconoce cuál puede ser el volumen de agua mínimo que se requiere para mantener la preservación de flora y fauna acuática propia de estos ecosistemas. De otra parte, la ausencia de estaciones climatológicas en los humedales ha generado apreciaciones subjetivas del comportamiento hídrico del ecosistema, siendo un parámetro fundamental de conocimiento para determinar líneas de manejo y conservación.

### 6.3. ECOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN EN HUMEDALES

Los humedales son reconocidos por su carácter de interfase entre los sistemas terrestres y los acuáticos, de acuerdo con Cowardin et al. (1979); en este ámbito la vegetación existente en estos ecosistemas se expresa en sus características de vida, bien como especies hidrofíticas, mesofíticas o xerofíticas según las condiciones predominantes del medio físico donde se logran establecer.

Las plantas hidrofíticas son la vegetación característica en los humedales, que pueden contar con adaptaciones morfológicas o fisiológicas que les permiten colonizar y establecerse en el medio acuático o en los suelos saturados o que se inundan en algún período del año; existen también, especies adaptadas a condiciones intermedias de humedad (mesofíticas) y especies que requieren de condiciones de ambientes secos (xerofítica) y que se evidencian, básicamente, en el área conocida como zona de manejo y preservación ambiental.

Los estudios en ecología de las plantas de los humedales bogotanos pueden realizarse sobre especies nativas dada la importancia para la conservación y rehabilitación ecológica tanto de la estructura de las comunidades como de su función e, igualmente, sobre las especies introducidas y sus efectos en el ecosistema.

En gran parte de nuestros humedales existen hoy diversas especies no nativas, exóticas o introducidas que son casuales, naturalizadas o de comportamiento invasor y de las cuales desconocemos su grado de interrelación con la fauna y flora nativas, tanto como sus impactos sobre los procesos en estos ecosistemas.

Existe la necesidad de conocer no solo qué especies existen en los humedales sino cómo se relacionan entre ellas, si hay una oferta de recursos para la fauna, cómo se comportan las especies nativas con la presencia de especies invasoras y cómo se relaciona la hidrología del humedal con la vegetación que en conjunto constituye la base estructural y funcional del ecosistema. Otros aspectos como la existencia de nutrientes y las características del suelo apoyan el conocimiento sobre el crecimiento óptimo de las plantas y la identificación de factores que reducen su productividad. Esta información favorece el desarrollo de propuestas de rehabilitación ecológica en la medida que brindan la información de partida.



Figura 6.2. Bosque protector plantado con especies exóticas en la ronda del humedal de Córdoba. Thomas McNish.

Tabla 6.3. Propuestas de investigación en ecología de la vegetación en humedales.

ECOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN EN HUMEDALES	
ALGUNAS PREGUNTAS POR RESOLVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el estado de conservación de las comunidades vegetales en los humedales?</li> <li>• ¿Cuál es el efecto de los diferentes tipos de disturbio sobre estas comunidades?</li> <li>• ¿Cómo afecta la biodisponibilidad de nutrientes esenciales mayores (N, P, K, Ca y S) y micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn y Cl) el desarrollo de las poblaciones y comunidades vegetales?</li> <li>• ¿Qué factores de la hidrología de los humedales (caudales, niveles, hidroperiodos) determinan y regulan la dinámica de la vegetación?</li> <li>• ¿Cómo se modifican las características de flujo hídrico y su distribución en el humedal, por los patrones de desarrollo y reemplazo de la vegetación acuática?</li> <li>• ¿Qué factores determinan la distribución y persistencia de bancos de semillas y propágulos vegetativos en diferentes hábitat?</li> <li>• ¿Cuál es el efecto de las plantaciones sobre la composición, estructura y función de los humedales?</li> <li>• ¿Cuál es el efecto de las especies invasoras o introducidas sobre las especies y procesos del ecosistema?</li> <li>• ¿Cuáles son las opciones de manejo frente a un proceso de invasión biológica?</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las coberturas vegetales mediante caracterización de su estructura y composición.</li> <li>• Establecer patrones de distribución espacial de especies nativas y exóticas.</li> <li>• Efectuar estudio de la sucesión vegetal en diferentes condiciones ambientales.</li> <li>• Desarrollar estudios de ecología de poblaciones, grupos funcionales y estrategias de historia de vida.</li> <li>• Desarrollar estudios de factores limitantes y tensionantes en el desarrollo de la vegetación.</li> <li>• Efecto de la plantación de especies exóticas en las dinámicas ecológicas asociadas a la fauna de un humedal.</li> <li>• Valoración de la plantación de coberturas vegetales en los humedales bogotanos y su incidencia en los procesos ecológicos.</li> </ul>

En la realización de estudios básicos en ecología es importante combinar métodos de observación, mediante muestreos comparativos a lo largo del tiempo, con métodos experimentales, que incluyan el manejo controlado de factores bien sea, en condiciones de laboratorio o preferiblemente en áreas de los humedales debidamente delimitadas.

Entre las especies o poblaciones que pueden ser tenidas en cuenta al momento de realizar estudios, se encuentran las dominantes en la estructura de diversos humedales como: *Schoenoplectus californicus* (junco), *Typha latifolia* y *T. domiguensis* (enea), *Bidens laevis* (botoncillo), *Limnobium laevigatum* (buchón nativo), *Rumex conglomeratus* (romaza); las especies pertenecientes a géneros tales como *Polygonum*, *Juncus*, *Carex*, *Lemna*, entre otras. Constituyen elementos importantes en la riqueza florística la presencia de varias especies y, sus estrategias de historia de vida, explicarán la manera cómo se distribuyen diferencialmente en los

humedales. Las especies más críticas desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, como es el caso de *Senecio carbonelli* por ser endémica y otras como *Gratiola bogotensis*, *Myriophyllum aquaticum*, crean elementos importantes locales de la diversidad florística de algunos humedales.

Otro componente, muy importante, al emprender procesos de restauración en ecosistemas muy degradados consiste en el estudio de los factores tensionantes y limitantes. Aunque la identificación de dichos procesos hace parte de los estudios de diagnóstico, es necesario que su manejo no quede relegado sólo a una matriz, elaborada por técnicos, sino que sea construida con la participación activa de la comunidad. Lo anterior, con el objetivo de generar espacios de discusión y concertación en cuanto a las acciones que se deben emprender para su mitigación.

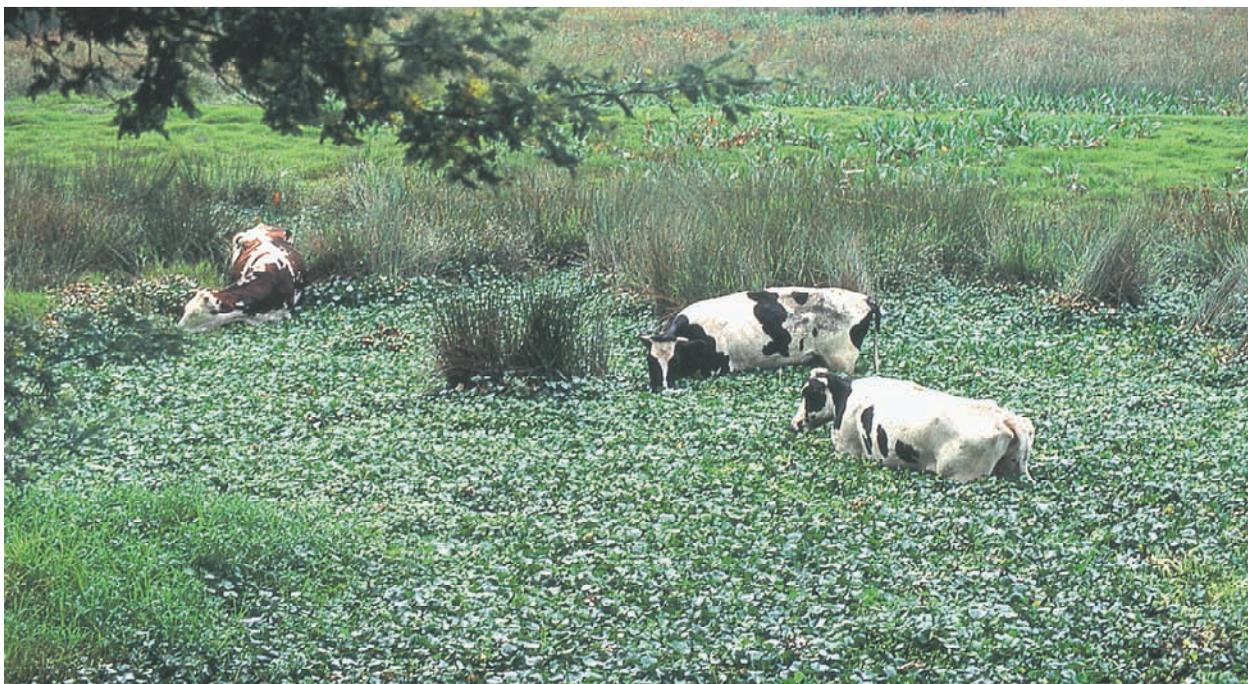


Figura 6.3. Disturbio producido por la ganadería en el humedal Jaboque. Thomas McNish.

## 6.4. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE VEGETACIÓN EN LOS HUMEDALES

Un elemento de gran importancia lo constituye la producción de material vegetal, dado que no existe una cultura de propagación de especies nativas ni en el orden nacional ni distrital y con ello se reducen las opciones a una lista aún muy breve de posibilidades. Por esta razón, urge la necesidad no solo de propagar especies que cumplan con funciones específicas dentro de los procesos de restauración ecológica (Ej. especies facilitadoras, nodrizas, perchas, etc.), sino de aquellas nativas, cuyas poblaciones se encuentran muy suprimidas y cada vez más aisladas en ciertos humedales bogotanos.

Una de las dificultades que se presenta con frecuencia, para la implementación de diseños de restauración ecológica de la cobertura vegetal, en todos lo ecosistemas, es la falta de material vegetal, debido a que por ser especies nativas, generalmente, con rangos limitados de distribución y dificultades en su propagación, no se encuentran en viveros comerciales y las que se encuentran son muy costosas.

Tabla 6.4. Propuestas de investigación para la conservación de la vegetación endémica de los humedales.

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE VEGETACIÓN DE HUMEDALES	
ALGUNAS PREGUNTAS POR RESOLVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características fenológicas y corológicas de las especies nativas de los humedales bogotanos?</li> <li>• ¿Cuáles deben ser las estrategias de conservación de las especies en vía de extinción en los humedales bogotanos?</li> <li>• ¿Cuál debe ser el protocolo de producción in vitro de las especies en vía de extinción en los humedales?</li> <li>• ¿Cuáles deben ser los protocolos para producción en vivero de especies semiacuáticas y terrestres propias de los humedales bogotanos?</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular e implementar un programa de investigación coordinado por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis para la conservación de la flora nativa de los humedales y el rescate de las especies en vía de extinción.</li> <li>• Desarrollar protocolos de producción de material vegetal nativo con destino a los proyectos de rehabilitación ecológica de los humedales de Bogotá</li> <li>• Caracterizar el estado actual de la especie priorizada en su hábitat natural.</li> <li>• Determinar los aspectos biológicos y ecológicos, especialmente, referidos a su reproducción y exigencias de hábitat.</li> <li>• Definir estrategias de manejo y conservación de la especie amenazada en su hábitat natural.</li> <li>• Valorar los requerimientos de hábitat para la reintroducción de poblaciones de vegetación.</li> <li>• Estudiar la Fenología de las especies prioritarias para la recuperación de la cobertura vegetal.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar la ecología de especies prioritarias en la rehabilitación ecológica de las rondas y zonas de manejo y preservación ambiental.</li> <li>• Describir el hábitat y microhábitat de las especies amenazadas.</li> <li>• Elaborar protocolos de manejo y reintroducción de especies vegetales, lo cual requiere que a partir de la caracterización ambiental, se identifiquen las mínimas condiciones de hábitat que garanticen el éxito en el restablecimiento de la población en su medio natural.</li> </ul>

## 6.5. INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANEJO DE FAUNA



Figura 6.4. El cangrejo sabanero (*Neostrengeria macropa*) especie amenazada de extinción en los humedales de Bogotá. Thomas McNish.

La fauna de los humedales constituye uno de los componentes más sensibles del ecosistema y un indicador del estado de conservación y de los disturbios que los afectan. Los humedales urbanos de Bogotá conservan una fauna endémica y diversa, representada por mamíferos, aves, peces, anfibios, reptiles y artrópodos. Las investigaciones se han orientado, principalmente, al censo y a los inventarios, lo que ha permitido avanzar en el conocimiento, sin embargo, muy pocos trabajos abordan los problemas relacionados con la ecología de poblaciones, su conservación y manejo sostenible. Varias especies están extintas y sigue una larga lista de especies amenazadas de extinción por el deterioro de sus ambientes. El desarrollo de líneas de investigación en este sentido ayudaría a llenar los vacíos de información sobre fauna que pueden limitar el éxito de los planes de recuperación ecológica de los humedales de Bogotá.

Faltan conocimientos sobre las respuestas de varias especies importantes a diferentes tipos de disturbio o alteraciones. En muchos casos de desaparición de especies, no se sabe las causas precisas, ni cómo se hubiera podido evitar su desaparición. Se requiere un monitoreo cercano y detallado del comportamiento de las especies más prioritarias conforme avanza el proceso de recuperación de humedales.

No se conoce en detalle los requisitos de hábitat de la mayoría de las especies de los humedales; solo para algunas especies endémicas y amenazadas existe información más o menos detallada. Faltan estudios minuciosos sobre las especies prioritarias comparando sus situaciones en sitios degradados y no degradados. Especies sugeridas: *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Gallinula melanops*, *Ixobrychus exilis*, *Anas discors*, *Oxyura jamaicensis*, *Agelaius icterocephalus*, *Pseudocolopteryx acutipennis*, *Hyla labialis*, *Cavia anolaimae*.

Para el restablecimiento de poblaciones de peces autóctonos, es necesario saber qué tan conectados deben estar los humedales entre sí y con fuentes naturales de que cantidad de contaminación de estas fuentes es tolerable para la reproducción de estas especies.

La capacidad de dispersión es un parámetro de importancia en planes de manejo para poder obtener la persistencia de poblaciones pequeñas y más o menos aisladas (el modelo de metapoblaciones).

Los restos óseos de las excavaciones de sitios arqueológicos desde el principio de la ocupación de la Sabana por acción humana no han sido estudiados por un paleontólogo de vertebrados, por lo tanto, no tenemos información detallada sobre la relación de estos pobladores con la fauna.

En los pocos estudios y observaciones es probable que el efecto de ciertas especies exóticas sobre la fauna nativa sea severo. Sin embargo, no existe información cuantitativa sobre la gravedad y magnitud de la afectación. Los peces exóticos introducidos constituyen otro problema, la trucha posiblemente ha sido la causante indirecta de la disminución y hasta extinción de otras especies de vertebrados como peces y aves aunque no existe ningún estudio que lo compruebe. Es una especie que popularmente se introduce en cuerpos acuáticos sin considerar los efectos nocivos que puede tener sobre los procesos ecológicos.

Son tan amplios los vacíos de información en lo relacionado con la fauna de los humedales a excepción de las aves, que en la tabla 6.5 no se incluyó la fila de preguntas por cuanto en este campo está todo por resolver.

Se tiene un conocimiento muy rudimentario de la relación entre muchos grupos de invertebrados y las condiciones del agua y vegetación en los humedales. Faltan estudios que comparen específicamente los invertebrados de humedales de diferentes grados de deterioro, con diferentes tipos de vegetación, tanto del humedal como de la ronda y, de diferentes tipos de vegetación dentro de los humedales. Como estos invertebrados son en muchos casos recursos importantes para la fauna de vertebrados, es importante entender su dinámica y diversidad.

El nivel de conocimiento taxonómico de los invertebrados es aún escaso comparado con otros grupos. Sin poder identificar las especies, no sólo es imposible determinar cuáles son endémicas y/o amenazadas, sino que es imposible acceder a los conocimientos sobre estas especies o sus parientes cercanos en otros países, para aprovechar este conocimiento en el manejo de las especies locales.



Figura 6.5. Depredación de fauna silvestre por perros y otros animales domésticos: Thomas McNish.

Tabla 6.5. Propuestas de investigación para la conservación y manejo de fauna en los humedales.

INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANEJO DE FAUNA	
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<p><b>ECOLOGÍA Y SISTEMÁTICA DE LA ARTROPOFAUNA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular estrategias de manejo y conservación para especies en peligro de extinción.</li> <li>• Efectuar estudios para conocer la diversidad de invertebrados de diferentes hábitos (voladores, de follaje, acuáticos, edáficos, etc.) y sus hábitat en diferentes humedales a lo largo del año y cómo responden a la degradación de los humedales.</li> <li>• Elaborar inventarios de invertebrados en diferentes humedales.</li> <li>• Desarrollar estudios taxonómicos de cada grupo representativo de invertebrados.</li> <li>• Desarrollar estudios de la ecología y dinámica de poblaciones.</li> </ul> <p><b>CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ESPECIES AMENAZADAS DE VERTEBRADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular estrategias de manejo y conservación para especies en peligro de extinción.</li> <li>• Efectuar la evaluación y seguimiento de la respuesta de las diferentes especies de especial atención en cualquier acción de restauración o intervención general que se realice en los humedales.</li> <li>• Desarrollar modelos predictivos de las diferentes variables necesarias para la presencia de especies de interés en los humedales bogotanos, con fines de manejo y conservación.</li> <li>• Efectuar estudio de la dinámica poblacional de especies de peces en humedales con diferentes grados de conectividad entre sí y con fuentes naturales de agua.</li> <li>• Determinar la capacidad de varias especies para trasladarse entre humedales.</li> <li>• Estudiar la recuperación de poblaciones de especies amenazadas de extinción.</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los restos óseos de animales de sitios arqueológicos cercanos a los humedales para determinar si existieron especies grandes de aves y mamíferos que fueron cazadas hasta la extinción y cuál era la composición de la fauna en tiempos prehistóricos.</li> <li>• Estudiar la respuesta de la fauna a acciones de recuperación.</li> <li>• Modelar los requerimientos de hábitat de las especies de vertebrados importantes para conservación (amenazadas, endémicas).</li> <li>• Desarrollar estudios de la biología del capitán (<i>Eremophilus mutisii</i>) y la guapucha (<i>Grundulus bogotensis</i>) con énfasis en reclutamiento bajo diferentes grados de conectividad.</li> <li>• Evaluar la capacidad de dispersión de aves entre diferentes humedales.</li> <li>• Desarrollar estudios arqueológicos de especies de fauna presentes históricamente en los humedales.</li> <li>• Evaluar el efecto sobre la fauna silvestre de la depredación por especies invasoras de animales domésticos.</li> <li>• Estudiar el efecto de la presencia de ganado y las prácticas de sus dueños para aumentar el área de pastoreo sobre la vegetación y hábitat de los humedales.</li> <li>• Evaluar la tasa de depredación de huevo, polluelos y adultos de aves por especies invasoras de animales domésticos, ratas y perros.</li> <li>• Estudiar el comportamiento poblacional de la trucha en el lago Juan Amarillo y sus efectos sobre especies nativas.</li> <li>• Hacer un estimativo de la población de <i>Molothrus bonariensis</i> en los humedales del distrito y evaluar el impacto que están causando sobre especies de interés.</li> <li>• Estudio del efecto de la presencia y pastoreo del ganado sobre los humedales.</li> <li>• Estudiar el efecto de la presencia de ratas y perros sobre la abundancia de aves.</li> <li>• Efectuar el seguimiento a los cambios poblacionales de la trucha introducida en el lago de Juan Amarillo.</li> <li>• Efectuar el seguimiento de cambios poblacionales del chamón <i>Molothrus bonariensis</i> y su parasitismo sobre las aves de los humedales.</li> </ul>

Los suelos de los humedales son bastante heterogéneos y en el paisaje se presentan diferentes condiciones edafoclimáticas y factores de disturbio.

Para un buen diseño de prácticas de recuperación ecológica en los humedales es indispensable comprender el origen y evolución de los suelos, cuáles son sus potencialidades y factores limitantes.

Un primer nivel de aproximación desde la perspectiva del paisaje permitirá una interpretación de los patrones y procesos espaciales y de su transformación en el medio urbano.

Los humedales de Bogotá han sido objeto de ocupación y del manejo de suelos desde tiempos prehispánicos, generando estructuras hidráulicas que modificaron el drenaje natural y la evolución de los suelos de humedal. En tiempos modernos los humedales han quedado inmersos en la matriz urbana con fuertes procesos de transformación del paisaje y de los suelos naturales que es necesario conocer en detalle.

## 6.6. ECOLOGÍA DEL SUELO Y PAISAJE

Los suelos de los humedales de Bogotá presentan diferentes niveles de disturbio y degradación por contaminación de aguas residuales, residuos de origen industrial y doméstico, agricultura, pastoreo, entre otros. Estas actividades tienen un efecto negativo sobre la estructura del suelo y su biota edáfica representada por diversidad de microorganismos (bacterias, hongos, actinomicetos, algas y protozoos), la microfauna de organismos entre 20 y 200 micras (protozoarios, rotíferos, tardígrados, copépodos crustáceos), la mesofauna con individuos entre 200 micras y 1 cm,



Figura 6.6. Los humedales tienen una biota edáfica diversa y poco conocida. Detalle de galerías de lombrices cubiertas por oxidación del hierro. David Rivera.

de microartrópodos (colémbolos, ácaros, entre otros), larvas de insectos, milípodos e isópodos, arácnidos.

La macrofauna está compuesta por individuos de tamaño mayor de 1 cm, como las lombrices, los grandes insectos y los arácnidos, entre otros, organismos que desempeñan múltiples funciones. Se presentan fuertes limitantes en el escaso nivel de conocimiento taxonómico de algunos grupos funcionales (Meyer, 1994; Allan, 1995), así como también de su función trófica. Algunos de estos organismos pueden actuar como buenos indicadores de los procesos de degradación del suelo, además, de tener un gran potencial biotecnológico de aplicación en bio-remediación de suelos para la recuperación ecológica de humedales.

Tabla 6.6. Propuestas de investigación en estrategias de conservación de vegetación de humedales.

ECOLOGÍA DEL SUELO Y PAISAJE	
ALGUNAS PREGUNTAS POR RESOLVER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características fenológicas y corológicas de las especies nativas de los humedales bogotanos?</li> <li>• ¿ Cuáles deben ser las estrategias de conservación de las especies en vía de extinción en los humedales bogotanos?</li> <li>•¿Cuál debe ser el protocolo de producción in vitro de las especies en vía de extinción en los humedales?</li> <li>•¿Cuáles son los protocolos para producción en vivero de especies semiacuáticas y terrestres propias de los humedales bogotanos?</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<p>DINÁMICA ESPACIOTEMPORAL DE PATRONES DE USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar a una escala detallada los procesos espacio-temporales de ocupación humana y transformación del suelo como componente del paisaje.</li> <li>• Establecer las relaciones suelo-geoforma en los humedales de la planicie aluvial de inundación del río Bogotá a una escala detallada y definir los elementos constituyentes del paisaje.</li> <li>• Determinar la representación geográfica (cartografía de suelos) y la repartición espacial de los suelos de humedal incluyendo la Zona de Ronda y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental.</li> <li>• Analizar espacio-temporalmente la historia de ocupación humana y la transformación del suelo en los humedales de Bogotá.</li> <li>• Caracterizar geomorfológicamente las relaciones suelo-geoforma en los humedales de la planicie aluvial de inundación del río Bogotá.</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar el levantamiento cartográfico y caracterización de los suelos de humedal y su microcuenca, incluyendo la Zona de Ronda y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental.</li> <li>• Identificar las formas de uso actual del suelo y de los factores tensionantes por contaminación, agricultura, ganadería y procesos de urbanización.</li> <li>• Desarrollar modelaciones matemáticas y espaciales (SIG) para el análisis de datos multivariados y multiescalares para el estudio de suelos de humedal.</li> </ul>
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<p>ECOLOGÍA DE LA BIOTA EDÁFICA Y SALUD DEL SUELO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar la diversidad bioedáfica de los humedales (micro, meso y macrofauna).</li> <li>• Identificar e interpretar el ciclo biológico de los principales grupos funcionales de organismos del suelo y su función en el ambiente edáfico y la ecología de los humedales.</li> <li>• Desarrollar ensayos experimentales de biorremediación del suelo y otras alternativas biotecnológicas.</li> <li>• Identificar y caracterizar los principales grupos funcionales de la biota edáfica.</li> <li>• Evaluar indicadores tempranos de estado de salud y degradación del suelo.</li> <li>• Efectuar ensayos experimentales de biorremediación de suelos contaminados por aguas residuales.</li> <li>• Evaluar el ciclo de biogeoelementos en los humedales bogotanos y sus procesos de transferencia al suelo.</li> <li>• Identificar los aspectos de la génesis, evolución, taxonomía de los suelos de humedal.</li> <li>• Estudiar la compactación del suelo de humedal por efecto del pastoreo.</li> <li>• Efectuar los estudios para la evaluación de la contaminación del suelo con aguas residuales y residuos industriales.</li> <li>• Evaluar procesos de salinización o sodificación en los suelos de humedal.</li> </ul>

## 6.7. GESTIÓN SOCIAL Y MANEJO SOSTENIBLE DE HUMEDALES



Figura 6.7. Valla de prevención para que la ciudadanía evite ser engañada al comprar terrenos en el humedal del Burro. Thomas McNish.

La incorporación armónica de los humedales al tejido urbano, su apropiación cultural por parte de la población cercana y por toda la ciudadanía de la capital y las experiencias de responsabilidad compartida en la gestión, como vía para construir una nueva relación entre las comunidades y la institucionalidad, mediada por procesos de recuperación de estos ecosistemas, son objetos del mayor interés, que deben abordarse con miras a consolidar una cultura de gestión conjunta que garantice mayor eficacia en las acciones de cada uno de los actores comprometidos. Por ello se considera importante establecer y desarrollar las siguientes líneas de investigación:

Se han documentado algunas de las más destacadas experiencias de iniciativa civil en la recuperación de humedales, pero es conveniente recoger todas estas historias que, en su mayoría y de manera anónima han alcanzado metas notables que deben ser reconocidas por las instituciones y el conjunto de la sociedad.

De igual manera su registro permitirá contar con una base de información sobre mecanismos de vinculación de las comunidades, logros y dificultades en el proceso dentro de circunstancias específicas, dar cuenta de la diversidad de estrategias aplicadas, de los recursos empleados para resolver problemas, de los apoyos encontrados, de los instrumentos metodológicos generados y del tipo de relaciones establecidos entre actores. Estudios amplios y consolidados a este respecto marcarán pautas no sólo para la gestión futura en humedales, sino para las iniciativas ciudadanas en otros campos de conflicto socioambiental.

La gestión social de los Humedales requiere de la formación de una base social cada vez más amplia, que garantice un empoderamiento de los procesos, los espacios y los servicios que los humedales en recuperación ofrecen. Por ello es conveniente estudiar y desarrollar el potencial de participación de actores como los grupos de tercera edad, de recuperadores, las redes de mujeres, los grupos juveniles e infantiles de medio ambiente y la empresa privada, entre otros. Estos análisis podrán brindar una diversificación de gestiones y servicios que integren estos ecosistemas a la vida urbana, respetando su dinámica natural, pero haciendo que el disfrute de sus beneficios sea percibido por población de muy diferentes características, integrándola a su vez a la realización de los planes para su conservación.

Dentro de las riquezas de carácter cultural que los humedales pueden poseer, se deben indagar los vestigios de poblamiento aborígen y eventuales rastros de uso y simbología vinculados a estos ecosistemas, ya que siempre ha sido fundamental la relación del hombre con el agua, marcando de manera determinante su cultura. Los hallazgos que se realicen en esta materia, contribuirán a la conservación de este patrimonio cultural y a ampliar la comprensión de la historia evolutiva de estos escenarios, incorporando este conocimiento en los programas educativos del humedal.

Las labores que en este sentido se vienen adelantando por parte de las autoridades ambientales, organizaciones no gubernamentales e instituciones educativas de niveles básicos y universitarios, requieren de una articulación que, en el marco de la complementariedad en sus posibilidades y roles, conduzca a lograr un mayor impacto en cambios de actitud en la ciudadanía, así como en la construcción de valores y de conocimientos asociados a estos espacios naturales.

Identificar y valorar los programas de educación ambiental en humedales, con sus metodologías exitosas, sus logros y dificultades, los principales objetos de interés escolar (PRAES) y universitario (pasantías y tesis) hasta la fecha, así como experiencias exitosas de trabajo en red en estas materias, debe apuntar a generar la consolidación de estrategias articuladas para el trabajo en educación ambiental e investigación, que logre niveles superiores de coordinación, trabajo en equipo, continuidad, acumulación y socialización de conocimientos y valores en estos programas.

La enseñanza y promoción de estos espacios como sitios de recreación pasiva y disfrute de la naturaleza pueden ser una forma de cambiar la actitud. Es claro que los humedales en que sus vecinos ven un beneficio están en mucho mejor estado y tienen mejores capacidades de recuperarse que en aquellos en que los vecinos sólo ven desventajas o formas no sostenibles de aprovecharlo.

Se propone el desarrollo de tres áreas de investigación en los aspectos sociales relacionadas con: historias de gestión participativa, historia ambiental y cultural de los humedales, educación e investigación para articulación en red. De estos grandes temas se derivan todos aquellos proyectos de construcción colectiva de apropiación de estas áreas protegidas y sobre lo cual falta mucho por documentar.



Figura 6.8. Humedal Meandro del Say. Carboneras y agricultura en la ronda. Thomas McNish.

Tabla 6.7. Propuestas de investigación gestión social y manejo sostenible de humedales.

<b>GESTIÓN SOCIAL Y MANEJO SOSTENIBLE DE HUMEDALES</b>	
PROPUESTAS DE PROYECTOS A DESARROLLAR	<p><b>HISTORIAS DE GESTIÓN PARTICIPATIVA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentación de las experiencias de iniciativa civil en la recuperación de humedales.</li> <li>• Estudiar y desarrollar el potencial de participación de nuevos actores sociales.</li> </ul> <p><b>HISTORIA AMBIENTAL Y CULTURAL DE LOS HUMEDALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la historia ambiental y cultural de los humedales.</li> </ul> <p><b>EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA ARTICULACIÓN EN RED</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr un mayor impacto en cambios de actitud en la ciudadanía, así como en la construcción de valores y de conocimientos asociados a estos espacios naturales.</li> <li>• Identificar y valorar los programas de educación ambiental en humedales.</li> <li>• Capacitar a los vecinos de los humedales para ofrecer servicios de educación y atención a turistas y visitantes a los humedales y de esta manera obtener beneficio para la comunidad y el humedal.</li> </ul>

## GLOSARIO

**Adecuación:** es la modificación de las características o dinámicas de un ecosistema o la dotación con estructuras, que permiten su uso conforme al régimen establecido, optimizan sus servicios ambientales y armonizan su funcionamiento dentro del entorno urbano o rural

**Árbol:** organismo vegetal leñoso de 6 metros o más de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por encima de la mitad de su altura.

**Arbolito:** organismo vegetal leñoso de menos de 6 metros de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por encima de la mitad de su altura. Los juveniles o brinzales de los árboles, generalmente, son morfológicamente arbolitos, pero no todos los arbolitos en un rodal son juveniles de árboles, pues algunos son adultos que alcanzan su madurez reproductiva en esa talla y forma.

**Arborización:** acción de plantar árboles. Convencionalmente se distingue de la reforestación en que se plantan árboles aislados o en grupos muy pequeños. La arborización tiene fines de ornato, paisajismo o manejo puntual de contaminación atmosférica.

**Arbusto:** organismo vegetal leñoso de menos de 6 metros de altura, que se yergue por sí mismo y se ramifica por debajo de la mitad de su altura. Si está lignificado hasta las ramitas se denomina frútice y si sólo lignifica en su base se considera subfrútice (sinónimo de subarbusto).

**Arvense:** relacionado con los campos de cultivo. El término se aplica, en general, a la flora no cultivada, característica de las tierras de labor.

**Asociación:** par o grupo de especies correlacionadas entre sí por la frecuencia con que coinciden en el espacio-tiempo. Comunidad vegetal dominada por dos o más poblaciones.

**Autodiseño:** enfoque de la restauración de humedales que se fundamenta en la habilidad del ecosistema para reorganizarse de manera autónoma siguiendo la ley natural de la sucesión ecológica.

**Banco de plántulas:** conjunto de plántulas en estado latente, en el estrato rasante de una comunidad vegetal. Estas plántulas activan su crecimiento a consecuencia de algún estímulo, usualmente el incremento de iluminación resultante de una perturbación de los estratos superiores del rodal.

**Banco de semillas transitorio:** banco de semillas que mantienen viabilidad menos de un año en el suelo o los sedimentos de un humedal.

**Banco de semillas:** acumulación de semillas en el suelo en estado latente (dormancia) que usualmente germinan a partir de una perturbación, dinamizando la regeneración del rodal perturbado.

**Banco donador de semillas:** técnica mediante la cual se transfieren de un humedal a otro las semillas contenidas en porciones de suelo o sedimentos con el fin de reimplantar poblaciones de plantas acuáticas.

**Banco persistente de semillas:** constituido por semillas o propágulos que tienen viabilidad a largo plazo en el suelo o los sedimentos de un humedal.

**Compensación:** actividades de creación o estimulación del desarrollo de humedales nuevos equivalentes a las áreas perdidas por otras causas.

**Comunidad:** sinónimo de biocenosis, conjunto de poblaciones biológicas que coexisten en un área como parte de un ecosistema. Si se trata de poblaciones vegetales, se habla de comunidad vegetal o fitocenosis.

**Conservación:** conjunto de actividades dirigidas al mantenimiento y aprovechamiento sostenible de los procesos ecológicos esenciales y los recursos naturales renovables. Comprende la preservación, la restauración y el uso sostenible.

**Diseño:** enfoque en la restauración o recuperación de humedales que considera las estrategias de historia de vida como el factor más importante para el desarrollo de la vegetación en el humedal. Este enfoque da importancia a la rehabilitación hídrica con acciones de ingeniería y actividades extensivas de reimplantación de especies en un proceso sucesional sin una tendencia a un clímax determinado.

**Dispersión:** proceso de movimiento de propágulos (semillas, vegetativos) desde una planta parental que los produce hasta alejados.

**Disturbio:** eventos discontinuos en el tiempo que rompen la estructura de un ecosistema, comunidad o población, al cambiar los recursos, el sustrato u otro elemento del medio físico. Generalmente está ocasionado por eventos de alta energía como crecientes extremas, o por acciones antrópicas de efecto intensivo como dragados, canalizaciones, rellenados, etc.

**Ecosistema:** unidad ecológica coherente y relativamente autónoma en lo que se refiere a la red trófica y energética está constituido por un medio físico (biotipo, hábitat o ambiente), sus pobladores y las interrelaciones entre ambos, formando una unidad en equilibrio dinámico.

**Ecotono:** zona transicional entre dos comunidades, se caracteriza por un cambio o discontinuidad en la estructura o la función. Es un término muy dependiente de la escala espacial para su aplicación en los humedales que por definición son ambientes transicionales. Franja de transición entre dos ecosistemas o dos compartimientos de un ecosistema estructural y funcionalmente distintos. El ecotono a que con más frecuencia se hace referencia en estos estudios es la linde del bosque, es decir, el ecotono entre el bioma forestal y el herbáceo (Ej.: bosque-potrero).

**Edafoclima:** se conoce como clima interno del suelo. Refleja en gran parte las condiciones del clima general.

**Enriquecimiento:** técnica de manejo de rodales subserales (matorrales, rastrojos, bosques secundarios) consistente en la plantación de poblaciones que se quieren fomentar dentro de la sucesión, con fines de conservación, restauración, paisajismo o producción forestal.

**Escorrentía superficial:** se refiere al agua que circula en los horizontes superiores, causa el empobrecimiento del suelo por arrastre de las partículas más finas.

**Especie (Biológica):** conjunto aislado en forma reproductiva de poblaciones que pueden cruzarse entre sí porque comparten los mismos mecanismos de aislamiento.

**Especie exótica, introducida o foránea:** toda aquella especie que no sea propia de un ecosistema en particular y que haya sido introducida como producto de acciones de tipo antrópico.

**Estabilidad:** en el sentido ecológico se refiere a la habilidad de una comunidad para resistir cambios y retornar a la situación anterior luego de un disturbio.

**Fenología:** series y ciclos de cambios en la ecofisiología y apariencia de una comunidad vegetal, no directamente relacionados con los cambios sucesionales, cuyos hitos más frecuentes son la floración, fructificación, dispersión, defoliación, foliación, muerte de biomasa epigea, etc. La fenología de cada población determina las épocas de oferta de propágulos.

**Fisonomía:** apariencia general de una comunidad vegetal, resultante de la combinación de los morfotipos que la conforman (fisonomía arbórea, arbustiva, pajonal arbustivo, rastrojo, etc.).

**Fragmentación:** división de un ecosistema continuo en parches discontinuos como resultado de un cambio ambiental macro (climático) o de un cambio en el régimen de perturbaciones. Uno de los principales resultados de la deforestación es la fragmentación de las masas boscosas primarias en mosaicos de fragmentos relictuales. La insularización es una consecuencia normal de la fragmentación.

**Grupo funcional:** un conjunto de especies que reaccionan de manera similar frente a un disturbio.

**Heliófilo:** plantas que prefieren las posiciones bien iluminadas. Son heliófilas facultativas si toleran la luz, y heliófilas estrictas si solo pueden desarrollarse bajo la radiación directa del sol.

**Herbáceo:** biotipo no leñoso. Órgano vegetal no lignificado. (Ej. los pastos son un biotipo herbáceo).

**Hídrico:** relacionado con la humedad edáfica o el agua de escorrentía superficial o subterránea.

**Hidroperíodo o régimen hídrico:** fluctuaciones periódicas de largo plazo en los niveles del agua en un humedal.

**Humedal:** tierras transicionales entre los sistemas terrestres y acuáticos donde el nivel del agua en el suelo (tabla de aguas o nivel freático) está cerca a la superficie o por encima de este cubriéndolo con una capa de agua de poca profundidad.

**Morfotipo:** hábito de crecimiento (forma y talla) corriente y típica de una población vegetal. En un sentido amplio es sinónimo de biotipo.

**Óxido-reducción:** es el proceso de intercambio de electrones entre un dador y un aceptor de electrones. Una oxidación es una incorporación de oxígeno (libera electrones). Una reducción es una pérdida de oxígeno (incorporación de electrones).

**Paisaje:** extensión de terreno compuesta por una agregación de componentes que interactúan y que se repiten a través del espacio.

**Parque Ecológico Distrital:** área de alto valor escénico y/o biológico, que por sus condiciones de localización y accesibilidad, se destina a la preservación, restauración y aprovechamiento sostenible de sus elementos biofísicos para educación ambiental y recreación pasiva.

**Pionera:** población que se establece en los primeros momentos de una sucesión primaria, es decir, cuando la sucesión arranca sobre sustrato desnudo. En la sucesión secundaria -cuando arranca sobre los remanentes de vegetación que sobreviven a la perturbación- sólo puede aplicarse este término en un sentido muy amplio, a las primeras de las especies que colonizan el rodal perturbado.

**Plantación en bloque:** patrón espacial usual en la reforestación convencional, compuesto por rectángulos o polígonos amplios, al interior de los cuales se plantan los individuos en un patrón de forma y densidad regulares, generalmente, en cuadro o al tresbolillo. Este patrón es poco eficiente en restauración ecológica pues no saca partido de las ventajas comparativas de ciertas franjas, enclaves y micrositios, ni del material vegetal disponible siempre en cantidades limitadas.

**Plantación en red:** patrón espacial adecuado a fines de revegetalización en trabajos de restauración ecológica, compuesto por polígonos dispersos y conectados por corredores y cadenas de estribones, dispuestos sobre enclaves y franjas favorables al desarrollo de la vegetación (suelo, microclima, dispersión), al interior de los cuales los individuos se plantan dentro de un patrón regular de guía flexible para aprovechar los mejores micrositios.

**Plántula:** individuo de una edad menor de un año, generalmente, con una estructura reducida a un vástago o una yema vegetativa y los primeros pares de hojas en desarrollo incipiente.

**Población:** conjunto de individuos de una misma especie que habitan en un sitio determinado y que pueden reproducirse entre sí.

**Potencial biológico:** desde la perspectiva de la recuperación espontánea o inducida del ecosistema, es el conjunto de factores bióticos, locales o periféricos, que pueden iniciar y promover la sucesión sobre un lugar.

**Precursor leñoso:** dentro del modelo de esquema sucesional básico (Salamanca & Camargo, 1993) se denomina así a la población dinamogenética que se establece típicamente como primer elemento leñoso sobre sustrato desnudo o sobre la etapa herbácea. A través de las fases de colonización, agregación y consolidación pasa de formar parches a constituir la matriz leñosa del ecosistema, organizando los flujos de energía y creando, en algunos casos, condiciones propicias para el establecimiento de otras poblaciones que eventualmente les suceden.

**Preservación:** conjunto de actividades dirigidas a proteger y mantener las características y dinámicas de los ecosistemas y los paisajes.

**Propágulo:** estructura vegetativa o semilla de una planta que cumple la función de la dispersión.

**Reclamación:** la alteración intensiva de un ecosistema que implica la sustitución por otro tipo de sistema manejado para intereses humanos.

**Recreación activa:** conjunto de actividades dirigidas al esparcimiento y el ejercicio de disciplinas lúdicas, artísticas o deportivas que tienen como fin la salud física y mental, para las cuales se requiere infraestructura destinada a alojar concentraciones de público. La recreación activa implica equipamientos tales como: albergues, estadios, coliseos, canchas y la infraestructura requerida para deportes motorizados.

**Recreación pasiva:** conjunto de actividades contemplativas dirigidas al disfrute escénico y la salud física y mental, para las cuales sólo se requieren equipamientos en proporciones mínimas al escenario natural, de mínimo impacto ambiental y paisajístico, tales como senderos para bicicletas, senderos peatonales, miradores, observatorios de aves y mobiliario propio de actividades contemplativas.

**Recuperación (Reclamation):** aborda el desarrollo de trabajos en sitios severamente degradados (p. e. tierras afectadas por minería a cielo abierto, construcción a gran escala, etc.) e implica, la mayoría de las veces, un cambio en el uso original del sitio afectado; la Sociedad de Ecología de la Restauración (SER 2004) incluye entre sus principales objetivos la estabilización de terrenos, la seguridad pública y el mejoramiento estético

**Reforestación:** restablecimiento de la cobertura forestal, independientemente, de las especies, métodos y fines con que se haga.

**Refugio (safe site):** lugar a escala local que presenta condiciones de sobrevivencia previa bajo las cuales una semilla de una especie acuática puede germinar.

**Regeneración natural:** término corrientemente empleado para describir los procesos de sucesión ecológica que naturalmente se dan en un ecosistema. Se asocia al término “restauración pasiva”, referido a la cesación de las actividades causantes de la degradación de un ecosistema, dejando que este se recupere de manera autónoma siguiendo patrones sucesionales naturales.

**Rehabilitación ecológica:** concepto aplicado a recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin que necesariamente se intente completar una restauración ecológica a una condición específica previa de un ecosistema predisturbio.

**Reintegración del paisaje:** recuperación de los aspectos funcionales de un ambiente fragmentado.

**Resiliencia:** propiedad de los sistemas abiertos complejos, en general, y de los ecosistemas en particular, que merced a la densidad y complejidad de las interacciones entre sus elementos, les permite retornar a un estado inicial, luego de una perturbación. Los ecosistemas de menor resiliencia son los más frágiles. Es el grado al cual la estructura y función de un ecosistema puede ser alterado y este aún puede recuperarse.

**Restauración activa:** manipulación deliberada y planificada de las características de un sitio para recuperar ciertas condiciones hídricas y de sustrato para revegetalizar, posteriormente, mediante resiembra de las especies acuáticas.

**Restauración ecológica:** procesos que se orientan a la intervención de las dinámicas sucesionales y su aplicación se basa en tomar como referencia un ecosistema predisturbio para reestablecer la estructura, el funcionamiento, la diversidad y las dinámicas de un ecosistema específico y lograr que este sea capaz de autosostenerse. En el sentido estricto del término es la reconstrucción total de las condiciones previas a un disturbio incluyendo las condiciones físicas, químicas y biológicas, se pretende regresar a las condiciones originales naturales de un ecosistema.

**Revegetalización estratégica:** enfoque y tecnología de restauración basada en la inducción sucesional y el manejo de factores bióticos y abióticos determinantes de la regeneración natural de la vegetación nativa.

**Revegetalización:** restablecimiento de la cobertura vegetal en la que se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles.

**Ripario:** propio de las márgenes hídricas. Vegetación característica de las orillas de los cuerpos de agua continentales.

**Riqueza:** en términos biológicos y ecológicos se refiere al número de especies presentes en un sitio determinado.

**Ronda hidráulica:** zona de protección ambiental e hidráulica no edificable de uso público, constituida por una franja paralela o alrededor de los cuerpos de agua, medida a partir de la línea de mareas máximas (máxima inundación), de hasta 30 metros de ancho destinada, principalmente, al manejo hidráulico y la restauración ecológica.

**Serie hidráquica:** dentro de la teoría clásica (clementsiana) de la sucesión ecológica, se refiere al proceso de rellenado de un cuerpo de agua que teóricamente conduce a un ecosistema terrestre.

**Sucesión ecológica:** cambio cuantitativo o cualitativo de la vegetación debida a las interacciones entre las especies y al efecto selectivo de los cambios en el ambiente.

**Sucesión gleasoniana:** en el caso de los humedales se refiere a una dinámica cíclica de cambio en que un humedal siempre retorna a un humedal, Los mecanismos de cambio se dan por las estrategias de vida de cada especie frente a los factores cambiantes del medio físico incluyendo los disturbios.

**Sucesión:** proceso de reemplazamiento de las poblaciones que conforman una comunidad por otras a través del tiempo. Desarrollo del ecosistema tendiente a la mayor captación del flujo de energía disponible, a través del crecimiento y organización gradual de su estructura. La regeneración natural de la cobertura vegetal es un ejemplo de sucesión.

**Terrificación:** proceso de rellenado de un cuerpo de agua somero para convertirse en un terreno húmedo.

**Uso sostenible:** aprovechamiento de bienes y servicios derivados de los ecosistemas, que, por su naturaleza, modo e intensidad, garantizan su conservación. Dentro de la Estructura Ecológica Principal el uso sostenible se ajusta a los tratados y normas vigentes, conforme al régimen de usos y plan de manejo de cada área. El uso sostenible de cada área y zona dentro de un área de la Estructura Ecológica Principal se ajustará al régimen de usos del área y a los tratamientos de preservación, restauración y adecuación que por diseño o zonificación correspondan.

**Zona de manejo y preservación ambiental (ZMPA):** franja de terreno de propiedad pública o privada contigua a la ronda hidráulica, destinada a propiciar la adecuada transición de la ciudad construida a la estructura ecológica, la restauración ecológica y la construcción de la infraestructura para el uso público ligado a la defensa y control del sistema hídrico.

