PLAN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ

ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y SOLUCIONES RECOMENDADAS

Elaborado para la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR

Por

THOMAS VAN DER HAMMEN

Santa Fe de Bogotá, D.C., octubre de 1996

CONTENIDO

1. INTRODUCCION

- *LA ESTRUCTURA GLOBAL DEL AREA*
- *PUNTOS DE PARTIDA*
- *LA REALIZACION DEL PLAN AMBIENTAL*

2. ESBOZO DE LA HISTORIA DEL AREA

- *ANTES DE LA APARICIÓN DEL HOMBRE*
- *DESPUÉS DE LA APARICIÓN DEL HOMBRE*

3. LOS ECOSISTEMAS POTENCIALES: VEGETACION, CLIMA, SUELOS

- *EL PARAMO*
- *EL BOSQUE ANDINO ALTO*
- *EL BOSQUE ANDINO BAJO*
- *VEGETACION DE LAS ZONAS SECAS (XEROFITICA)*
- *EL BOSQUE DE LAS ZONAS INUNDABLES*
- *VEGETACION DE LOS HUMEDALES*
- *ANOTACIONES FINALES*

4. COBERTURA VEGETAL Y SU RELACION CON LA CONSERVACION DEL AGUA, DE LOS SUELOS, Y DE LA BIODIVERSIDAD

- *LOS PARAMOS*
- *LOS CERROS, LAS QUEBRADAS Y MICROCUENCAS*
- *REFORESTACION Y PLANTACIONES*
- *LA EROSION SEVERA*
- *EL PIE DE MONTE*
- *LA PLANICIE DE LA SABANA*
- *LOS VALLES DE LOS RIOS, LA RONDA Y LOS HUMEDALES*
- *LOS INCENDIOS*
- *LA FLORA Y LA DIVERSIDAD VEGETAL*
- *LA FAUNA Y LA DIVERSIDAD ANIMAL*
- *CONSERVACION Y RESERVAS NATURALES*
- *ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL (EEP)*

5. EL AGUA SUBTERRANEA, EL BALANCE DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE

- INTRODUCCION
- UN BALANCE GLOBAL
- EL ESTUDIO INGEOMINAS - CAR Y DATOS ADICIONALES
- LA COBERTURA VEGETAL, LA INFILTRACION Y LA ESCORRENTIA
- EL NIVEL FREATICO EN LOS CERROS Y LAS FUENTES Y QUEBRADAS
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

6. USO DE LA TIERRA, EL PAISAJE Y SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE

- EL PAISAJE
- MINIFUNDIO Y LATIFUNDIO
- LA AGRICULTURA, GANADERIA Y FLORICULTURA Y LA SOSTENIBILIDAD
- EL USO DE LA TIERRA ACTUAL Y EL RECOMENDABLE - ZONAS URBANAS INDUSTRIALES
- ZONAS MINERAS

7. RESERVAS NATURALES, REFORESTACION Y EL RETORNO DE LA VIDA

- INTRODUCCION
- RESERVAS NATURALES
- UNA NUEVA POLITICA DE REFORESTACION
- ASPECTOS PRACTICOS DE LA REFORESTACION DE BOSQUE NATIVO
- CERCAS VIVAS
- VIDA EN LAS ZONAS URBANAS E INDUSTRIALES
- INCENTIVOS

8. LA ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL Y LA PLANIFICACION INTEGRAL DEL USO DE LA TIERRA

9.CONSIDERACIONES SOBRE LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

10. LA ESTRUCTURA NECESARIA PARA LA REALIZACION DEL PLAN AMBIENTAL DE LA SABANA

Figuras : 1, 2 y 3
Figura 4 : Mapa preliminar de la vegetación potencial
Figura 5 : Mapa preliminar de la Estructura Ecológica Principal.

1

INTRODUCCION Y PUNTOS DE PARTIDA

Durante los últimos decenios se ha agravado aceleradamente la problemática ambiental de la Sabana de Bogotá, y estamos presenciando una degradación general en casi todos los aspectos. Ese deterioro es causado por una población humana en rápido incremento que actúa con frecuencia de manera indiscriminada, que no toma en consideración los efectos posteriores, ya sea por falta de conocimientos o de voluntad. En esto también ha jugado un papel importante la falta de planeación y la falta o no aplicación de la legislación y regulación al respecto, así como también la carencia de una clara visión de la problemática y de un análisis de causas, relaciones y efectos.

Para frenar los procesos de deterioro, mejorar la situación ambiental y llegar a soluciones efectivas, es necesario realizar un plan ambiental para la Sabana de Bogotá, que presente los lineamientos básicos para encausar la acción de los lentes gubernamentales a todos los niveles y que a su vez sirva de base para la redefinición de legislación y reglamentación ambiental pertinente con carácter de estricto cumplimiento (para todos los habitantes). El presente documento pretende ofrecer los elementos para un análisis de la problemática ambiental y recomendar posibles soluciones, dentro del marco del Plan Ambiental de la Sabana. No será objeto de este estudio la problemática del manejo técnico de desechos y emisiones contaminantes de agua y aire por industrias y vehículos, ya que estos aspectos poseen un carácter altamente técnico, especializados y requiere de estudios de especialistas y regulaciones especiales de parte del Ministerio del Medio Ambiente.

En el texto de esta introducción, trataremos en parte aspectos ya conocidos por especialistas, pero consideramos que es importante mencionarlos y tratarlos en una forma accesible para todos aquellos que de alguna manera tienen que ver con la solución de la problemática ambiental.

ESTRUCTURA GLOBAL DEL AREA

Para poder manejar bien un área, esta tiene que conformar geográfica y ecológicamente una unidad, es decir tiene que incluir todas las partes que por su situación pueden tener influencia sobre la región principal. En el caso de la Sabana de Bogotá, se tienen que incluir los cerros que la rodean, hasta la divisoria de las aguas; así se debe considerar desde la Cuenca Alta del río Bogotá, es decir toda la cuenca hidrográfica del río y sus afluentes, los páramos circundantes hasta la salida del río del altiplano. De esta manera incluye entonces, entre otras, las subcuencas de los ríos Bojacá, Subachoque, Frío, Tunjuelo, Teusacá, Tominé, Checúa, Neusa y un gran número de microcuencas de quebradas. La unidad del área está dada por su geografía, geología, su hidrogeología y su hidrología. En estos términos, una acción en cualquier parte del área puede tener influencia sobre grandes extensiones de toda la cuenca.

En esta gran cuenca, se encuentran tipos de vegetación de la Zona Andina y la Zona del Páramo. Todavía existe bastante vegetación de páramo, pero muchos de los bosques que originalmente cubrían laderas y planicies, han desaparecido y sólo quedan pequeños restos o rastrojos. Estos bosques, así como los tipos de vegetación de páramo representan ecosistemas naturales, pero en gran parte del área han sido reemplazados por Agrosistemas (cultivos, potreros) definidos en gran parte por el hombre, o por rastrojos que representan ecosistemas (semi)naturales degradados por acción humana (tala, quema).

Los ecosistemas funcionan hasta cierto punto de manera independiente. Algunos componentes importantes son la vegetación (producción primaria de materia orgánica), la fauna, el clima y el suelo. En el suelo se cierra el ciclo de nutrientes, ya que la materia orgánica muerta es descompuesta por lombrices, ácaros y otros animales pequeños, así como por hongos y bacterias, de tal manera

que los nutrientes llegan a ser de nuevo disponibles para la vegetación. Un ecosistema como estos no necesita abonos, sino que se perpetúa. En el caso de los Agrosistemas el hombre quita nutrientes con las cosechas o con la leche y la carne de la ganadería, por lo que se ve en la necesidad de reemplazarlos con abonos.

Puesto que los ecosistemas no son del todo independientes, poseen ciertas relaciones, definidas a partir por ejemplo del ciclo del agua, movimiento de tierra, el ciclo de nutrientes, o por medio de elementos de la fauna. Cada sistema tiene su red característica de relaciones ecológicas; si estudiamos sus interrelaciones en el paisaje, hablamos de ecología de paisaje. Los cambios en el paisaje son la mejor expresión de la acción humana y muestran las huellas de sus impactos ambientales.

PUNTOS DE PARTIDA

Para poder entender la situación ambiental actual del área y para encontrar soluciones a la problemática, es importante conocer bien la *historia*, especialmente aquella que corresponde a la época del poblamiento humano. Siguiendo así los pasos del hombre y de su impacto cada vez mayor, nos quedará más fácil entender el como y el porqué del deterioro ambiental y cuales fueron los cambios más importantes. Trataremos globalmente esta historia en el próximo capítulo.

Otro aspecto importante para poder tomar las medidas correctas en cuanto a recuperación ambiental, recuperación y protección de humedales, bosques (reforestación) y páramos, es conocer bien la situación de la cobertura vegetal original del área. Este aspecto se tratará en el capítulo 3, dedicado a los "*ecosistemas potenciales*" con su vegetación, clima y suelos y sus interrelaciones.

Un tercer punto de partida tendrá que ser naturalmente la situación actual y las tendencias hacia el futuro si continúan las condiciones y actuaciones actuales. En primer lugar es de gran importancia considerar aspectos como la actual reglamentación y la práctica en el uso de la tierra, la urbanización, industrialización, obras civiles y carreteras etc. Por otro lado, es necesario definir aspectos como la deforestación, la erosión, la contaminación del agua, del aire y

productos alimenticios, mal uso de la tierra y del espacio. Muchos de estos aspectos están lógicamente interrelacionados.

Un cuarto aspecto importante es como queremos que sea la situación futura. En general se puede decir que queremos que la gente pueda vivir como parte de un medio ambiente sano, y con una naturaleza suficientemente extensa y con la capacidad necesaria para mantener la biodiversidad. La Constitución Nacional (derecho al ambiente sano) y la legislación existente dan sin duda pautas importantes en este sentido. Una de las más importantes para nuestro caso, se encuentra en la ley 99 de 1.993 que dice textualmente en el articulo 61: "Declárese a la Sabana de Bogotá, sus páramos, aguas, valles aledaños, cerros circundantes y sistemas montañosos como de interés ecológico nacional cuya destinación prioritaria será la agropecuaria y forestal. El Ministerio del Medio Ambiente determinará las zonas en las cuales existan compatibilidad con las explotaciones mineras, con base en esta determinación, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) otorgará o negará las correspondientes licencias ambientales. Los municipios y el Distrito Capital expedirán la reglamentación de los usos del suelo, teniendo en cuenta las disposiciones de que trata este articulo y las que a nivel Nacional expida el Ministerio del Medio Ambiente".

Las consecuencias de este articulo son considerables, ya que no permite la urbanización en gran escala del área, que sería inevitable si no se dirigen o frenan las actuales tendencias. Para cumplirlo, será necesario que el gobierno Nacional siga una clara política de descentralización, estimulando centros urbanos fuera de la Sabana y poniendo claros límites al crecimiento de Bogotá y otros centros urbanos dentro de la Sabana. Tendrá que ser entonces también uno de los puntos principales de partida para el plan de ordenamiento territorial y el plan ambiental de la Sabana de Bogotá.

LA REALIZACION DEL PLAN AMBIENTAL

Es importante comenzar ya a planear el cómo hacer efectivo el futuro plan ambiental y territorial. Habrá que definir, y legislar más claramente el estado oficial de estos planes y la forma de aceptación y la obligatoriedad por parte de todos los niveles de gobierno y de la sociedad, desde el Nacional hasta el Municipal, desde el Ministerio de transporte y su Instituto Nacional de Vías hasta los particulares.

Parece también necesario desarrollar la legislación y reglamentación del caso, definiendo mejor las limitaciones de la propiedad privada de la tierra, con base en la nueva Constitución (función ambiental y social).

Es bueno recordar dos aspectos sin los cuales será difícil hacer efectivo el plan: la educación ambiental con todos los niveles escolares y para ciudadanos y campesinos, y el control ambiental en todos los niveles de gobierno, especialmente el municipal: la creación de secretarías y contralorías ambientales.

El actual documento comenzará, después de esta introducción, con los ya mencionados capítulos sobre la historia (cap. 2) y sobre los ecosistemas potenciales (Cap. 3), para luego tratar el análisis de la problemática y soluciones recomendadas en relación a los distintos aspectos del plan ambiental (cap. 4 en adelante).

Estos aspectos medio ambientales importantes son : la cobertura vegetal (cap.4), el agua (cap.5), el uso de la tierra (cap.6) y reservas naturales (cap.7). Como todos estos aspectos están interrelacionados (como especialmente la cobertura vegetal, el agua y la acción del hombre), puede haber cierta repetición en el tratamiento de los problemas de mayor importancia, pero esperamos que eso servirá para evidenciar el hecho de que en cuestiones del deterioro y restauración del medio - ambiente es necesario nunca perder la vista del conjunto de problemas. El análisis llevará a la propuesta de restauración por medio del plan de una "Estructura Ecológica Principal" (cap.8).

Finalmente se harán algunas consideraciones sobre aspectos de la contaminación del medio (cap.9), algunas consideraciones finales sobre la estructura necesaria para la realización del Plan Ambiental (cap. 10).

2

ESBOZO DE LA HISTORIA DEL AREA

Para llegar a entender la situación actual de la Sabana, su problemática y deterioro ambiental, es necesario conocer la historia. Para encontrar las pautas para la recuperación ambiental, es importante conocer la situación en el momento poco antes de la llegada del hombre agricultor, y la historia reciente que se desarrolla luego, es decir de los últimos 5.000 años. Pero para entender, entre otros, la problemática del agua, de las explotaciones mineras y de canteras, y la dimensión del efecto de erosión del suelo, es también necesario conocer algo de la historia geológica más antigua del área. A continuación daremos entonces algunos datos sobre estas dos fases de la historia: antes y después del hombre.

ANTES DE LA APARICION DEL HOMBRE

Hace unos cien millones de años, el área de la actual Sabana de Bogotá y alrededores se encontraba debajo del nivel del mar y en el fondo de este mar se depositaban sedimentos marinos, arcillas y arenas. En cierta época había localmente como una bahía medio separada del resto del mar, donde se depositaba sal (que luego se pudo juntar para formar "domos" de sal como en Zipaquirá y Nemocón). En el comienzo de esta época (que llamamos Cretáceo), Sur América se hallaba unida con Africa, para luego separarse y moverse hacia el occidente, dejando el océano Atlántico en medio. Hacia el final del Cretáceo, hace unos 70 hasta 65 millones de años, el mar se vuelve menos profundo y se depositan arenas que en parte son de playas. Estos sedimentos los conocemos actualmente como las areniscas de la formación Guadalupe que, junto con otras rocas,

forman los cerros que rodean la Sabana y que se explotan en muchas canteras.

El área de la actual Sabana y alrededores se convierten luego en una planicie costera baja y plana, donde se depositan arcillas y arenas traídas por ríos y donde se forman extensas zonas pantanosas (con vegetación de pantano) en la que se acumulan los restos de las plantas para formar lo que llamamos turbas (las que luego se convertirán en lo que conocemos como mantos de carbón, que se explotan en muchas minas del área). Estos sedimentos pertenecen a lo que llamamos la formación Guaduas. De vez en cuando el mar entra en esta planicie costera, pero cada vez por relativamente poco tiempo.

Hace unos 65 millones de años comienza otra época, el Terciario. El área de la Sabana se encuentra todavía en zona baja tropical, pero ya no bajo la influencia del mar sino solo de ríos. Desaparecen las turberas y los ríos depositan arcillas, arenas y gravillas. De vez en cuando se presentan movimientos (tectónicos) de compresión, que localmente hacen plegar los sedimentos y llegan a formarse cerros bajos. Los sedimentos, muchas veces con manchas de color rojo o violáceo, lo conocemos bajo el nombre de formación Bogotá y formación Regadera. Esta última consiste principalmente de arenas y arcilla depositada por ríos en una época de movimientos tectónicos (compresión) más fuertes, que resulta nuevamente en la formación local de cerros bajos. Luego de una interrupción de la sedimentación, relacionada con estos movimientos fuertes, se presentan nuevamente en ciertas áreas sedimentos (arcillas y arenas), que se han llamado formación Usme. Ya existen cadenas de cerros en el área de la actual Cordillera Oriental, pero todavía grandes partes son tierra baja y plana, permitiendo el paso de ríos desde lo que es actualmente el valle del Magdalena hacia los Llanos Orientales.

Comienza luego un levantamiento general de ciertas partes de la cordillera y hace unos 10 millones de años ya no hay conexión entre el actual Valle del Magdalena y los Llanos, pero el área de la actual Sabana de Bogotá se halla todavía en el nivel tropical. En esa época los movimientos tectónicos comienzan a causar grandes deslizamientos, resultando en la formación de corrientes de lodo con grandes bloques de piedra, que los conocemos como formación Marichuela.

Hace unos 6 millones de años comienza el gran levantamiento final de la Cordillera Oriental, hasta llegar a su altura actual hace unos 3 millones de años. En este intervalo se depositan localmente en la Sabana y alrededores, en los valles de los ríos, sedimentos fluviales y de corrientes de lodo (arcillas, arenas, gravillas, bloques) que en conjunto forman lo que llamamos la formación Tilatá.

Por medio del polen fósil de plantas que se encuentra en estos sedimentos podemos reconstruir este proceso de levantamiento, desde el trópico bajo, por la zona de clima medio, hasta la zona fría. En las zonas altas se crean los páramos y en las más altas nieve perpetua y glaciares.

Terminado el levantamiento de la Cordillera (hace unos 3 millones de años), la zona de la actual parte plana de Sabana de Bogotá, comienza a hundirse lentamente y se forma una cuenca cerrada, donde desembocan el actual río Bogotá y sus afluentes, y se forma una gran laguna cuya agua se desborda por la región del Tequendama. En esta gran Laguna de la Sabana se comienzan entonces a formar sedimentos lacustres (principalmente arcilla, y algunas capas de arena y de turba). El fondo de la laguna continuaba hundiéndose lentamente durante estos últimos 3 millones de años de la historia, de manera que (aunque la laguna nunca llega a ser muy profunda) se pudieron formar hasta unos 200 m de sedimento debajo de la Ciudad Universitaria y hasta unos 600 m en el centro de la Sabana, cerca de Funza. Los sedimentos que se formaron en el comienzo hasta hace 1 millón de años, se encuentran hoy día en Funza a una profundidad de más de 250 m, pero no se hundieron en ciertas zonas de algunos valles laterales (como los de Subachoque y de Guasca), donde se encuentran como "terraza" entre 2.600 y 2.700 m de altitud. Estos sedimentos forman lo que llamamos la formación Subachoque. Los sedimentos de lagunas que se formaron durante el último 1 millón de años pertenecen a lo que llamamos la formación Sabana.

Hace unos 2,5 millones de años comienza el Cuaternario, la época de grandes y frecuentes cambios de clima, que llamamos glaciales e interglaciales. Durante los glaciales las temperaturas medias anuales eran como 8 °C más bajos que hoy en día, la Sabana se encontraba en la zona de páramo y glaciares bajaban hasta 3.000 y localmente

hasta 2.800 m. Durante los interglaciales el clima era más como hoy día, la propia Sabana se encontraba en la parte baja de la zona del Bosque Andino y aveces en la parte más alta de la zona del Bosque Subandino (en este caso con temperaturas medias anuales de 1°C hasta 2°C más altos que hoy día). Desde hace un millón de años este ritmo climático se acentúa, con una periodicidad dominante de cien mil años (duración de un ciclo glacial - interglacial).

La ultima glaciación comenzó hace unos 75 mil años, y termina hace unos 10 mil años, cuando comenzó nuestro actual interglacial, que llamamos el Holoceno. Hace aproximadamente 50 mil hasta 30 mil años antes del presente, el clima es frío y con precipitación alta, y la laguna, rodeada de vegetación de Páramo y Subpáramo/ Alto Andino (localmente bosques de Palo Colorado (*Polylepis*) y Rodamonte *(Escallonia)*) tiene un nivel muy alto (hasta la cota de 2.600 m). Las cantidades de agua que salen entonces por el Tequendama son mucho mayores que hoy día, el salto era también mucho mas amplio. La erosión del río era entonces muy fuerte y parece que por esta razón el punto de salida de agua de la laguna se bajó tanto, que cuando el clima se volvió menos lluvioso, hace unos treinta mil años y el nivel de la laguna bajó, pudo salir todo el agua, y desapareció la laguna grande.

Los ríos entonces comenzaban a pasar por el antiguo fondo sedimentario de la laguna, y cortaron su curso en estos sedimentos, formándose los actuales valles inundables del río Bogotá y sus afluentes. Como este fondo mostraba unas partes mas bajas que otras, se formaron pequeñas lagunas y humedades, como también se formaron humedades en los valles inundables.

Durante la última parte del último glacial, entre aproximadamente 22.000 y 13.000 años antes del presente, toda la Sabana era un páramo abierto donde abundaban mastodontes (una especie de elefantes), caballos americanos, venados, curies y muchos otros. Después comenzó a mejorar el clima, es decir las temperaturas subían, con fluctuaciones entre 13.000 y 10.000 años antes del presente (un intervalo que llamamos Tardiglacial).

Hace 10.000 años comenzó nuestro actual interglacial el Holoceno. El límite altitudinal del bosque subió hasta su posición actual original (entre 3.300 hasta 3.500 m), y el altiplano y los cerros que lo rodean

se cubrieron con Bosque Andino; solo en las áreas de muy bajas precipitaciones (como el occidente y sur de la Sabana) se extendieron otros tipos de vegetación: matorral xerofítico. En la planicie se desarrolló un bosque especial, con abundante Palo Blanco, Raque y Arrayán, y en los valles y en las zonas inundables dominaba el Aliso (y localmente el Laurel). En los humedales, y según el nivel freático del agua, se desarrollaron pantanos de entre otras Juncos y Eneos o de Alisos. El Bosque Andino de los cerros tenía dos tipos, ambos con muchas especies; uno (con entre otros Corono, Espino, Raque, Mano de Oso, y Gomo) debajo de los 2.750 m y otro (con más abundante Encenillo) arriba de 2.750 m. El pié de monte puede haber tenido un bosque con composición intermedia entre aquel que contenía Corono y Espino y aquel con Palo Blanco y Raque, pero se encuentra prácticamente desaparecido, como el de la planicie.

Durante la última glaciación se formaron sedimentos especiales en las partes laterales de la Sabana. Durante la gran extensión de los glaciares en los actuales páramos, cerros y valles altos, se depositaron gravillas de origen fluvioglaciar (de los ríos y quebradas que originaban del deshielo de los glaciares), entre otros en los valles de Subachoque, Tenjo-Tabio, Guasca y Tunjuelo. En la salida de las quebradas a la planicie, se formaron pequeños "abanicos" de sedimentos (parte del pié de monte). En las zonas de baja precipitación, (occidente y sur de la Sabana, como área de Mondoñedo, localmente en el valle de Guasca, en Checua etc.) se formaron sedimentos de escorrentia, (limos, fragmentos de roca) que llamamos coluviales y que con frecuencia forman también una especie de abanicos (o coberturas en los cerros), con reciente desarrollo de zanjones de erosión. Estos sedimentos pertenecen a lo que llamamos la formación Mondoñedo.

Durante todo este tiempo se presentaron frecuentes erupciones volcánicas en la Cordillera Central (volcanes del Ruiz, de Santa Isabel y del Tolima) y las cenizas volcánicas llegaban con las corrientes del aire hasta la Sabana de Bogotá, donde se sedimentaban en la superficie de los cerros. Antes de la fecha de 30.000 años antes del presente estas cenizas caían también en el lago, y se encuentran hoy día intercaladas entre las arcillas depositadas en la laguna; después de desaparecer la laguna, se depositaban en la superficie del antiguo fondo.

Estas cenizas se descomponían parcialmente y se mezclaban con el humus de la vegetación presente de páramo o de bosque y forman hoy día una capa de suelo oscuro de 50 hasta 150 centímetros de espesor (de así llamado suelo ándico o Andisol) encima de las rocas de los cerros, de los abanicos y de los sedimentos del antiguo lago. Son suelos muy fértiles, que en los cerros pueden haberse formado en 50.000 hasta 100.000 años o más, y en la parte plana de la Sabana en 30.000 años. En los valles de inundación se depositan anualmente arcillas de río, y no se pueden formar estos suelos. En las áreas de bajas precipitaciones la descomposición fue diferente y se formó y conservó poco humus, y se formaron suelos diferentes ("Planosoles"). El resultado de toda esta historia compleja, se puede ver en el "Mapa del Neogeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del río Bogotá" editado por el IGAC e INGEOMINAS. Estos hechos y factores históricos y sus resultados tienen como veremos, relación directa con lo que es o será el impacto ambiental de las acciones del hombre.

DESPUES DE LA APARICION DEL HOMBRE

El hombre aparece en la Sabana de Bogotá, en la última parte de la última glaciación. No sabemos con seguridad cuando llegaron por primera vez, pero sabemos con seguridad que en el comienzo del Tardiglacial (desde hace unos 12.500 años) ya se encuentran pequeños grupos de cazadores - recolectores Paleoindios, que en sus correrías pasan temporadas en abrigos bajo roca, como los de El Abra (entre Zipaquirá y Tocancipá), los de la hacienda Tequendama, o en sitios abiertos como el de Tibitó. Cazaban sobre todo venados, curies, conejos, armadillos y otros animales pequeños, pero en ocasiones también animales grandes, como mastodonte y caballo americano. En efecto, con el cambio climático en curso, se estaban reduciendo considerablemente las áreas (semi-) abiertas (como el páramo y matorral xerofítico), hábitat de estos animales grandes, y se habían reducido ya sus poblaciones. Fue, según parece, el hombre quien acabo con esas poblaciones ya reducidas, causando la extinción de ellos. Fuera de la extinción de la megafauna, al terminar el último glacial, y comenzar el Holoceno, el efecto de estos pequeños grupos de paleoindios sobre el medio natural, era mínimo.

En la primera mitad del Holoceno (entre 10.000 y 5.000 años antes del presente) el hombre sigue viviendo como cazador - recolector, siendo el venado la principal presa de cacería.

Hace unos 6.000-5.000 años hay claros indicios (entre otros en el sitio de Aguazuque) de cambios en el modo de vivir . Alrededor de 5.000 años antes del presente hay grupos sedentarios, que construyen chozas de formas redondas y hacia 4.000 antes del presente (2.000 antes de Cristo) hay claros indicios de grupos sedentarios de horticultores-cazadores-pescadores, que cultivan plantas distintas al maíz (como probablemente cucúrbita, ñame, ibia etc.). No tenían animales domésticos, fuera de un probable comienzo de domesticación del curi. Estos grupos practicaban también la cacería y la pesca; su influencia sobre el medio consistía sin duda en tumba y quema de vegetación de bosque para sus viviendas y sembrados pero, ya que no parece que fuera una población muy densa, el impacto debe haber sido moderado.

Parece que en el intervalo de 3.500 a 3.000 antes del presente (1.500 - 1.000 antes de Cristo) los habitantes de la Sabana comienzan a cultivar maíz al lado de otras plantas comestibles, aunque todavía no constituía sino una parte pequeña de su dieta. Desde aproximadamente 3.000 antes del presente (1.000 antes de Cristo) el maíz ya se vuelve el alimento principal, y la población de la Sabana se incrementa rápidamente. La sociedad se comienza a estructurar, y estratificar, y a ocupar cada vez más del área de la Sabana, especialmente la parte plana, donde se forman aldeas y se extienden cada vez más los cultivos. Y así se desarrolla en nuestra era la cultura Muisca (o Chibcha) clásica, con una ocupación probablemente casi completa de la parte plana.

Es probable que en esta época hubiera ya poco bosque en la parte plana, aunque el paisaje debe haber sido bastante rústico, con restos de bosques, cercas vivas y una agricultura al lado del maiz bastante diversa (quinoa, ibias, cubios, varios tipos de frijoles etc.). Era sin duda una especie de agricultura orgánica, que utilizaba abonos orgánicos y tal vez métodos naturales contra las plagas. Por consiguiente, lo que llamamos la "biodiversidad" debe haber sido considerable, de plantas y animales naturales y de plantas/razas cultivadas. Los cerros eran probablemente en buena parte todavía cubiertos de bosques, guardando así también la diversidad de tipos de vegetación y especies, y el abrigo para animales tan importantes como los venados.

A la llegada de los conquistadores, encontraron estas comunidades y este paisaje, y en poco tiempo destruyeron la estructura de las comunidades Muiscas, introdujeron desde Europa cultivos como el trigo y animales como vacas y caballos. Comienza también un incremento de la desforestación de las laderas. Todos estos factores, tuvieron un gran impacto ambiental.

Un impacto todavía mas grande tuvo en el presente siglo la introducción de abonos químicos y el uso de pesticidas, la extensión de la ganadería, la gran deforestación de las laderas de los cerros, la extensión del cultivo de árboles como eucalipto y pino y la desaparición de las cercas vivas relacionada con la introducción del alambre de púa, la gran extensión urbana, la extensión de industrias contaminantes y la progresiva contaminación del agua y del aire.

Todo esto llevó a una degradación y destrucción del medio natural y el medio ambiente y a una gran reducción de la biodiversidad, de proporciones alarmantes. A esto se añade también la pérdida de prácticas tradicionales del manejo de cultivos y de conocimiento de la naturaleza, y la utilización indiscriminada de pesticidas y en general la depredación exhaustiva del medio. En esto juegan también un papel dos extremos: la pobreza que no deja pensar sino en el hecho de que hay que comer hoy, y la voracidad de la riqueza que quiere ganar mucho dinero en poco tiempo sin que el efecto para el futuro cuente (industrialización y urbanización del campo).

Esta es la situación en que estamos y que necesita con urgencia el diseño y la realización de un plan ambiental, conjuntamente con un plan de ordenamiento territorial para evitar un desastre aún mayor en el próximo futuro, del que serán las víctimas nosotros mismos y en mayor grado nuestros hijos y nietos.

3

LOS ECOSISTEMAS POTENCIALES: VEGETACION, CLIMA, SUELOS

En lo anterior hemos discutido la intima relación que existe en los ecosistemas de vegetación, clima y suelos. Vimos también, que gran parte de la vegetación original se halla destruida y altamente degradada y que, como consecuencias, hay muchas áreas que sufren erosión y degradación de los suelos. A esto contribuyen también las plantaciones de eucalipto y pino (y hasta cierto punto los de acacia), como veremos en el capitulo donde discutiremos la reforestación.

Conocemos el clima y conocemos los suelos de la Sabana, conocemos la flora, en parte la fauna y lo que queda de la vegetación original o degradada. También conocemos en grandes rasgos la historia de la vegetación de los últimos miles y decenas de miles de años. Todos estos conocimientos nos permiten hacer una reconstrucción aproximada de la cobertura de la vegetación que había antes del comienzo de la influencia fuerte del hombre, y hacer un mapa de la "Vegetación potencial".

Vegetación potencial es la que en principio cubriría un sitio, área o zona altitudinal, si se desarrollara libremente la recuperación natural, sin más influencias del hombre. Esto no tendría que ser siempre exactamente la misma que había en estos sitios antes, ya que en parte los suelos han sufrido cambios (degradación, erosión), cuya recuperación puede durar centenares de años, pero de todos modos casi siempre bastante parecido. Este mapa de la vegetación potencial o de los ecosistemas potenciales es la base para decidir sobre en que forma y con cuales especies se debe reforestar (o recuperar otros tipos de vegetación no boscosa) en áreas destinadas para este fin, junto con datos sobre la sucesión natural de cada tipo de vegetación.

Describiremos enseguida las unidades que puede tener este mapa, que representan tipos de vegetación, los que al mismo tiempo representan tipos de ecosistemas: vegetación, clima, suelo.

En cuanto a la terminología de los suelos, existe el "Estudio General de clasificación de los suelos de la Cuenca Alta del río Bogotá para fines agrícolas" de 1.968 (autores: Carrera, Pichott y Alexander; Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", Departamento Agrológico, IV,1), con nomenclatura local y un mapa muy claro, escala 1:100.000. En 1.984 se publicó un nuevo estudio, del IGAC y el ORSTOM: "Estudio Integrado del Altiplano Cundiboyacence, Estudio General de los Suelos", con nomenclatura local parcialmente cambiado, y un mapa sin colores escala: 1:200.000. Este estudio tiene la ventaja que menciona también los nombres del sistema nomenclatórico del "Soil Survey" de los Estados Unidos, y la desventaja de un mapa más pequeño y menos accesible. En vista que el estudio de 1.968 es todavía usado con frecuencia y que el mapa correspondiente es de consulta más fácil, hemos utilizado aquí esta nomenclatura, pero indicando algunas características importantes desde el punto de vista del ecosistema, y los nombres de los principales tipos según la nomenclatura Americana. De todos modos, no es difícil encontrar los nombres equivalentes de 1.984, si eso se requiere. Un mapa de suelos genético basado en el de 1984 y un informe correspondiente se encuentran en el Anexo.

El aspecto faunístico de los ecosistemas depende en parte del tipo de vegetación, pero las especies con frecuencia traspasan sus límites. No se discutirá entonces aquí, sino se tratará más adelante.

EL PARAMO

El páramo es un sistema complejo de alta diversidad, que contiene muchas unidades que se pueden considerar como diferentes ecosistemas.

VEGETACION

Las partes más altas del área de la cuenca alta del río Bogotá están ocupadas por vegetación abierta donde dominan especies de pastos o de pequeños bambúes (*Calamagrostis* , *Swallenochloa*: gramineas), frailejones (*Espeletia*, *Espeletiopsis*), pequeños arbustos y hierbas.

Localmente se pueden presentar bosques bajos como los de Palo colorado *(Polylepis)* y de Rodamonte *(Escallonia),* o matorrales como los de: *Aragoa, Senecio, Ageratina,* o *Vaccinium.* En la parte baja del páramo (Subpáramo; aproximadamente 3.200 / 3.300 y 3.500 / 3.600 m) se presentan además matorrales enanos de un Sanalotodo *(Arcytophyllum)* y restos de bosques bajos de Encenillo, Rodamonte, Colorado y otras. Además hay turberas con musgo como el *Sphagnum* o con una especie de Llanten que forma almohadillas *(Plantago rígida),* lagunas (de origen glacial) con vegetación acuática y semi acuática, y zonas rocosas con vegetación rupícola. Existen decenas de tipos de vegetación, determinadas por el clima, lo que se denomina vegetación "zonal"; mientras que la posición en el paisaje (valle, laderas, cúspides), los tipos de suelos y el nivel del agua (y la humedad) en el suelo definen lo que se conoce como vegetación "azonal".

Existen páramos muy húmedos (como en parte del Sumapaz y de Chingaza) en donde dominan los pequeños bambúes y abundan las turberas, en contra posición con los páramos relativamente secos en donde dominan los macollos del pasto *Calamagrostis,* y son más escasas las turberas.

Paramos o complejos de paramos importantes en el área y sus alrededores son: Piedraventana - Peña negra, Laguna verde - Guerrero - Peña negra - Agua blanca, Guasca - Palacio, Chuza - Chingaza, Cruz verde - (Chipaque), Chisacá - Sumapaz. Además hay una serie de páramos pequeños y no muy altos y los así llamados "Paramillos" , que son áreas de cimas de cerros por debajo del limite general del bosque donde existe vegetación abierta con especies de páramo.

En general, estos páramos no exceden los 4.000 metros de altitud, con excepción del "Nevado" del Sumapaz. Este cerro, que tiene aproximadamente 4.200 metros tiene en su parte superior una vegetación especial, llamada de Superparamo, única en nuestra región, con varias especies de plantas endémicas (= que solo se encuentran allá).

Los páramos albergan centenares de especies de plantas, muchas de ellas endémicas para el páramo en general ó solo para ciertos páramos. Eso es especialmente notorio para las especies de frailejón, de las que hay unas 15 en el área. En cuanto a biodiversidad, aunque

el numero de especies de plantas en un área de 100 m^2 puede no ser muy alto (en el orden de unos 30 hasta 40), la diversidad de tipos de vegetación es alta, cada uno con ciertas especies propias, y por consiguiente es alta la biodiversidad de los páramos. Colombia es el centro más importante de la vegetación y flora de páramo que son únicos en el mundo y necesitan con urgencia protección especial (son además las fuentes principales de agua para nuestra área).

CLIMA

La propia zona de páramo se encuentra en nuestra área entre aproximadamente 3.300 metros y 4.000 (4.200 metros) correspondiendo a temperaturas medias anuales entre 9 °C y 4 °C. No hay estaciones térmicas; las grandes diferencias de temperaturas son entre día y noche; durante las noches las temperaturas pueden descender hasta bajo cero, más frecuentemente en la parte alta.

Dentro del perímetro de la Cuenca Alta del río Bogotá (y páramos vecinos en los alrededores), las precipitaciones en los páramos se pueden estimar entre (700) 1.000 mm y 3.000 mm. (En el Neusa (3.250 m) son 1.050 mm, en Cruz verde (3.250 m) 1.215 mm, Palacio (3.500 m) 1.900 mm, Palacio (3.760 m) 1.690 mm, Chuza (3.350 m) 2.900 mm, Chuza (3.100 m) 2.450 mm, Chingaza (3.250 m) 2.140 mm, El Hato (3.150 m) 715 mm, Chisacá (3.700 m) 1.225 mm, Sumapaz (3.800 m) 1.300 mm y Sumapaz (3.460 m) 1.590 mm).

Puede haber 2 hasta 4 meses relativamente secos (alrededor de enero y febrero), pero nunca hay un déficit de agua.

SUELOS

Los suelos de los páramos pertenecen a lo que se ha mapeado antes como asociación Páramo-Usme-Guasca, y los que se han llamado suelos negros de páramo. Son ricos en humus y contienen material de alteración de cenizas volcánicas. El espesor puede variar desde uno o varios metros hasta menos de 50 cm, o faltar por completo dónde afloran rocas, por ejemplo localmente en las cuchillas o partes más inclinadas (suelos "esqueléticos" mapeado como asociación Monserrate). En los páramos abundan también los suelos turbosos; en los páramos secos están limitados a partes bajas de los valles, en los páramos húmedos pueden cubrir buenas partes de las laderas de

los cerros. Arriba de 3.500 m dominan Vitrands y Cryands, entre 3.300 y 3.500 m Distrands y Humitropepts.

DISCUSION Y CONCLUCIONES

El límite del bosque altoandino y el páramo se encuentra en toda el área influenciado por la acción del hombre (talas y quemas) y es difícil reconstruir su posición altitudinal exacta original. En situación original el cambio altitudinal de bosque a páramo (Bosque Altoandino a Subparamo) debe haber sido bastante gradual. Hoy día no quedan sino restos de la vegetación de bosque altoandino. Es probable que el límite original del bosque se hallaba alrededor de 3.300 m. pero que en lugares algo más protegidas se encontraba más alto, hasta 3.500 m. La zona baja del páramo, el Subparamo (3.300-3.500 m) debe haber tenido muchos más arbustos que hoy en día, y en general la influencia de las quemas frecuentes por el hombre y la ganadería han cambiado mucho la vegetación en algunas partes, conduciendo finalmente a la desaparición de los frailejones y el reemplazo de las especies de pasto de macollos, por pastos introducidos. La agricultura (cultivo de papas, un cultivo de rotación), ha tenido también una influencia muy fuerte, e invade cada vez zonas más altas. Después discutiremos más afondo estas influencias negativas y las posibles soluciones.

Quemas deben haber ocurrido de vez en cuando en condiciones naturales no causadas por el hombre sino por un rayo u otros fenómenos naturales La frecuencia era sin duda muy baja y relativamente local, y su resultado era más bien un aumento de diversidad. En épocas secas de la historia del área la frecuencia de quemas puede haber sido mayor, y mucho menos o ausente en épocas húmedas.

En algunas partes de nuestra área y en Boyacá, en sitios relativamente húmedos, se encuentra Bosque Alto-Andino de Palo Colorado *(Polylepis)* junto con otras especies como Encenillo *(Weinmannia)* o Rodamonte *(Escallonia)* hasta alturas de 3.500 m (localmente hasta más alto). De la historia de la vegetación del área sabemos que existían extensos bosques de Palo Colorado y Rodamonte (Tibar) durante la época fría y húmeda, hace 50.000 a 25.000 años antes del presente, bosques que desaparecieron durante la época fría y seca siguiente, siendo remplazados por páramo seco de pastos y sin duda Frailejones. Parece entonces que la presencia o

desaparición de bosques Alto Andinos de este tipo, hasta 3.500 m o más, está relacionada con factores climáticos como la precipitación y la humedad ambiental. Esta dependencia podría ser indirecta, relacionada con la mayor frecuencia de quemas naturales en clima seco, que destruirían el bosque. El retorno del bosque sería luego muy difícil por la extrema lentitud de crecimiento de los arboles en cuestión, bajo el clima frío y seco. Una confirmación histórica de estas deducciones la encontramos en un lugar ("El Bosque") del Parque Nacional Natural los Nevados en la Cordillera Central. Existía en esta zona a una altura de 3.650 m un extenso bosque de Palo Colorado como especie dominante, durante la época entre aproximadamente 6.000 y 2.100 años antes del presente. Alrededor de esta fecha, este bosque desapareció de pronto, asociado a un intervalo más seco y actividad volcánica, y el bosque debe haberse quemado y no ha vuelto desde entonces. Es evidente, que también un aumento de las quemas por el hombre (y la utilización de leña) debe haber sido un factor importante en la desaparición del bosque Alto-andino de parte de los actuales páramos. Así es interesante recordar, que en el páramo de la Laguna Verde existen todavía unos restos de Bosque de Palo Colorado a 3.600 m de altitud y también restos de bosque de un Encenillo *(Weinmannia microphylla).*

La conclusión general de todos estos datos puede ser, que en los páramos de la región había originalmente más Bosque Alto-andino, hasta altitudes de 3.600 m; bajo influencia de un clima local seco, podían aumentar las quemas naturales que, combinado con el crecimiento lento de los arboles en estas condiciones extremas resultaba en un incremento de las áreas de vegetación abiertas de pastos, hierbas y frailejones, que ya existían desde antes. La influencia del hombre causando quemas mucho más frecuentes, la presencia de ganado y la utilización de leña, causaron una extensión todavía mucho mayor de las áreas de vegetación de páramo abierto.

Un aspecto de importancia es también el fenómeno de la "paramerización" de la parte superior de la zona de Bosque Andino (2.900 - 3.300 m). La vegetación de páramo es heliófila, es decir necesita radiación solar en abundancia, y en principio muchas especies pueden crecer a menor altura; en situación natural este crecimiento estaba limitado por la extensión de bosques y la sombra correspondiente. Cuando faltan estos bosques por razones naturales, como en ciertos pantanos y especialmente en los filos de las

montañas, se puede extender vegetación de páramo. Así se encuentran lo que se llama "Paramillos" en filas de montañas a alturas menores, hasta 2.900 m (o aveces menos). Entonces, en el caso de desaparición gradual del bosque de la parte alta de la zona del Bosque Andino, este puede ser reemplazado por vegetación con especies de Páramo ("paramerización").

Originalmente, después de la extinción de la megafauna de mastodontes y caballos al final de la última glaciación (hace unos 10.000 años), solo habían pequeños animales de pastoreo: venados, conejos y curies, que sin duda tenían cierta influencia sobre la vegetación, pero no excesiva. La introducción de ganado en el páramo, con pisada dura y consumo mayor, tuvo sin duda una influencia importante, del que hablaremos más adelante.

Todos estos conocimientos tienen una importancia considerable para el manejo adecuado de los páramos y políticas de forestación, que trataremos más adelante.

Por la precipitación relativamente alta y la evaporación evapotranspiración relativamente baja, los páramos son las principales fuentes de agua, donde nacen muchos de los ríos y sus cabeceras. Para la conservación de esta fuente importantísima para la vida humana, es muy urgente desarrollar programas de recuperación, protección y manejo, que deben incluir una parte social-humana importante.

EL BOSQUE ANDINO ALTO

VEGETACION

Se encuentra arriba de los 2.750 m de altura. Desde arriba de los 3.100 m se presentan ciertos cambios en la composición, disminuyen o desaparecen algunas especies y aumentan o aparecen otras, hasta el límite original del bosque continuo, alrededor de 3.300 m.

Disponemos de levantamientos de vegetación de los cerros de la zona de Torca (ver fig.3) de la zona arriba de Guasca y del área del Neusa. Los de Guasca y Neusa son más húmedos y contienen más elementos higrofíticos. En general aumenta la humedad hacia arriba, apareciendo también en los Cerros de Oriente, elementos más higrofíticos.

BOSQUE DE ENCENILLO (Weimmannia tomentosa)

El Encenillo *(Weinmanmia tomentosa)* puede tener alrededor del 25% de la cobertura de copas. Otras especies leñosas incluyen Pegamoscos *(Befaría),Clethra,* Gaque *(Clusia spp.).* Canelo *(Drimys),* Espino *(Duranta),* Arrayán *(Eugenia), Gaultheria,* Granizo *(Hedyosmum),* Uva *(Macleania), Macrocarpaea, Ugni.* Corono *(Xylosma)* es ausente. En las altitudes mayores Cedro *(Cedrela),_*Chusque *(Chusquea), Psychotria, Palicourea,* y Mano de Oso *(Oreopanax),* desaparecen o disminuyen, y aparecen Tagua *(Gaiadendron),* y *Ugni.* Hay presencia continua de Mortiño *(Hesperomeles),* Lauraceae, Tuno *(Miconia),* Cordoncillo *(Piper),* Cucharo *(Myrsine / Rapanea), Rhamnus* y Chuque (*Viburnum).* Hacia el limite del bosque hay Raque *(Vallea) y* son notorias especies heliofíticas como Charne *(Bucquetia), Gynoxis,* Chite *(Hypericum)* y *Pentacalia.* Canelo *(Drimys)* y también hasta cierto punto Granizo *(Hedyosnum),* son arboles higrofíticos. También la alta cobertura epifítica y terrestre de Briófitos (Musgos, hepáticos) es indicador de humedad atmosférica.

En un área de unos 500 m^2 en este tipo de bosque es fácil encontrar 50-60 especies de plantas (20-30 especies leñosas).

Cerca al Alto de San Miguel, a 2.800 m en los cerros en el SO de la Sabana, existe un bosque que comparte muchas especies con el que acabamos de describir, incluyendo el Encenillo (*Weinmannia tomentosa* y Canelo *(Drimys granatensis*). En este bosque abundan Granizo *(Hedyosmum), Brunellia* y helechos arborescentes, y parece que es de una humedad atmosférica mayor.

En otras partes como arriba del Sisga el bosque puede tener abundante *Brunellia.*

CLIMA

El Bosque Andino alto de Encenillo (y sus variaciones en las partes más altas) de la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del río Bogotá, se encuentra entre aproximadamente 2.750 y 3.300 mts. latitud y corresponde a las zonas bioclimáticas según Holdrdge, del Bosque húmedo montano y Bosque muy húmedo montano. Las temperaturas medias anuales son entre aproximadamente 12 °C y 9 °C y la precipitación de lluvias principalmente entre 900 y 1.500 mm

anuales. La humedad relativa del aire puede ser periódicamente alta hasta muy alta, especialmente durante las estaciones húmedas.

SUELOS

Los suelos correspondientes al Bosque Andino alto fueron clasificados anteriormente en las asociaciones Monserrate, Cabrera - Cerro Verde y Facatativá - Cabrera. El primero (Monserrate) tiene una capa oscura (material orgánico, ceniza volcánica alterada, a veces material de ladera) de menos de 50 cm sobre roca dura (litosoles, suelos esqueléticos) de inclinación relativamente fuerte y expuesta a erosión en caso de deforestación. El segundo (Cabrera - Cruz verde) tiene una capa oscura similar de unos 50 cm, reposando sobre material arcilloso. El tercero (Facatativá - Cabrera), tiene espesores más grandes de capas oscuras ya que incluye frecuentemente la acumulación de varios suelos más antiguos, en parte del mismo tipo, con un espesor total de uno hasta varios metros; reposa también sobre material arcilloso. Los dos últimos están en parte menos expuestos a erosión ya que la inclinación es menor.

En la zona del bosque Andino alto abundan los Melanodants (especialmente en el oeste) y los Humitropepts (especialmente en el este).

En este bosque existe una capa de 20 - 50 cm de hojarasca y humus puro relativamente gruesa (encima de la capa oscura mencionada) que tiene una función importante en el ecosistema. Esta capa desaparece rápidamente después de deforestación.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ecosistema del Bosque Andino alto (2.750 - 3.300 mts), el Bosque de Encenillo, es relativamente homogéneo en cuanto a su composición florística, pero se presentan ciertas diferencias de composición cualitativa y/o cuantitativa relacionadas con diferencias de altura y humedad (incluyendo el aumento de humedad del suelo relacionado con la parte profunda de las quebradas). Una mayor humedad ambiental tiene también influencia en los suelos, causando más caracteres "hidromórficos", y una cobertura terrestre de musgo mayor. La gran capacidad de "esponja" de estos bosques con musgos, causa también una continuamente alta humedad del aire dentro del

bosque y posibilita una infiltración lenta y continua de agua hacia el subsuelo (especialmente en los suelos de tipo Monserrate).

En cuanto a posibles diferencias en la vegetación relacionado con el tipo de subsuelo (rocoso o arcilloso) y la inclinación del terreno, los datos existentes parecen indicar que no deben ser muy grandes.

EL BOSQUE ANDINO BAJO

Las laderas interiores de los cerros que rodean la Sabana de Bogotá o se encuentran dentro de ella, llevan todavía en su parte inferior (entre 2.550 -2.600 y 2.750 m) localmente restos del bosque original que se diferencia del bosque de la parte superior. En él se pueden diferenciar comunidades algo diferentes, que describiremos someramente a continuación. Son sin duda (por lo menos en gran parte) influenciado por el hombre (entresaqueo, vegetación de recuperación secundaria).

En estos bosques se pueden encontrar, en un área de 500 m^2, fácilmente 50 hasta 70 especies de plantas (25-35 especies leñosas).

VEGETACION

Bosques relativamente bajos (8 - 15 m), que cubren localmente las laderas bajas (2.600 - 2.750 m) de cerros en la Sabana. Parece ser el bosque de la parte relativamente seca (pero no muy seca) de la Sabana, que originalmente debe haber cubierto también los piedemontes (es además muy relacionado con lo que debe haber sido el bosque de las partes planas bien drenada de la Sabana). En base de levantamientos de vegetación hechos en los cerros de Suba, en los cerros entre Subachoque y Tenjo y en el propio valle de Subachoque (borde de la formación Subachoque) y en los cerros que bordean la Sabana al occidente de Mosquera, se pueden describir como sigue.

BOSQUE DE CORONO, ESPINO Y RAQUE

Una característica especial, es la ocurrencia frecuente del Arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*), Espino *(Duranta mutisii),* Raque *(Vallea stipularis)* y Corono *(Xylosma spiculiferum).* Otras especies leñosas incluyen Cineraria espinosa *(Barnadesia spinosa),* el helecho *Blechnum occidentale,* Gomo *(Cordia spp.),* Palo blanco (*Ilex kundtiana),* Cordoncillo (*Piper bogotense), Psychotria boqueronensis, Palicourea lineariflora,* Cucharo (*Myrsine guianensis),* Llorones (*Solanum caripense), Lippia hirsuta,* el Cedrillo (*Phyllanthus*

salviaefolius), y localmente *Daphnopsis.* Especies que están casi siempre representadas y que se encuentran también en bosques en laderas más altas y más bajas, incluyen: Cedro *(Cedrela sp.),* Uvilla o Tintillo *(Cestrum),* Mortiño *(Hesperomeles),* Lauraceae, Tuno *(Miconia spp.),* Mano de oso *(Oreopanax),* Cucharo *(Myrsine ferruginea),* Zarsaparrilla *(Smilax),* Chuque *(Viburnum)* y Encenillo *(Weinmannia tomentosa);* Trompeto *(Bocconia frutescens),* puede ser localmente común. En el Oeste de la Sabana el Encenillo *(Weinmannia tomentosa)* y especies de *Miconia,* son más abundantes hasta dominantes.

BOSQUE DE LA PLANICIE, DE PALO BLANCO, RAQUE Y ARRAYAN

Del bosque de la planicie quedó un resto (algo secundario) en una hacienda en el Municipio de Suba. Dominan en este bosque Palo blanco *(Ilex kundtiana)* y Raque *(Vallea stipularis),* mientras que son muy abundantes el Arrayán *(Myrcianthes leucoxyla),* Té de Bogotá *(Symplocos theiformis),* y *Eupatorium sp.;* además el cerezo *(Prunus serotina), Rhamnus,* Aliso *(Alnus acuminata),* Arboloco (*Polymnia pyramidalis*), y Chilca *(Baccharis latifolia);* localmente *Verbesina.*

Este bosque está sin duda relacionado con el anterior, pero tiene composición cualitativa (y en parte cuantitativa) diferente; la presencia de algunas especies indica condiciones algo más higrofiticas, y es notorio la abundancia del Té de Bogotá, del Cerezo, el Aliso, y el Arboloco.

BOSQUE DE MANO DE OSO Y GOMO

Bosques relativamente bajos (hasta 15 m) que localmente cubren las partes bajas de los Cerros de oriente de la Sabana. El estrato herbáceo y de musgo es bien desarrollado. Se dispone de levantamientos de esta vegetación en la zona de Torca y de la zona entre Chapinero y Monserrate. Hay mucha afinidad florística con el bosque de Encenillo, pero hay también un numero de especies en común, con el Bosque de Corono, Espino y Raque, como el Trompeto *(Bocconia frutescens),* Gomo *(Cordia sp.),* Espino *(Duranta mutisii),* Cedrillo *(Phyllanthus salviaefolius),* Raque *(Vallea stipularis)* y Corono *(Xylosma_spiculiferum).*

Especies características son: el Gomo *(Cordia cf. lanata),* Chusque *(Chusquea), Daphnopsis,* Arrayán *(Eugenia sp.),* Tuno (*Miconia*

buxifolia), Laurel de monte *(Myrica), Verbesina, Smilax, Mutisia,* y especialmente el helecho *Botrychium.*

Especies comunes y constantes son: el helecho *Blechnum* y muchos helechos Polipodiaceos, Gaque *(Clusia),* Mortiño *(Hesperomeles),* Lauraceas, Tunos (*Miconia spp.),* Mano de oso *(Oreopanax), Palicourea angustifolia,* Cordoncillo *(Piper bogotense),* Cucharos *(Myrsine spp.)., Rhamnus* y *Viburnum.* La presencia de un Gaque de hojas grandes *(Clusia sp.).* y otra especie de Arrayán *(Eugenia sp.)* diferencian entre otras este bosque del de Corono, Espino y Raque, y la ausencia de Pegamosco *(Befaria),* Tagua *(Gayadendron),* Canelo *(Drimys), Gaultheria,* Granizo *(Hedyosmum*), Uva *(Macleania), Macrocarpaea y Ugni* lo diferencian de los bosques de más arriba, los de Encenillo.

El bosque de Mano de Oso y Gomo es en cierta manera transicional entre el de Corono, Espino y Raque y el de Encenillo, pero teniendo su propia estructura y situación.

En el extremo oeste de la Sabana (borde húmedo) se encuentra localmente un bosque similar, pero que se diferencia por la presencia de *Aegiphila, Citharexylum, Fagara, Hieronima, Picramnia y Siparuna,* que parece representar una especie de transición hacia los bosques de Moco *(Saurauia)* y Roble (*Quercus)* de las vertientes exteriores de la Sabana (hacia el Magdalena)

CLIMA

La zona del Bosque Andino bajo de la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del río Bogotá, se encuentra entre 2.550 y 2.750 m y correspondería a parte de la zona bioclimática (según Holdridge) del "Bosque seco montuno bajo". Las temperaturas medias anuales estarían entre aproximadamente 14 °C y 12 °C, la precipitación de lluvias estaría entre aproximadamente 600 y 900 mm (media anual). La precipitación y humedad del aire aumentan hacia arriba, pero son de todos modos relativamente bajas, en comparación con la zona del Bosque Andino alto.

SUELOS

Los suelos de la parte de los cerros (arriba de aproximadamente 2.600 m) son clasificados como los de la zona del bosque Andino alto. Antes se clasificaban como Asociaciones Monserrate, Cabrera - Cruz Verde y

Facatativá-Cabrera. Monserrate: suelos líticos con capa oscura con humus y cenizas volcánicas alteradas de menos de 50 cm y con fuertes inclinaciones del terreno; Cabrera - Cruz verde y Facatativá - Cabrera: sobre material arcilloso, y en terreno menos inclinado los primeros con capa oscura similar de unos 50 cm, los segundos frecuentemente con más espesor.

En la zona de Bosque Andino bajo abundan suelos lixiviados y Isohumicos-alficos y Andisoles Isohumicos-alficos (estos últimos especialmente en partes planas y de inclinación suave).

Los suelos en estos bosques relativamente secos tienen una capa superior de hojarasca y humus puro menor que los del Bosque Andino alto, de 5 hasta 25 cm aproximadamente, que tiene una función importante en el ecosistema. Después de deforestación esta capa desaparece rápidamente.

En cuanto a los suelos de ciertos bosques en el plano relativamente bien drenado de la Sabana, eran clasificados en la asociación Tibaytata- Zipaquirá- Corso. Tienen una capa negra de humus y ceniza volcánica alterada de 50 - 100 cm de espesor (frecuentemente hay dos (paleo-) suelos superpuestos), que reposa sobre el sedimento de la antigua laguna de la Sabana (arcilla gris y localmente arena). Como este bosque de la parte plana ya desapareció casi por completo, solo tenemos datos de la capa de humus puro de un sitio donde solo tenia 1 cm; probablemente fue originalmente mayor. Esta capa desapareció entonces en toda la parte plana de la sabana.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El ecosistema del Bosque Andino bajo, notoriamente mas seco y con temperaturas medias anuales mas altas que el del Bosque Andino alto, tiene una composición florística relativamente homogénea, con variaciones cuantitativas y en parte cualitativas que tienen relación con variaciones de humedad - pluviosidad, propiedades del (sub) suelo e inclinación del terreno. En los cerros del interior de la Sabana, mas secos, se encuentra el Bosque de Corono, Espino y Raque, en los cerros de oriente, mas húmedos, el Bosque de Mano de oso y Gomo, y en el plano relativamente bien drenado de la Sabana el Bosque de Palo blanco, Raque y Arrayán. En los pie de montes debe haber existido un bosque de transición entre el de la parte baja de los cerros y el de la planicie.

Los bosques de los cerros tenían una función importante en cuanto a la infiltración de agua en las formaciones arenosas antiguas, los del pie de monte y valles bajos laterales (Subachoque, Tenjo, Sopo, Tunjuelito, etc.) para la infiltración de aguas en las capas arenosas de los sedimentos mas recientes (Pliocenicas y Cuaternarias) del relleno de la Cuenca de la Sabana.

La deforestación de los cerros ha causado una erosión gradual peligrosa, especialmente en las zonas con suelos poco profundos como los de la asociación Monserrate. Este peligro no existe casi en la planicie pero en muchas partes la aplicación de solo abonos químicos ha conducido a la desaparición gradual del contenido orgánico de la parte superior del suelo, que es una degradación.

VEGETACION DE LAS ZONAS SECAS (XEROFITICA)

En las áreas mas secas de la Sabana, en el sur, suroeste y norte, el Bosque Andino bajo (2.550-2.750 m) es reemplazado por unvegetación arbustiva, semi abierta hasta abierta, de especies adaptadas a este medio extremo.

VEGETACION

MATORRAL DE TUNA Y HAYUELO

La vegetación mejor desarrollada en el oeste-suroeste de la Sabana (con menos influencia antropógena) parece ser este matorral. Hay dos especies de Tuna *(Opuntia),* hasta 4 m de altura, en un matorral de arbustos hasta dos metros de alto, compuesto de *Salvia bogotensis,* Hayuelo *(Dodonaea)* y *Ageratina leyvense* (cobertura total 80%). Otros elementos característicos son *Solanum lycioides, Stevia lúcida, Lantana sp.,* Fique *(Furcraea),* y *Agave.* Existe un estrato de musgos y *Selaginella sellowii* cubriendo 75% del suelo. Especies herbáceas, que cubren un 10%, incluyen: Aizoaceae, Amaranthaceae, *Artemisia cf sideroi, Castilleja, Heterospermum, Chaptalia, Achyrocline, Conyza, Dichondra, Echeverria, Epidendrum, Euphorbia, Evolvulus, Ipomoea, Lepidium, Lupinus, Malvaceae, Oxalis, Peperomia, Plantago sericea* (un Llanten), *Tillandsia y Tradescantia,* y helechos xerofíticos como *Arachnioides, Cheilanthes, Notholaena, Pellaea y Polypodium sp.* En esta región se encuentra también el Cactus endémico, medio subterráneo, *Wigginsia vorwerkiana.*

Parece que esta vegetación climácica es degradada por el ganado, causando vegetaciones mucho mas abiertas y bajas donde comienza fácilmente la erosión.

MATORRAL O BOSQUE BAJO DE CIRO, ESPINO, HAYUELO Y CONDALIA

En el área de Checua existen restos de un matorral o bosque bajo (de 3 - 10 m de altura y 100 % cobertura), con Ciro *(Baccharis bogotensis)*, Espino (*Durantha mutisii)*, Mortiño *(Hesperomeles sp.)*, *Condalia sp. nov.*, Sangregado *(Croton sp.)*, Tuna *(Opuntia sp.)*, *Monnina*, Hayuelo *(Dodonaea viscosa)*, Gomo *(Cordia sp.)*, Cucharo *(Myrsine)*, Corono *(Xylosma)*, *Lantana*, etc.

El estrato herbáceo (con helechos como en el matorral de Tuna y Hayuelo), contiene *Peperomia*, *Echeverria* y Quitches *(Bromeliaceae)*; tiene una cobertura de 30%. El estrato de musgos es de 60% e incluye *Selaginella sellowi*. Los quitches se encuentran también como epífitas.

En la misma zona se encuentra también localmente el Chiripique *(Dalea)*.

Según estudios desarrollados en el área de Mondoñedo-La Herrera (Vink Wijninga, 1.987. The vegetation of the semi-arid region of La Herrera. Informe Lab. Hugo de Vries-Inst. de Ciencias Nat.), se puede diferenciar una suseción desde suelo destapado hasta matorrales del tipo de Tuna y Hayuelo. Comienza con invasión de algas y líquenes, formando la comunidad de *Hormidium-Nostoc*. La sucesión sigue con la comunidad de *Microchloa-Aster* que es como pastizal bajo, luego la comunidad de *Salvia-Dodonaea* que es arbustivo (50-100 cm), y finalmente la comunidad de *Tillandsia-Echeveria*, que es como el matorral de Tuna y Hayuelo descrito aquí, o la comunidad de *Furcraea-Peperomia*. La comunidad inicial tiene hasta 9 especies, el pastizal y la arbustiva hasta 25 y el matorral hasta 40 especies.

Estos tipos de vegetación son muy importantes desde el punto de vista florístico, ecológico y fitogeografico. En el área de Mondoñeda-La Herrera pueden haber unas 200 especies de plantas, muchas de ellas restringidas a las zonas secas. Bien desarrollado, el matorral puede ayudar a prevenir y detener la erosión en curso en estas zonas, que se debe al mal manejo de este ecosistema frágil.

CLIMA

Las temperaturas medias anuales son las mismas que las del Bosque Andino bajo, pero la precipitación es mas baja, menos de (700-)600 mm.

SUELOS

Los suelos de este ecosistema son de lo que anteriormente se clasificó y mapeó como asociación Bojacá-Cogua-Techo, y localmente Cabrera-Cogua y Monserrate. Se presenta con frecuencia un horizonte argílico endurecido ("clay pan") y se conserva poco humus, que en parte se migra hacia un nivel inferior del suelo. Estos suelos (Alfisoles o Inseptisoles, a veces vérticos) son fácilmente erodados si hay cierta inclinación del terreno, y se degrada la vegetación. La gran erosión que se ha desarrollado en estas zonas se debe al mal manejo de este ecosistema frágil.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ecosistema del matorral xerofítico de Tuna y Hayuelo y sus derivaciones, se encuentra en la zona altitudinal del Bosque Andino bajo, donde las lluvias son menores de 700-600 mm al año. Esta asociado a un tipo de suelos con horizonte argílico *("Planosol").* Parece que estos suelos están asociados también al aporte de cenizas volcánicas, que pueden por medio de su alteración fuerte, contribuir a la formación del "clay-pan" (Pero no se forma la asociación con humus en los horizontes superiores que lleva a suelos oscuros ("Andicos") de las partes más húmedas de la Sabana). El humus desaparece por descomposición y por infiltración. Es posible que en el ecosistema bien desarrollado, la vegetación utiliza directamente los nutrientes de la descomposición en la superficie; por lo demás, el crecimiento debe ser lento.

Como ya se mencionó, estos suelos son fácilmente erodables si no se maneja este ecosistema frágil debidamente. El mal manejo ha hecho perder o dañar severamente grandes superficies.

EL BOSQUE DE LAS ZONAS INUNDABLES

El río Bogotá y sus afluentes erodaron sus valles en el sedimento de la laguna de la Sabana, después de drenarse hace mas o menos 30.000

años. En parte los valles comienzan en el mismo plano de la Sabana. Buena parte del sur de la Sabana, la parte mas baja, es una zona ancha donde se reúnen varios afluentes. Toda esta zona del sur y los valles son en principio inundables durante las épocas de lluvia. Es allá que se encuentra también la mayor parte de los "humedales", los que discutiremos luego.

Buena parte de esta área es entonces inundable temporalmente, pero relativamente seca durante las estaciones secas. En estas condiciones se pueden presentar "Bosques inundables".

VEGETACIÓN

BOSQUE INUNDABLE DE ALISO

Un inventario de este tipo de bosque, del cual se encontraban todavía restos cerca de Funza y Subachoque, muestra el Aliso *(Alnus acuminata)* como especie dominante, y las siguientes especies acompañantes: Tuno *(Miconia_reclinata), Eupatorium fastigiatum, Cestrum buxifolium,* Cerezo *(Prunus serotina), Baccharis revoluta, Ludwigia peruviana* y un numero de hierbas higrófilas.

Bosques parecidos se pueden encontrar también río y quebradas arriba, hasta c.3.100 m en la zona del Bosque de Encenillo. (El Aliso se encuentra también localmente en este bosque hasta altitudes de 3500 m en otras partes de la Cordillera Oriental).

MATORRAL INUNDABLE DE LAUREL (MYRICA).

De datos (pré)históricos sabemos que debe haber existido en la Sabana (durante el Holoceno, es decir durante el periodo de los últimos 10.000 años) , al lado del Bosque de Aliso, un Bosque de Laurel *(Myrica),* donde esta especie debe haber sido la dominante. No conocemos todavía bien las diferencias ecológicas de este tipo de bosque o matorral con el bosque de Aliso.

CLIMA

El Bosque de Aliso y su ecosistema se puede clasificar como "azonal", ya que es definido en primer lugar por factores edaficos (especialmente por inundaciones temporales). No obstante, la especie es también limitada por factores climáticos; su distribución vertical es entre aproximadamente 2100 y 3.100 (3.500) m. El Bosque de Aliso

de la Sabana de Bogotá se encontraba principalmente en la zona climática del Bosque Andino bajo, extendiéndose localmente hasta en el Bosque Andino alto (donde el Aliso se asocia también con otras especies).

SUELOS

Los suelos fueron clasificados antes en la asociación Río Bogotá-Nemocón. No se presenta aquí la capa superior oscura en base de humus y alteración de cenizas volcánicas del resto de la parte plana de la Sabana, sino arcilla depositada durante las inundaciones, y poco cambiado. Solo se presentan manchas amarillosas hasta rojas, relacionadas con el proceso de "gleyisacion" (con movimientos considerables del nivel del agua en el suelo). Se clasifican como Entisoles y Fluaquent.

En el norte de la Sabana se puede encontrar una capa humosa-turbosa a poca profundidad debajo de estas arcillas. Eso parece indicar que originalmente habría formación de material turboso en la vegetación de Aliso y poca sedimentación de arcilla (pocas inundaciones). La capa superior de arcilla de inundación, no turbosa, parece indicar el cambio en el régimen de los ríos debido al incremento de la deforestación y agricultura. Originalmente deben haber existido dos tipos de Bosques de Alisos, uno con formación de turba y pocas inundaciones, otro con sedimentación considerable de arcilla y frecuentes inundaciones.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El ecosistema del Bosque de Aliso debe haber cubierto la mayor parte de las zonas inundables de la Sabana y debe haber rodeado a los humedales de vegetación mas abierta y baja. En parte de estos Bosques de Aliso, donde había poca inundación, se podía formar turba o arcilla turbosa, y en partes (que se inundaban frecuentemente), se sedimentaba arcilla. Localmente habían también bosques o matorrales de Laurel *(Myrica),* bajo condiciones todavía no establecidas.

Estos bosques eran sin duda reguladores, del agua de inundación, evitando así desastres. La población indígena Muisca utilizaba localmente la fertilidad de estos suelos, con un sistema de camellones y zanjas, que podía funcionar si las inundaciones no eran muy altas.

En épocas húmedas, combinado con deforestación, sí podían presentarse grandes inundaciones desastrosas (compare el mito de la inundación de la Sabana y la redención por Bochica).

VEGETACION DE LOS HUMEDALES

En la misma zona inundable se encuentran áreas relativamente bajas donde se mantiene agua más o menos estancada al nivel del suelo o encima de este nivel durante todo el año o gran parte del año. Son, frecuentemente, también áreas de sedimentación de arcilla. En estas condiciones no puede haber Bosque de Alisos (que no resiste inundación permanente), sino se presentan tipos de vegetación abierta (principalmente de hierbas) pantanosa o acuática. Existen lagunas de origen natural (como la de La Herrera) y otras creadas por el hombre cerrando los valles, las "Chucuas" (desde la época indígena).

VEGETACION

COMUNIDADES CON JUNCOS, ENEA ETC.

Se trata de diferentes comunidades con Juncos *(Scirpus californicus)*, Enea *(Typha angustifolia)*, Polígono *(Polygonum punctatum)*, Lengua de vaca *(Rumex obtusifolius)* y Duarte *(Bidens laevis)*, entre otros.

Se asocian estas especies según la profundidad y fluctuaciones del agua. En estas comunidades las plantas tienen sus raíces en el suelo o sedimento del fondo, y la profundidad del agua es en general entre 5 y 100 cm.

COMUNIDADES FLOTANTES DE BUCHON

El buchón *(Limnobium laevigatum)* puede ser dominante, eventualmente asociado con un helechito colorado acuático *(Azolla filiculoides)*, una hepática acuática *(Ricciocarpus natans)* y Lenteja de agua *(Lemna sp.)*; a veces asociado con *Hydrocotyle ranunculoides*. La profundidad del agua es entre 5 y 200 cm.

COMUNIDAD FLOTANTE DE EICHHORNIA CRASSIPES

Se trata de una especie de Buchón que es un inmigrante reciente del nivel bajo tropical, que se ha extendido vegetativamente.

COMUNIDADES DE VEGETACION SUMERGIDA.

Los conocemos bien de la laguna de Fuquene. Tiene las raíces en el fondo. La vegetación sumergida de Hierba de agua *(Myriophyllum)* y Chira *(Potamogeton)* debe también hallarse localmente en la propia Sabana de Bogotá.

CLIMA

Como el del Bosque de Aliso y el Bosque Andino bajo.

SUELOS

Cercano a los del Bosque de Aliso, pero se trata de sedimentos arcillosos hasta algo turbosos casi permanentemente cubierto de agua y es mínimo o nulo el proceso de formación de suelos, y faltan en general señales de "gleyisación".

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los humedales de la Sabana se encuentran en general rodeadas de potreros o eventualmente cultivos y en muchos las vacas tienen libre acceso, que levantan o revuelven el sedimento del fondo y dejan sus excrementos. Los cultivos vecinos aportan pesticidas y abonos químicos. Todo esto ha causado un fuerte incremento de nutrientes y tóxicos en el agua, lo que ha conducido por ejemplo a una extensión grande del Buchón, no dejando superficie libre de agua. La laguna de la Herrera tenía hasta hace unos 700 años agua abierta y clara, libre de arcilla, donde abundaban algas siliceas (Diatomeas), cuyos esqueletos microscópicos se acumulaban en el fondo. Con el comienzo de una deforestación mayor y extensión de la agricultura (luego ganadería), se aumento la cantidad de arcilla y nutrientes en el agua, con lo que comenzó la extensión rápida de la vegetación pantanosa y luego del Buchón. A todo eso contribuye también el mayor incremento del nivel del agua durante las inundaciones (por la deforestación) y especialmente el mayor descenso del nivel del agua en las estaciones secas, por el uso del agua de ríos y de lagunas para el riego. Para recuperar estos ecosistemas se necesitan medidas drásticas.

ANOTACIONES FINALES

En base a los conocimientos generales expuestos se puede realizar una primera aproximación de un mapa de los ecosistemas (o

complejos de ecosistemas) y tipos de vegetación potencial de la Sabana de Bogotá (ver mapa) - Cuenca Alta del río Bogotá. Una aproximación más detallada se podría hacer en base de estudios más profundos de la vegetación que todavía existe, por toda la región. Este mapa es básico para delinear una política ambiental exitosa y como base para una nueva política forestal y de reforestación. Para esta nueva política será también importante resumir y ampliar nuestros conocimientos sobre la sucesión natural de los diferentes tipos de vegetación.

4.

LA COBERTURA VEGETAL Y SU RELACION CON LA CONSERVACION DEL AGUA, DE LOS SUELOS, Y DE LA BIODIVERSIDAD.

En el capítulo tres discutimos la vegetación original, y los ecosistemas potenciales, con base en el estudio de restos de bosques y otros tipos de vegetación, el clima y los suelos correspondientes. En principio se puede hacer un mapa de vegetación (y ecosistemas) potencial, que sería una de las bases para proyectos de reforestación y recuperación de la vegetación original. En la parte plana de la sabana de Bogotá ha desaparecido prácticamente todo el bosque original, y la vegetación de los humedales está fuertemente influenciada por el hombre y corre peligro. En los cerros existen todavía manchas de vegetación secundaria, pero son ya muy escasos los restos de bosques en estado original, los que en general corren peligro de desaparecer en corto tiempo. Los páramos corren gran peligro por la ganadería, las quemas y los cultivos de papa.

Directamente relacionado con la desaparición de la vegetación original, se encuentra la desaparición de elementos de la fauna. Eso es especialmente obvio en el caso de los mamíferos, que además son objeto de cacería que no conoce restricciones. Ya que los ecosistemas son los portadores de la biodiversidad con ellos desaparece una gran cantidad de especies, desaparece la vida silvestre y se deteriora este componente del medio natural, que es parte de nuestra riqueza actual y futura. Pero no es solo esto: la destrucción y desaparición de los bosques naturales de los cerros, tiene relación directa con la desaparición de aguas superficiales (quebradas), la disminución de la infiltración de aguas hacia el agua subterránea, y la erosión y desaparición gradual de los suelos. Por todas estas razones, es fundamental conservar y recuperar la vegetación original y su biodiversidad, donde eso sea recomendable.

En este capítulo discutiremos principalmente aspectos relacionados con la vegetación y la biodiversidad, así como los aspectos íntimamente relacionados con ellas como es la conservación de aguas y suelos.

LOS PARAMOS

Las 2 influencias principales que ponen en peligro la vegetación del páramo, su biodiversidad y su agua, son la ganadería y la agricultura.

LA AGRICULTURA

En cuanto a la agricultura, se trata principalmente de cultivo de la papa y de algunos otros productos como cubios e ibias, que llegan a altitudes de aproximadamente 3.500 m. En parte son cultivos de rotación, después de una cosecha el área cultivada puede quedar en barbecho por varios años, pero también se siembran a veces pastos introducidos como "el pasto de olor" *(Anthoxauntum odoratum)*, y "el Poa" *(Holcus lanatus)*, que se utilizan para pastoreo de ovejas o vacas.

La tierra con vegetación natural se prepara para el cultivo mediante la tumba, con machete, de Frailejones y pequeños arbustos, para luego pasar el arado. En ocasiones se utiliza también la quema.

Después de la cosecha (o cosechas) la recuperación sigue varias fases. Primero se extienden hierbas introducidas como *Rumex acetosella, Veronica serpyllifolia, Arenaria serpyllifolia* y pastos introducidos. Después se extienden hierbas nativas como la *Lachemilla aphanoides*. Luego entran las plantas colonizadoras del páramo: el Frailejón *Espeletia argentea*, un chite (*Hypericum juniperinum*), *Acaena elongata* y *Acaena cylindristachya* entre otras. En la fase siguiente aparecen las primeras especies más o menos leñosas, como los arbustos *Pernettya, Vaccinium, Gynoxis*, y el pasto de macolla típico del páramo, *Calamagrostis effusa*. Finalmente aparecen las especies típicas del páramo desarrollado, como otras especies de frailejón o plantas de almohadilla como *Castratella* y *Gaulthería* etc. El terreno puede ser utilizado de nuevo después de 5 a 15 años.

La recuperación completa de la vegetación natural del páramo puede durar bastante más tiempo. Para que los frailejones lleguen de nuevo a alturas de 2 m o mas puede transcurrir entre 50 hasta 100 años. Ya

que la rotación del cultivo es mucho más corta, la vegetación de la zona baja del páramo (Sub-páramo (3.000) 3.300-3.500 m) en muchas partes se encuentra bajo fuerte influencia humana, y en estado "secundario" o "subserial" constante. En general se puede decir que, - en cuanto a biodiversidad -, el cultivo de la papa (y otras especies) conduce al incremento de especies introducidas, y un descenso del número total de especies.

Durante los últimos años se ha visto el ascenso gradual de los cultivos, hecho que parece estar relacionado con el incremento de la presión poblacional. El desarrollo de variedades más resistentes a las heladas y el aumento de temperatura relacionado con el cambio global actual, podrían también estar entre las causas de este hecho.

La destrucción de la capa vegetal y de humus, así como la utilización de pesticidas influencian considerablemente la capacidad de retención de agua y la calidad del agua superficial e infiltrada.

NOTA: Datos mas detallados se encuentran en: W. Ferwerda, 1.987. The influence of potato cultivation on the natural bunchgrass páramo in the Colombian Cordillera Oriental. Informe 220, Laboratorio Hugo de Vries, Universidad de Amsterdam.

LA GANADERIA Y LAS QUEMAS

Los efectos de la ganadería sobre la vegetación y los ecosistemas de páramo están relacionados con: el pastoreo, el pisotéo, y las quemas. Estos efectos fueron estudiados recientemente por R. Hofstede y P.A. Verwey, cuyos resultados han sido publicados en dos tesis de doctorado (impresos) de la Universidad de Amsterdam (R. Hofstede 1.995. Effects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem. Tesis doctorado, Universidad de Amsterdam. 200 pp.. P.A. Verwey, 1.995. Spatial and temporal modelling of vegetation patterns; burning and grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia. Int. Inst. Aérospace Survey and Earth Sciences. Tesis doctorado, Universidad Amsterdam. 216 pp.). Estos estudios demuestran claramente el impacto del manejo actual de los páramos.

Las especies dominantes en los páramos son frecuentemente la gramínea *Calamagrostis effusa,* que forma macollas grandes, y los frailejones *(Espeletia spp.).*

Bajo el efecto de pastoreo y pisotéo, las macollas se fraccionan, formando macollas más pequeñas, se densifica el suelo y se pueden formar "terracitas". Las quemas causan la desaparición de las "necromasa" (la parte muerta de la cobertura vegetal: hojas muertas de las macollas y de los frailejones), la biomasa disminuye, pero aparecen mas hojas verdes de *Calamagrostis* y la parte "desnuda" del suelo aumenta.

Los pantanos de los páramos también sufren las consecuencias de la presencia de ganado, que entra en ellos y los degrada y contamina.

Un pastoreo muy leve y una quema local incidental no provocan mayores daños (ya que también en la naturaleza se presentan), y pueden aumentar ligeramente la biodiversidad. No obstante, ya muy pronto el efecto llega a ser negativo. Poco a poco la vegetación cambia. Los frailejones grandes se vuelven más escasos, la densidad de ejemplares jóvenes puede localmente aumentar, pero finalmente tienden a desaparecer. Pastos cortos, nativos o introducidos, van a reemplazar las macollas de *Calamagrostis*, y aumentan ciertas especies que forman "alfombra" (como *Acaena cylindristachya*). Frecuentemente aumenta la superficie de suelo sin vegetación, lo que significa un cambio de humedad del suelo (aumento de evaporación), que se puede secar en las estaciones secas. En general se presenta un descenso considerable en la capacidad de retención de agua. La conclusión de los estudios cuantitativos y detallados es que el manejo actual de los páramos es nocivo para la vegetación y el ecosistema y que el efecto cada vez mayor y mas extenso de este manejo llevará a un deterioro progresivo de este sistema, del paisaje del páramo y del sistema hídrico.

En términos más generales se puede decir que las (bajas) ganancias de pocos campesinos a costo de este sistema no se justifican en vista de las pérdidas y sus efectos a mediano plazo: degradación de la vegetación y del ecosistema, que es único en el mundo, que sostiene una gran riqueza de biodiversidad para el futuro y que en su estado natural asegura la principal fuente de agua para la vida del país.

LA PLANTACION ("REFORESTACION") DE PINOS

Existe otro peligro para los páramos y paramillos: la así llamada "reforestación" con pinos, lo que se consideraba como un beneficio. Se trata de lo que se puede llamar una equivocación histórica. En

primer lugar, el páramo propiamente dicho, no es zona de bosques; en casos que presenten bosquecitos en partes protegidas, corresponden a especies como Rodamonte *(Escallonia)*, Palo colorado *(Polylepis)*, *Vaccinium*, *Ageratina* etc.

En segundo lugar, el pino tiene una influencia nociva sobre el suelo, en los bosques de pino no crecen las especies nativas, sino que crean una especie de desierto para ellas (ver también mas adelante en este capitulo). Los Pinos en el páramo acaban con el paisaje, la flora y la vegetación nativa, de gran biodiversidad y única en el mundo, y tienen además una influencia negativa sobre el suelo (resinas, acidificación) y sobre la capacidad de retención del agua.

RECOMENDACIONES

Si se continúa manejando el páramo como se ha hecho hasta ahora, con agricultura, ganado y quemas, y tomando en cuenta la presión cada vez mayor sobre este complejo ecosistémico, corremos el peligro de perder su paisaje, su flora y vegetación original, su biodiversidad y su agua. Ya la degradación hasta aproximadamente 3.500 m s.n.m. por razón de la agricultura es considerable; la influencia de la ganadería y las quemas se extiende hasta los 4.000 m. Se recomiendan entonces las siguientes medidas:

- La agricultura tiene que ser limitada a ciertas áreas solamente, la mayor parte de los páramos bajos deberían mantener o recuperar su vegetación natural. El uso de pesticidas tiene que ser seriamente limitado y los abonos deberán ser orgánicos. Se recomienda entonces reglamentar el uso y al mismo tiempo desarrollar y propagar una agricultura orgánica biológica para la zona de páramo.

- Prohibir la siembra de pinos y otros arboles no nativos en el páramo y en "paramillos" y hacer quitar los que ya están sembrados. Se puede pensar en dejar regenerar el bosque nativo en una faja en el límite altitudinal natural de bosque y páramo, que formará un límite claro y de protección.

- Prohibir las quemas y prohibir la ganadería en grandes partes de los páramos, y limitarla a ciertas áreas bien drenadas y planas; se debe también inhibir la entrada de ganado en pantanos y quebradas.

- Estas medidas requieren un plan de ejecución gradual simultáneo con un plan social, donde se deben considerar relocalización de pobladores y un sistema de subsidio relacionado con la aplicación de manejo adecuado. Un sistema de subsidio a los campesinos puede basarse en el precio del agua, a pagar por los consumidores en la Sabana.

- El plan social requiere un amplio estudio socio - económico de la población de los páramos alrededor de la Sabana de Bogotá.

- El plan de protección ambiental debe ser una de las bases del plan social; cada páramo deberá tener así su plan de ordenamiento territorial ambiental, que se basaría en lo ambiental y lo social.

- Para poder realizar este plan ambiental-social de los páramos, será necesario dar a ellos un estado especial, que permita su protección, con base en su importancia ecológica, su biodiversidad y como fuente de agua de gran parte del país.

LOS CERROS, LAS QUEBRADAS Y MICROCUENCAS.

La vegetación original de los cerros debajo del límite altitudinal original del bosque, lo podemos diferenciar en Bosque Andino alto y Bosque Andino bajo, y localmente matorral xerofítico (ver capitulo 3). La mayor parte de esta cobertura original desapareció o se encuentra seriamente degradada (bosques o matorral secundario). En las partes con declive mediano a fuerte, la cobertura de suelos andosólicos sobre las rocas Terciarias y Cretáceas puede ser menos de 50 cm, mientras que en las partes con declive suave hasta mediano y en hondonadas puede ser mayor de 50 cm hasta unos 150 cm o localmente más.

Estos suelos fueron formados durante una o varias decenas de miles de años, y su perdida es irreparable. La deforestación ha conducido

por un lado a la pérdida de retención de agua y aumento de evaporación, y por otro a erosión fuerte o "silenciosa" de los suelos. Eso significa desaparición de quebradas y suelos, y menor infiltración de agua. Si se están utilizando estos suelos de declive mediano a fuerte para agricultura, con sólo abonos químicos, pueden llevar a la pérdida gradual de la materia orgánica, pérdida de fertilidad, e incremento de erosión.

A todo esto se ha sumado la así llamada "reforestación" con árboles exóticos como pinos, cipreses, eucaliptos, y acacias. Se trata de plantaciones con un efecto muy negativo sobre la vegetación natural y su biodiversidad, y negativo sobre el suelo, la capacidad de retención e infiltración del agua. Estos aspectos los trataremos luego con mayor detalle.

Otro aspecto negativo es la tendencia hacia la urbanización de partes de los cerros, a veces en zonas con restos importantes de bosques naturales, y hasta 3.000 m de altitud, especialmente en las cercanías de Bogotá.

En cuanto a regeneración natural de la vegetación original hay todavía buenas posibilidades en todas estas zonas donde existen todavía reductos de bosque o rastrojos de especies nativas. En estos casos no es necesario sembrar para reforestar, sino proteger el área o la zona con cercas contra la entrada de vacas, ovejas, cabras, burros, caballos y otros.

Uno de los mayores problemas para bosques, rastrojos y proyectos de reforestación , son los incendios en las estaciones secas. Es un problema que será necesario resolver con una buena organización, observación permanente y acción inmediata en toda el área de la Sabana.

Los bosques naturales conservan una gran humedad interior y tienen una gran capacidad de retención del agua, que mantiene el suelo húmedo aun en las estaciones secas y permiten la existencia permanente de quebradas y fuentes así como la infiltración de agua.

Es bien conocido que un gran número de quebradas ha dejado de existir, como también fuentes y "ojos de agua", y muchos otros se volvieron estacionales solamente o disminuyeron considerablemente

su caudal. Un ejemplo muy disiente es el de la quebrada Tíquiza en Chía, que daba antes el agua para el acueducto de Chía y que dejo de existir.

Hasta hace poco, se consideraba que plantaciones de eucaliptos o pinos podría ser una forma positiva de reforestación de los cerros, pero ya sabemos de los efectos muy negativos que se dan en cuanto biodiversidad y suelos (ver adelante) y a eso se añade el efecto negativo para la hidrología. Estos bosques son desiertos para las especies nativas, no tienen un estrato de arbustos, ni de hierbas y en general tampoco de musgos, además utilizan gran cantidad de agua, lo que causa desecación y agrietamiento del suelo. En estos casos existe una baja capacidad de retención del agua, lo que no ayuda en la recuperación de fuentes y quebradas, ni en la infiltración de agua hacia el subsuelo, sino todo lo contrario.

En cuanto a las áreas de matorral xerofítico, que tiene déficit de agua durante todo o buena parte del año, la situación es bastante diferente a la de los Bosques Andinos. Este sistema recibe poca agua para retener, y las plantas han desarrollado estrategias para guardar agua ellas mismas (los Cactus) y no perder mas de lo necesario. No obstante es notorio que tienen un estrato de musgo y *Selaginella* casi total en el suelo que ayuda disminuir la evaporación, evita y disminuye la erosión superficial y vertical durante los aguaceros. No obstante, vemos el desarrollo hoy día de profundas zanjas de erosión.

Los datos (pre) históricos de los que disponemos, indican que este tipo de erosión comenzó a desarrollarse al mismo tiempo que la extensión de la agricultura, desde hace unos 3.000 años. Se trata de un manejo inadecuado de este ecosistema muy frágil, y la degradación de la vegetación redujo aún más la capacidad de retención de agua, conduciendo al desagüe superficial mas intenso y el comienzo de la erosión vertical. Una vez comenzado este tipo de erosión, es muy difícil detenerlo.

Esta situación es sin duda mantenida y agravada con la ganadería. Debemos entonces llegar a la conclusión de que las zonas originalmente de matorral xerofítico, no son aptos para la agricultura ni para la ganadería. Aquí también hay que tener mucho cuidado con las plantaciones de árboles exóticos por las mismas razones mencionadas antes. El único camino correcto es quitar la ganadería y

buscar la regeneración de la vegetación original, y tratar de detener la erosión de los zanjones. Si combinamos estos hechos con la existencia de una flora muy especial con elementos endémicos y de un paisaje de especial belleza, urge su conservación y hay que pensar en reservas naturales de manejo especial con posibilidades futuras de turismo. Volveremos a esta problemática mas adelante.

En cuanto a quebradas y microcuencas, y en general en la conservación y retorno del agua corriente y sus fuentes, se ha comenzado ya la aplicación local de reforestación de una zona (frecuentemente 10 m a lado y lado) a lo largo de las quebradas, y alrededor de las fuentes principales. Eso significa sin duda un buen comienzo, pero para asegurar el agua a un plazo mas largo, será necesario desarrollar programas de reforestación mucho más amplios, incluyendo la parte de los cerros, de las fuentes hacia arriba, y zonas bastantes mas anchas que 20 m hacia el pie de los cerros.

Así mismo la conservación de la biodiversidad y el medio ambiente requiere el desarrollo de un plan amplio de reforestación de los cerros, en el que el Bosque Andino alto (arriba de los 2.750/2.800 m) cubrirá buena parte de todos los cerros, y el Bosque Andino bajo fajas amplias que conectan la zona de Bosque Andino alto con la planicie de la Sabana. Formarán estos bosques así parte de una "Estructura Ecológica Principal" de la que hablaremos luego.

RECOMENDACIONES

- Conservación de bosques y reforestación natural guiada (vea definición mas adelante) arriba de los 2.750/2.800 m en todos los cerros, especialmente donde hay declives medios hasta fuertes (Bosque Andino alto). En esta zona que presenta mayor humedad y un subsuelo frecuentemente de areniscas, su reforestación es de primera importancia en vista de la conservación de quebradas, fuentes y de aguas subterráneas.

- Reforestación y conservación de bosques en fajas entre 2.750/2.800 m hasta la planicie de la Sabana, siguiendo microcuencas de quebradas y separaciones de aguas entre ellas.

- 1 y 2 formaran parte del plan general de una Estructura Ecológica Principal para la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del Río Bogotá.

- Las áreas de matorral Xerofítico son muy frágiles y necesitan protección especial. No resisten la agricultura ni la ganadería.

- Las áreas que todavía presentan bosques naturales necesitan urgentemente protección como Reserva o Parque Natural.

REFORESTACION Y PLANTACIONES

Es importante de diferenciar bien entre lo que es reforestación y plantación. Definimos aquí la *reforestación* como un proceso independiente natural o por medio de la siembra de las especies nativas propias para el medio o la zona en cuestión; podemos entonces diferenciar *reforestación natural* y *reforestación guiada.* Definimos aquí la *plantación* como la siembra de una sola o mas especies foráneas, o en algunos casos de solo una o pocas especies nativas; podemos entonces diferenciar *plantación de exóticos* y *plantación de nativos.* La plantación serviría en general para la producción de madera (o en algunos casos de frutas). La reforestación servirá en primer lugar para la protección de suelos, aguas y biodiversidad, pero podría ser dirigida localmente hacia productos no maderables (frutas, hierbas, escobas, etc.). Parece importante pensar también en el desarrollo de sistemas agroforestales y silvopastoriles para la región, especialmente un sistema silvopastoril que combine potreros con alisos (*Alnus acuminata),* que aportan nitrógeno al sistema.

En cuanto a las plantaciones de exóticos, es importante conocer su efecto sobre la vegetación y la flora autóctona, sobre el suelo y sobre la hidrología. En cuanto a la vegetación y la flora autóctona y en general a la biodiversidad, el efecto negativo es muy obvio, ya que los bosques de pinos y eucaliptos crean una especie de desiertos donde son muy pocos los elementos de la flora autóctona que se encuentran.

Sólo se encuentran en abundancia en las plantaciones de pinos algunos hongos foráneos micorrhizales, que fueron importados con los árboles. Debajo de Cupresos se puede, en ocasiones, revivir algunas especies de arboles nativos, de las bases de troncos del bosque original. Sembrar pinos o eucaliptos dentro de (los restos de) bosque nativo es también nocivo, por la influencia de su hojarasca ácida o tóxica.

En cuanto al efecto de plantaciones de pinos y eucaliptos sobre el suelo y la humedad, existe un estudio importante publicado por el IGAC (A. Cortes, C. Chamorro y A. Vega, 1.990. Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa. Biología de suelos. Investigaciones subdirección agrológica, Vol 2 (1): 101-114. IGAC).

En comparación al suelo en el bosque nativo, debajo de las plantaciones de los exóticos, se presentan cambios en la estructura del suelo (cúbico a prismático), acompañados de un severo agrietamiento (cambios relacionados con la pérdida de humedad del suelo) y una disminución apreciable de la actividad biológica, especialmente de las lombrices de tierra. Además, hay un cambio grande en el régimen de humedad edáfica. El bosque original tiene la mayor economía hídrica con un almacenamiento del 23.4 % de la precipitación total, relacionada con la presencia de cenizas volcánicas, los altos contenidos de materia orgánica, la buena estructura, los horizontes superficiales y una gruesa capa de musgos. En el caso de plantación de Eucaliptos esa cifra alcanza solamente 0.7 % de almacenamiento, y en el caso de coníferas (Pinos) hay un déficit del 3.3%. Estos fenómenos parecen estar relacionados, entre otros, con una alta evaporación y transpiración de los bosques e individuos de estas especies, y la falta de un estrato herbáceo y de musgos.

Vale la pena mencionar también que los pinos exudan sustancias resinosas que dificultan el humedecimiento del suelo y bloquean los pasos del mismo; bajo los Eucaliptos se destruye la estructura del horizonte superficial, debido posiblemente a la acción negativa de las sustancias exudadas por las raíces (eucaliptol) sobre los microorganismos del suelo.

La reforestación natural es posible en muchas partes de los cerros, donde quedan todavía restos del bosque original, o rastrojos que representan las primeras fases de sucesión natural. Solamente hay que cercar el área de tal forma que no puedan entrar herbívoros grandes como vacas, ovejas, burros etc. ni leñadores. En pocos años se puede cubrir un área con especies de pioneros, hasta convertirse en rastrojo que desarrolla hasta conformar un estrato arbustivo cerrado. El desarrollo hasta un bosque mas maduro puede demorarse algunas decenas de años.

En el caso de potreros y campos de cultivos extensos donde han desaparecido ya la mayoría de las especies nativas, se pueden introducir y plantar árboles y arbustos pioneros de la región, e introducir semillas de otros. No hay necesidad de quitar todo el pasto. Después de que la vegetación se vuelve rastrojo, se pueden introducir especies de carácter mas climácico y, eventualmente, introducir algo de humus (con banco de semillas) de un bosque maduro de la misma zona.

Donde sea recomendable, como ayuda a la población local, se pueden sembrar mas especies nativas "útiles" en el bosque y localmente se puede pensar en hacer plantaciones de especies útiles (por ejemplo Laurel de monte, Uvas de monte etc.).

En cuanto a la vegetación xerofítica, es igualmente importante la protección de herbívoros grandes, especialmente de ganado. La necesidad de plantación o introducción de ciertas especies dependerá de una inspección del terreno, para ver si la degradación general ha avanzado tanto, que especies importantes ya han desaparecido.

En cuanto a esta vegetación y las transiciones entre ella y el Bosque Andino bajo, la vegetación pionera natural ayudará mucho mas a cubrir el suelo y evitar la erosión que la plantación de árboles foráneos como *Acacias*, especie muy utilizada, que generan también un piso con muy pocas especies nativas. En el caso de erosión notoria, la siembra de por ejemplo Ciros (*Baccharis bogotensis)* y Hayuelo (*Dodonaea viscosa)* pueden ayudar a cubrir rápidamente el suelo y hacer comenzar la recuperación natural de la vegetación.

De todas maneras, en todos los casos de reforestación es importante estudiar la situación en el terreno y obtener información sobre el proceso de sucesión natural en los alrededores, para utilizar estos datos en el plan de reforestación del sitio, región o zona.

RECOMENDACIONES

- Reforestar con especies nativas.

- Utilizar plantaciones de Pino, Eucalipto y Acacia solo para satisfacer las necesidades de madera y leña de la población de los municipios, en sitios donde menos daño hacen.

- Utilizar donde eso sea posible, la sucesión-regeneración natural para la reforestación.

- Reforestación de toda la zona arriba de 2.750 /2.800 m es de importancia crucial para la conservación del agua.

LA EROSION SEVERA

Como mencionamos anteriormente, en las áreas del ecosistema del Matorral o bosque xerofítico se presenta la erosión más grave, con la formación de Zanjones profundos. Se trata de un ecosistema muy frágil que fácilmente es degradado y destruido por manejo inadecuado. Solo las partes planas o casi planas pueden ser aptos para ciertos usos agropecuarios, con tal que existe suficiente humedad (y cuidado), pero la mayor parte no es apta para estos usos. Con la ganadería (aun extensiva) el ecosistema se degrada, y finalmente desaparece el estrato arbustivo, dejando solo el estrato herbáceo y de musgos, que luego van desapareciendo gradualmente dejando parte del suelo desnudo, sobre el cual el agua de escorrentía superficial ejerce una acción de erosión vertical, que una vez comenzada es difícil de parar.

Estas áreas han sufrido erosión en ciertas épocas del pasado, como consecuencia de cambios climáticos fuertes, de épocas muy secas y muy húmedas. No obstante todo indica que durante los últimos 10.000 años y antes del hombre agricultor, no hubo erosión severa; esta comenzó con la agricultura, y se agravó con la ganadería de los últimos siglos.

El matorral o bosque bajo xerofítico que originalmente cubrió estas áreas, da una protección perfecta contra la erosión (ver capitulo 3). Tiene una estructura muy densa (que lo hace casi impenetrable), lo que ayuda a mantener cierta humedad interior. Tiene un estrato herbáceo y un estrato de musgos (y *Selaginella)* de cobertura casi total, que ayuda a mantener humedad en el suelo y a evitar la erosión.

RECOMENDACION

- Grandes partes de las zonas erodadas en el ecosistema del Matorral o bosque bajo xerofítico no son aptos para uso agropecuario. Su flora y vegetación muy especial, necesitan

además protección. Se recomienda entonces detener la erosión en los zanjones con ciertas obras de tierra, y en todo el área (incluyendo los zanjones) con la plantación de especies nativas como el Ciro y el Hayuelo (junto con otras especies mencionadas en el capitulo 3), y después ayudar en la propagación de hierbas y musgos, donde eso sea necesario. El uso de Pinos, Eucaliptos y Acacias no es recomendable, ya que no tienen vegetación de sotabosque (ver también las desventajas mencionadas en el sub-capitulo de "reforestación y plantación").

EL PIEDEMONTE

Como piedemonte definimos aquí una zona que se extiende desde la cota de aproximadamente 2.600 m en el pie de los cerros hacia el centro de la planicie, y que tiene una ligera inclinación hasta llegar a la parte propiamente plana. Corresponde así a la zona de fluctuaciones frecuentes del borde de la laguna de la Sabana y tiene en el subsuelo sedimentos relativamente mas arenosos. Pertenecen al piedemonte así definido también pequeños abanicos o conos arenosos que salen de los valles (actualmente secos o con quebradas), que comienzan algo arriba de la cota 2.600 m y se juntan luego con el piedemonte debajo de esta cota. El ancho del piedemonte así definido no es siempre fácil de establecer, pero se puede estimar en un promedio de unos 500 m. En los valles laterales (Subachoque, Guasca etc) se presentan condiciones algo diferentes, ya que existen sedimentos como los de la formación Subachoque que están en contacto con las rocas de los cerros en una altitud mayor, cercana a 2.700 m.

El piedemonte, así definido, es una zona de subsuelo diferente al de los cerros y algo diferente a la parte del todo plano de la Sabana. Frecuentemente se encontraban (todavía existen algunas) fuentes de agua en el límite de los cerros y el piedemonte. La vegetación original debe haber sido muy parecida a la de la planicie y la de la zona del Bosque Andino bajo y debe haber formado en muchos aspectos una especie de transición, con micro ambientes relativamente diversos gracias a las variaciones del subsuelo y de los suelos, y a la variación de humedad.

El piedemonte, por estas razones tiene importancia ecológica especial, y también como zona de contacto para flora y fauna entre las dos unidades de paisaje principales: los cerros y la planicie. El

piedemonte es hasta cierto punto también una zona de infiltración de agua hacia las reservas explotables en los sedimentos arenosos cuaternarios, de las formaciones Subacho que y Sabana.

Por todas estas razones, el piedemonte es una zona de importancia especial y que tiene que ser tratada y manejada con mucho cuidado.

En vista de que en las circunstancias actuales buena parte de la vida silvestre de la región se encuentra en los cerros, el piedemonte es de considerable importancia para la recuperación de la vida silvestre y el medio ambiente en la parte plana de la Sabana. Es importante entonces que no se hagan barreras como carreteras anchas asfaltadas en el piedemonte, y más bien ejecutar su función de zona de contacto, con reforestación local y cercas vivas, y recuperación de fuentes .

RECOMENDACIONES

- Considerar y tratar el piedemonte como zona de especial importancia para contactos biológicos y de infiltración de agua.

- No se deben construir carreteras asfaltadas ni crear otras barreras, sino promover la reforestación local y creación de cercas vivas entre los cerros y la parte plana

LA PLANICIE DE LA SABANA

La parte plana de la Sabana de Bogotá (con excepción de los valles de los ríos) corresponde al fondo del antiguo lago con un suelo andosólico que se formó encima durante los últimos 30.000 años de la historia. Son, en general, suelos buenos para la agricultura, aunque en grandes partes han sido dedicados a la ganadería. Originalmente estaba cubierta de Bosque de la planicie, hasta cierto punto parecido al Bosque Andino bajo de los cerros, pero con composición cuantitativa algo diferente (ver capitulo 3: Bosque de Palo Blanco, Raque y Arrayán).

Este Bosque desapareció casi por completo, pero algunas especies se han conservado en las cercas vivas como el Corono, el Arrayán, el Raque, el Cerezo, el Aliso, el Arboloco y el Cordoncillo entre otras. Estas cercas vivas dan abrigo y vivienda a pájaros, sapos, ranas, lagartijas, culebritas y otros, que tienen una función importante en la regulación de las poblaciones de insectos y babosas.

Desafortunadamente, la introducción en este siglo, del alambre de púas y la perdida de conocimientos tradicionales han conducido a la desaparición de las cercas vivas o el reemplazo de sus especies originales por introducidas como Pinos, Eucaliptos, Acacias, Cipreses o Urapanes, de los que especialmente Pinos y Eucaliptos tienen, como vimos, una influencia negativa sobre suelo y vegetación. Hoy en día son pocas las cercas vivas que quedan, y estas frecuentemente ya se encuentran degradadas.

Para mejorar las condiciones de vida y la situación ambiental de la Sabana, es importante regenerar localmente Bosques de la parte plana, y reconstruir o plantar una red de cercas vivas, que conecten estos bosques entre si, con el piedemonte y los cerros, y con los valles de los ríos y sus bosques y humedales. Estas cercas podrían tener unos 5 m de ancho, y deberían tener estrato arbóreo y de arbustos, todos de especies nativas de la región. Así se formara una red de corredores biológicos, que llevara vida a todas partes de la Sabana.

En cuanto a la plantación y regeneración de bosques y cercas vivas de especies nativas, hay que tomar en cuenta que hay que protegerlas contra el ganado (y el hombre), es decir donde haya este peligro, toca cercar con alambre, suficientemente alto como para que las vacas, caballos y ovejas no alcancen a destruirlos.

Mas adelante trataremos otros aspectos ambientales de la planicie de la Sabana, como los paisajes, la agricultura orgánica, la red de carreteras y la urbanización.

RECOMENDACIONES

- Reforestación y plantación de pequeños bosques y una red de cercas vivas que conecten, como corredores biológicos, cerros y piedemonte con toda la parte plana y los valles de los ríos.

LOS VALLES DE LOS RIOS, LA RONDA Y LOS HUMEDALES

El río Bogotá y sus afluentes principales comienzan en los páramos y partes altas de los cerros, de donde proviene la mayor parte de sus aguas, y donde comienza ya la contaminación por venenos agrícolas, ganado, y deshechos del hombre, contaminación que se agrava hacia

abajo en su paso por pueblos y ciudades. Esta problemática y la del uso de las aguas entre otras para riego, la trataremos mas adelante (capítulo del agua).

Cuando los ríos llegan a la planicie de los sedimentos de la laguna o de los sedimentos fluvioglaciales, tiene cortado su lecho en estos sedimentos, formando zonas bajas de vegas, en principio inundables durante las estaciones húmedas. En la parte plana del antiguo lago, se ha formado un sistema amplio de valles que en parte no comienzan en los cerros, sino en la misma parte plana; estos se pueden haber formado poco después del desecamiento del lago. Hoy día estos últimos en la mayoría de los casos no tienen mucha agua corriente, sino son zonas pantanosas alargadas, a varios metros debajo de la superficie general de la Sabana. En el sur de la Sabana donde se juntan varios ríos afluentes del Bogotá, se ha formado una zona inundable muy amplia. En todo este sistema se encuentran arcillas de inundación, en ocasiones turbosas, y falta el andosol de la superficie general de la Sabana. En muchas partes se construyeron pequeños diques al lado del río, para evitar la inundación de los valles, que en general se han dedicado a la ganadería.

Como vimos en el capitulo 3, estos valles y zonas inundables contenían originalmente bosques inundables, especialmente de Alisos, y la mayor parte de los humedales con pantanos abiertos de entre otras Juncos y Eneos. Hoy día han desaparecido los bosques de Aliso, y los humedales se encuentran contaminados, eutrofizados e influenciados por ganado (que con frecuencia puede entrar libremente en ellos), y por los venenos y abonos agrícolas, así como por el hombre y sus deshechos.

En muchas partes los valles y los humedales sufren rellenos indiscriminados con o sin permiso previo, hasta en la zona oficial de la ronda del río (protegido por la ley). Estos rellenos de los valles influencian la capacidad de almacenamiento de agua durante épocas de inundaciones, y con esto la extensión de las inundaciones río abajo. La ronda del rio con frecuencia tampoco es respetada en cuanto a construcciones.

Para proteger y recuperar ambientalmente los valles y la ronda de los ríos, se necesita en primer lugar tener ríos con agua no contaminada, problema que se tratará mas adelante. También se necesita prohibir

el relleno de los valles y humedales y solamente permitirlo en casos especiales, necesarios para la comunidad, después de un estudio a fondo de los efectos para el futuro.

En cuanto a la ronda del río, es muy aconsejable reforestarla con Alisos, Sauces y especies asociadas; en todo el resto de los valles, se puede propagar un sistema silvopastoril con Alisos.

Para recuperar ambientalmente los humedales y pantanos "abiertos", herbáceos, es necesario aislarles de la influencia directa de ganado y el hombre, ya que la contaminación - eutrofización que causan, producen un crecimiento exagerado de especies como el Buchón, que acaban con las superficies abiertas de agua. La mejor manera de realizarlo, es sembrar una zona de bosque de Aliso de varias decenas de metros de ancho alrededor (y estrato arbustivo debajo), y cercar toda el área. Si el agua del río entra a los humedales (eventualmente solo durante las estaciones húmedas), es importante que sea agua no contaminada; este problema no se puede solucionar entonces sino cuando los ríos tengan el agua limpia.

En cuanto a las zonas originalmente inundables, pero hoy día protegidas por diques, es recomendable dedicar algunas partes como reserva natural del Bosque de Aliso y humedales, restaurando las condiciones originales, quitando los diques.

Se recomienda hacer un plan detallado de protección y recuperación de la ronda de los ríos y de los humedales para cada región o municipio, tomando en cuenta las recomendaciones discutidas, y las descripciones dadas en el capitulo tres.

RECOMENDACIONES

- Proteger los humedales con un cinturón de Bosque de Aliso (y cerca exterior).
- Evitar la entrada de vacas y de deshechos humanos, de pesticidas y de abonos químicos.
- Prohibir el relleno de valles y humedales con escombros y basuras.
- El agua que entra desde los ríos, tiene que ser no contaminada.

- Recuperar la ronda del río, y reforestar con Alisos y especies asociadas.

- Propagar un sistema silvo-pastoril con Alisos en el resto de los valles de los ríos, y cercas vivas.

- Restablecer condiciones naturales de inundación estacional en algunas reservas.

LOS INCENDIOS

Los incendios de bosques en las estaciones secas son un fenómeno que se presenta cada año. Se queman plantaciones de coníferas y eucaliptos, pero igualmente bosques y rastrojos de vegetación natural. Se trata de un problema grave, por su frecuencia. Si hay un incendio en cada zona boscosa cada 30 años, la vegetación nunca llegará a su fase clímax. Si se realiza un plan amplio de reforestación, es necesario estudiar bien el problema y hacer un plan de prevención de incendios para todos los municipios y de apagar los incendios rápida y efectivamente.

En general, los municipios no están bien equipados para esta tarea y urge acción seria en este respecto. Serán necesarias la instalación de puestos de observación altos, durante las estaciones secas, que en conjunto dominan todas las áreas boscosas y de rastrojo, y un sistema de comunicación inmediata. Además, depósitos de instrumentos para apagar, en sitios estratégicos, y un sistema de movilización inmediata de bomberos y voluntarios bien entrenados.

El plan para cada municipio tendrá que ser elaborado por especialistas.

LA FLORA Y LA DIVERSIDAD VEGETAL

La diversidad de especies vegetales (fanerogamas) en los bosques Andinos de la Cuenca Alta del río Bogotá es relativamente alta. En el Bosque Andino bajo encontramos unas 50-70 especies por un área de 400 m^2 , 40 en el bosque de la planicie, en el Bosque Andino alto unos 40-60, y en el Matorral o Bosque bajo de tipo (semi-) xerofítico unos 40. En el borde húmedo del límite occidental y sur-occidental de la cuenca, pueden haber hasta 70 y 90 especies por área mínima en el Bosque Andino. En el Bosque alto-andino 3.400-3.500 m de palo

colorado (*Polylepis)* encontramos unas 40 especies y en el de Rodamonte (*Escallonia)* unas 25 especies por un área de 500 m². En el páramo zonal pueden ser encontradas unas 25-30(-50) especies por área de unos 50-100 m² , según la comunidad. En total deben haber centenares de especies de plantas fanerogamas en el área.

RECOMENDACIONES

- La conservación de esta gran diversidad florística depende principalmente de la conservación de los diferentes tipos de vegetación en su estado original, y por consiguiente de la creación de reservas naturales y áreas protegidas y de regeneración de tipos de vegetación en vía de desaparición.

LA FAUNA Y LA DIVERSIDAD ANIMAL

Como mencionamos anteriormente, la fauna está muy ligada a la vegetación, a los ecosistemas, y también al paisaje. En cuanto a fauna del suelo hay una enorme diversidad, ligada al tipo de ecosistemas. También hay gran cantidad de especies de insectos, en parte ligada a especies de plantas o tipo de vegetación.

En cuanto a pájaros, el área es también relativamente rica en especies, y es notoria que en parte se adaptan a aprovechar los recursos ofrecidos por cultivos o plantas cultivadas (como los Clarineros que comen peras y Colibríes que visitan el Abutilón de los jardines, Garzas en potreros con vacas). Se puede fomentar mucho la población de pájaros en la parte plana de la Sabana con la plantación de cercas vivas y de pequeños bosques de especies nativas, con una agricultura orgánica diversa, con arboles frutales y flores melíferas. Un caso especial son los pájaros acuáticos, o los que buscan su alimento en pantanos; están íntimamente relacionados con lagunas y humedales, y dependen de la conservación de ellas.

Los Reptiles (lagartijas, culebritas) y anfibios (ranas y sapos) se benefician en general tanto con agua, con pantanos no contaminados, o con un paisaje rústico con mucha diversidad. Para muchos de ellos también son importantes las cercas vivas, y ayudan junto con los pájaros a mantener la población de insectos y babosas a un nivel que no causa plaga.

El caso de muchos otros animales es similar, y no lo trataremos aquí en mayor detalle: para casi todos es favorable la conservación y restauración de vegetación natural, una agricultura órgánica-biológica y cercas vivas y pequeños bosques en la parte plana. Y para los acuáticos o de pantano, agua no contaminada, siendo un caso especial el pez capitán, que antes abundaba en el río Bogotá y sus afluentes.

Hablaremos algo más de un grupo de animales, los mamíferos, que son más representativos para la gente, y que han sufrido bastante revés por la influencia del hombre y la destrucción de su hábitat y por ser muchas veces perseguida y diezmada o (casi) extinta por la cacería indiscriminada. Sabemos que por ejemplo los venados grandes (*Odocoileus virginianus)* abundaban en la Sabana en la época indígena; era además la carne más abundante de la dieta de la época Pre-cerámica y especialmente de la población de cazadores y recolectores Paleo-indios. Todavía en la primera mitad del siglo se observaba de vez en cuando un venado en la Sabana, pero hoy en día han desaparecido. Lo mismo ha sucedido con muchas otras especies, que casi solamente existen en zonas de reserva de bosques o páramos, y que han desaparecido de las zonas bajo considerable influencia humana. Se puede mencionar el Venado soche (*Mazama sp.)*, el Armadillo (*Dasypus novemcinctus)*, el Mapuro (*Conepatus)*, Perro de Monte (*Potos flavus)*, la Taira (*Taira barbara)*, el Guache (*Nasua o Nasuella sp.)*, el Guatín (*Dasyprocta sp.)*, el Borugo (*Stictomys taczanowski)*, el Curi (*Cavia porcellus)*, la Fara (*Didelphis albiventris)*, y el Conejo (*Sylvilagus brasiliensis)*, el Oso (*Tremarctos ornatus)*, y el Puma (*Felix concolor)*.

RECOMENDACIONES

- Para que la fauna regrese nuevamente y se vuelva más abundante, se debe extender y proteger las áreas de vegetación natural: bosques, páramos, pantanos, y prohibir o limitar seriamente la cacería en toda el área.

CONSERVACION Y RESERVAS NATURALES

La superficie todavía cubierta de bosques naturales bien desarrollados en la región, es muy pequeña y totalmente insuficiente desde los puntos de vista mencionados anteriormente. Todavía

continúa la tumba de bosques para hacer cultivos, tala para hacer carbón vegetal, las quemas y el ascenso de cultivos en los páramos, la cacería de los pocos ejemplares de la fauna de mamíferos, que terminará con la extinción de ellos en toda el área. Si no se toman medidas drásticas pronto, la Sabana de Bogotá perderá sus últimos reductos de vegetación y fauna, y se extenderá aún más el proceso general de erosión de suelos en curso. Es entonces la hora cero para comenzar a reversar el proceso.

Para eso es indispensable conservar todo lo que existe todavía en vegetación natural, incluyendo los humedales, los bosques primarios, los de desarrollo secundario y los páramos. También es indispensable aumentar la superficie de bosques nativos en los cerros, que debía ser casi continuo arriba de los 2.800 m, y fajas verticales y manchas entre 2.800 y 2.600 m. También se debería prohibir el mal manejo de ecosistemas frágiles (como actividades de ganadería en la zona de matorral xerofítico).

Será indispensable declarar Reserva o Parque Natural, o áreas de manejo especial, grandes áreas de los cerros y páramos y de la ronda de los ríos. Se necesitará para este fin, ante todo un mapa basado en fotografías aéreas recientes, con los bosques existentes (primarios y secundarios) y páramos interferidos y con poca interferencia. Al mismo tiempo será necesario buscar y desarrollar la base legal para poder efectuar el manejo especial que necesita el área.

Puntos de partida pueden ser la legislación existente, especialmente la ley 99 de 1.993, las disposiciones del Ministerio del Medio Ambiente, y la nueva constitución que limita en principio el uso de la propiedad privada, declarando que tiene una función social y medio ambiental. Así de debe crear las posibilidades para poder impedir la urbanización de zonas arriba de los 2.800 m, de definir el uso obligatorio de la tierra (forestal, agricultura, producción de agua etc), impidiendo la urbanización silenciosa etc.

Eso quiere decir que la Sabana de Bogotá - Cuenca alta del Río Bogotá, necesita probablemente un estatuto especial con estado de ley.

RECOMENDACIONES

- Desarrollo, fomento y legislación de un estatuto o reglamentación especial de la Sabana, obligatorio para todos los niveles de gobierno y población, que permite realizar las recomendaciones al respecto de la conservación y uso de la tierra, del plan ambiental.

- Crear un parque natural de la Sabana que incluirá todas las áreas indicadas para fines de conservación, a nivel Nacional, Departamental, Provincial, Municipal y particular.

ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL

Para planear bien y lograr en el próximo futuro una situación ambiental y de medio natural satisfactoria, es necesario desarrollar un plan (y mapa) de Estructura Ecológica Principal (EEP). En este plan se establece la futura red de reservas naturales de páramos y bosques y zonas de manejo especial y conexiones entre ellas como corredores biológicos, y también indicando las zonas de agricultura y ganadería, de tal forma que su influencia negativa sobre el medio ambiente y el medio natural sea mínimo. Este plan indica las áreas de futura reforestación y las que deben ser declaradas reservas naturales o declaradas de manejo especial. Este EEP debe ser parte del plan ambiental (respectivamente plan territorial y ambiental) y ejecución obligatoria a mediano plazo para todas las entidades oficiales y particulares.

El EEP se puede elaborar en base de los mapas de vegetación (ecosistemas) potencial, de bosques primarios y secundarios y páramos, de paisajes y de uso actual de la tierra, y del mapa geológico del Neogemo y Cuaternario.

RECOMENDACIONES

- Elaboración de la Estructura Ecológica Principal como parte del plan ambiental de la Sabana de Bogotá (ver cap.8).

5

EL AGUA SUBTERRANEA, EL BALANCE DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE.

INTRODUCCION

Sobre el agua subterránea de la Sabana de Bogotá se han escrito muchos informes siendo uno de los más completos y recientes es el de Ingeominas-CAR. Un resumen fue publicado en 1993 : E. Robles Burbano & A. Alvarez Osejo : "Hidrología de la Sabana de Bogotá", IV Simposio Colombiano de Hidrología, Memorias, p. 1-29. En la bibliografía de este resumen se mencionan los principales informes de Ingeominas que forman parte de este gran trabajo. En las mismas Memorias, se publicó el trabajo de Reyes "La tectónica y su influencia en la recarga de los acuíferos profundos de la Sabana de Bogotá ("Memorias, p 31-42), con perfiles y mapas que ofrecen una visión global de la posición y dirección de recarga de los acuíferos del Cretáceo (grupo Guadalupe). Más adelante volveremos a estos estudios importantes. Aquí trataremos primero el agua subterránea globalmente, en relación con todo el sistema hídrico de la cuenca alta del río Bogotá, para finalmente poder llegar a conclusiones acerca de la cantidad de agua disponible para uso y la forma de obtenerla, como también sobre medidas de conservación y recuperación de las aguas. Para esta finalidad hicimos también uso de un estudio reciente del IDEAM que ofrece datos cuantitativos de precipitación para 84 estaciones, evapotranspiración y balances hídricos para unas 23 estaciones meteorológicas en el área (F.A. Claro Rizo, 1995. Estudio agroclimático de la cuenca alta del río Bogotá y del río Ubaté-Suárez ; IDEAM).

UN BALANCE GLOBAL

La cuenca del alto río Bogotá - Sabana de Bogotá es una cuenca hidrográfica cerrada, cuya agua superficial corriente sale por sólo un punto, arriba del Tequendama y cuya agua subterránea en vista de las estructuras geológicas parece no tener mayor escape hacia afuera del área. (Podría haber alguna pérdida por fuentes en los bordes exteriores, como hacia el Magdalena, pero por otro lado podrían haber también algunas entradas subterráneas desde afuera, y de todos modos lo consideramos como un factor muy pequeño que no se tomará en cuenta para los cálculos).

La entrada de agua en la cuenca proviene la precipitación, que varía según la región o según el año entre aproximadamente 400 y 2000 mm al año. El total del área tiene una superficie de unos 425.000 ha, que muy globalmente se puede dividir en una zona de clima semiárido de 75.000 ha con precipitación anual menor de 800 mm, una zona de clima semiseco de unos 170.000 ha con precipitación entre 800 y 900 mm, una zona semihúmeda de 115.000 ha y 900-1000 mm de precipitación y una zona ligeramente húmeda de a 65.000 ha y más de 1000 mm de precipitación anual. Con base en esos datos se podría estimar el promedio de precipitación anual total en el área en unos 3500 millones de metros cúbicos . Si tomamos los datos como los de 50% de probabilidad de los balances hídricos, se estimará en unos 3050 Mm3 anual. La mayor parte de este volumen desaparece por evapotranspiración - evaporación y sólo queda lo que se menciona como "escorrentía" en los balances hídricos, lo que estaría disponible para infiltración y corrientes superficiales.

Utilizando los mismos datos de las zonas climáticas mencionadas, y el promedio de los datos de escorrentía de los balances hídricos de cada zona (resp. 0 mm (con promedio de 7 estaciones), 15 mm (promedio de 10 estaciones), 100 mm (promedio de 4 estaciones) y 270 mm (dato de una estación)), podemos calcular un total de 316 Mm3/año.

De este volumen desaparecería todavía una parte por evaporación por encima de la evapotranspiración total calculada, por una superficie de lagunas de 7.750 ha y por riego de unos 30.000 ha. El primero lo podemos estimar en 430 mm/año y el segundo muy provisionalmente en 330 mm/año (todos los valores representando la diferencia positiva

con el valor de evapotranspiración ya calculado para las áreas correspondientes). En total correspondería a la desaparición adicional de respectivamente unos 33 y 99 Mm3/año, para un total de 132 Mm3/año. Eso dejaría como agua liquida un volumen de 316-132=184 Mm3/año. Si quitamos 316 - 132 = 184 de ese valor los 81 Mm3/año descarga del río, quedaría 103 Mm3/año para recarga de agua subterránea. En vista de la inseguridad de algunos factores utilizados, se puede aceptar un valor de aproximadamente 100 Mm3/año, quizá con un posible error de más o menos 30 Mm3/año.

El balance global total anual de agua en nuestra área sería entonces
Precipitación = (evapotranspiración+extraevaporación)
+(netoinfiltración+descarga río) 3040 Mm3 = (2730 + 130) + (100 + 80) Mm3
Un total entonces de 180 Mm3/año de agua liquida, 80 de descarga del río y 100 de recarga de acuíferos .

Hay que anotar el gran volumen de precipitación que desaparece del sistema por evapotranspiración-evaporación (2860 Mm3/año) ; volveremos sobre este punto más adelante, como también sobre la relación entre agua infiltrada y descarga del río.

EL ESTUDIO INGEOMINAS - CAR Y DATOS ADICIONALES SOBRE EL CUATERNARIO

En vista de la complejidad geológica de la Sabana de Bogotá - Cuenca alta del río Bogotá, resultando en situaciones locales de relativo aislamiento de los acuíferos y sus zonas de recarga, se estudiaron nueve regiones o cuencas por separado : la Cuenca del río Chicú, del río Subachoque, de los ríos Bojacá y Balsillas, el sector Tibitó-Salto del Tequendama - Oriente Bogotano, Cuenca de los ríos Muña, Soacha y Tunjuelito, del río Teusaca, de los ríos Frío, Tibitó y Negro, sector Sisga-Tibitó Embalse Tominé y Cuenca de los Ríos Alto Bogotá y Sisga. Para cada Cuenca se realizaron cálculos por separado para los acuíferos de los depósitos Cuaternarios, la Formación Tilatá, las Formaciones Labor, Tierna y Arenisca Dura (grupo Guadalupe) y otros como del Guaduas, Cacho, etc., calculando área recargada, recarga, descarga, "superávit" y "déficit". En los resultados es notorio que hay un "déficit" para el Cuaternario en 5 de las 9 Cuencas, para el grupo Guadalupe o parte de él en 4 Cuencas, y para la formación Tilatá en 2 Cuencas.

Se inventariaron más de 5.000 puntos de agua (c. 3670 pozos), con una descarga total de c.42,3 Mm3/año. La recarga total a todos los acuíferos se calculó en 92 Mm3/año. Este último valor es muy cercano al calculado globalmente para toda la cuenca y mencionado en el subcapítulo anterior (100 Mm3/año), lo que da mucha confianza que podemos contar que este valor está aproximadamente correcto.

Se calcularon las reservas por efecto elástico de los principales acuíferos en aproximadamente 446 Mm3 (y las reservas seculares, pasivas o multianuales son de unos 8990 Mm3). Es importante observar que esa cantidad de agua, si se explotara no sería compensada por recarga y por consiguiente no sería una explotación sostenible, mientras los efectos medio-ambientales serían graves (véase adelante).

La mayor parte de los pozos explotan los acuíferos del Cuaternario y, como vimos, en varias partes ya están sobreexplotados. Sabemos que el nivel del agua se ha bajado considerablemente en estas partes de donde se dispone de datos de monitoreo (existen datos de descenso de hasta 20 o 40 m en los últimos 20 años).

Los resultados de la investigación Ingeominas-CAR muestran claramente dónde y en cuáles acuíferos hay déficit y dónde y en cuáles acuíferos hay superávit, ambos cuantificados. Estos datos son de importancia para poder decidir sobre la ejecución-explotación de nuevos pozos y en general para diseñar y ejecutar una política al respecto (para cada cuenca y cada acuífero la necesidad de reducir la extracción o la posibilidad de aumetarla).

Hay dos aspectos que no se tomaron en cuenta en este importante gran estudio. En primer lugar se tomó el Cuaternario como una unidad, diferenciando sólo algunos aspectos de superficie ("terraza alta", "depósitos aluviales") y no consideraron ciertos efectos medio-ambientales de la explotación subterránea del agua en la superficie.

En cuanto al primer punto es importante tomar en cuenta la estratigrafía del Cuaternario, como expuesto en las publicaciones al respecto (véanse entre otras : T. van der Hammen, J.H. Werner& H. van Dommelen, 1973. Palynological recordof the upheaval of the Northern Andes : a study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Eastern Cordillera. Review Palaeobotany and Palynology 16 :1-122.

1995. El Cuaternario de Colombia 2 ; y T. van der Hammen (editor), 1995. El Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis Geográficos 24, IGAC, y los mapas geológicos y la bibliografía en esta última publicación).

Se puede dividir el Cuaternario de la Sabana en dos unidades estratigráficas principales : una inferior, la Formación Subachoque que se depositó entre 2.5 y 1.0 millón de años antes del presente, y la Formación Sabana, que se depositó durante el último millón de años de la historia geológica. La Formación Subachoque se encuentra en la superficie en algunos valles laterales de la Sabana (como el de Subachoque y el de Guasca), y se va profundizando hacia el Centro de la Sabana donde se encuentra entre aproximadamente 260 m y 465 m de profundidad.

La Formación Subachoque contiene abundantes capas de arena (potenciales acuíferos), en toda el área de la Sabana. La formación Sabana tiene intercalaciones de gravilla y arenas que se extienden en los valles y zonas laterales, pero que desaparecen hacia la parte central de la Sabana, donde dominan completamente las arcillas y limos. Los acuíferos de la formación Sabana parecen entonces ser de carácter más local, mientras los de la formación Subachoque parecen ser de carácter más regional. Faltaría entonces un estudio hidrogeológico por separado de estos dos grupos de acuíferos. Datos iniciales de estudios en progreso de la Cuenca del Río Chicú (Alberto García, en prep.) parecen indicar la importancia de considerar estas dos unidades y sus zonas de recarga por separado. En esta zona parece que se está disminuyendo considerablemente el agua de los acuíferos de la formación Sabana, mientras se comienzan a explotar más los más profundos, los de la formación Subachoque.

Las zonas de recarga por infiltración de los acuíferos Cuaternarios se deben encontrar en las partes más altas (con sedimentos más arenosos y gravillosos en la superficie) de los valles y cuencas laterales, y en los abanicos fluviales y zonas más arenosas del piedemonte en toda el área, y además desde las areniscas del Terciario y especialmente del grupo Guadalupe, donde estas se encuentran en contacto con ellos.

De este último hecho se puede deducir que los acuíferos no son siempre independientes y que la recarga de agua del Cuaternario

puede provenir en parte de las areniscas-acuíferos del Guadalupe (y del Terciario), y de fuentes y quebradas que nacen del "desborde" de aguas en las zonas de areniscas en los Páramos y que luego pueden infiltrar a los sedimentos gravillosos y arenosos de los valles laterales altos.

En cuanto al segundo aspecto, los efectos de la explotación de aguas subterráneas sobre el medio-ambiente, se trata en primer lugar del descenso del nivel freático con todas sus consecuencias. Este aspecto lo discutiremos más adelante.

LA COBERTURA VEGETAL, LA INFILTRACION Y LA ESCORRENTIA

En el estudio agroclimático de la Cuenca alta del Río Bogotá del IDEAM mencionada anteriormente, se tomó como capacidad de almacenamiento de agua del subsuelo un valor medio de 100 mm, una de las bases para calcular la "escorrentía" en los balances hídricos. En la represa Neusa, a 3.100 m de altitud y con 1000 mm de precipitación, la escorrentía fue calculada en 106 mm. En Venado de Oro a 2.725 m de altitud y 1090 mm de lluvia, la escorrentía se calculó en 267 mm.

La capacidad de almacenamiento en el suelo de un bosque andino nativo es mucho mayor que la de un suelo en uso agrícola o de una plantación de pinos o eucaliptos y fue calculado para la zona de Neusa en un 23.4 % de la precipitación total , que serían unos 234 mm. Eso se asocia además a una alta humedad relativa en el interior del bosque, y temperaturas relativamente bajas, resultando en una evaporación relativamente baja. Todo esto resulta en una mayor economía hídrica y una mayor cantidad de agua para infiltración y la función de "esponja" de vegetación y suelo procure una mejor repartición de la humedad del suelo por el año, y una más continua infiltración del agua desde el suelo al subsuelo o directa o indirectamente a las fuentes y quebradas. No disponemos de medidas comparativas de la diferencia de infiltración entre bosque andino nativo y suelos agrícolas, pero bien podría ser el doble.

Como discutimos en una sección anterior, el agua disponible para escorrentía-infiltración es prácticamente nulo en la mayor parte de la zona plana de la Sabana. Con la altitud en los cerros sube rápidamente ese valor (zonas climáticas semihúmeda y ligeramente húmeda), por donde se llega a producir aproximadamente el 90% del

agua de escorrentía e infiltración. En vista de la gran economía hídrica del bosque andino nativo en comparación a campos de uso agrícola y a plantaciones de Pinos y Eucaliptos y otros árboles exóticos, salta a la vista la gran importancia de la conservación y recreación/ regeneración del bosque nativo de los cerros, incrementando esa importancia con la altitud, hasta su límite altitudinal. A eso hay que añadir la conservación de la vegetación nativa del páramo, y su protección de uso excesivo para la agricultura y la ganadería y las quemas ; todas estas actividades llevan a la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos y a una mayor evaporación (menor economía hídrica).

EL NIVEL FREATICO EN LOS CERROS, Y LAS FUENTES Y QUEBRADAS

En circunstancias naturales (con bosques nativos y sin explotación de agua subterránea) los acuíferos que afloran en los cerros se podían llenar de agua manteniendo un nivel freático alto hasta por encima del nivel de fuentes y cabeceras de quebradas. Por estas fuentes se desbordaban los acuíferos, saliendo todo el exceso de agua por el sistema fluvial de quebradas y ríos. Existían muchas quebradas, fuentes y manantiales, desde este alto nivel freático hasta el piedemonte, creando sin duda una gran diversidad de medios húmedos.

En la parte más alta de los cerros, encima del nivel freático principal, existía un nivel freático suspendido directamente relacionado con el suelo (y la vegetación), y desde donde también podía infiltrarse el agua hacia abajo, hacia el agua del nivel freático principal. En estas circunstancias y con una precipitación anual igual que hoy día, debía haber por lo menos la misma cantidad de agua liquida como hoy día en el sistema, 316 Mm^3, menos una cierta cantidad de evaporación extra por la existencia de lagunas y pantanos, pero más una cantidad considerable por la menor evaporación por la presencia de bosques en los cerros y en la parte plana de la Sabana. Eso quiere decir que en circunstancias naturales la descarga del Río Bogotá podría haber sido hasta tres veces mayor que en la actualidad.

Hoy en día muchas quebradas (tal vez hasta 80%) se secaron por completo, o se volvieron estacionales y las fuentes y manantiales del piedemonte desaparecieron casi todos. La causa es el descenso dramático del nivel freático principal en las rocas de los acuíferos, que afloran en los cerros, cuya causa principal no puede ser otra que la

explotación de aguas subterráneas (ver figs. 1 y 2). También si no se explota sino la cantidad que en principio se puede reemplazar por recarga, este nivel se puede bajar por el retardo en los movimientos de agua por el acuífero. A esto se añade que por la deforestación el nivel freático suspendido se disminuye fuertemente y se puede volver estacional o desaparecer, disminuyéndose fuertemente la infiltración de agua hacia el nivel freático principal.

La conclusión de todo esto es evidente : la cantidad de agua liquida disponible por las lluvias menos la evapotranspiración y la evaporación en el sistema de la cuenca alta del Río Bogotá se desbordaba de los afloramientos en los acuíferos en los cerros y piedemontes (y de los páramos), que se encontraban llenos, por fuentes y quebradas y se encontraba por completo en el sistema fluvial superficial. Al explotar el agua subterránea, el nivel freático desciende, cada vez menos agua sale superficialmente por los ríos : lo que sacamos en los pozos de agua ya no sale por los ríos.

CONCLUSIONES

Según distintos cálculos, habría una disponibilidad de unos 90-100 millones m3/año de agua para recarga de acuíferos y una descarga del río Bogotá de 80 Mm3. El promedio anual de precipitación es en el orden de 3.500 Mm3 y el valor de 50% de probabilidad es de aproximadamente 3.000 Mm3. De esta cantidad globalmente el 90% desaparece por evapotranspiración-evaporación. Todas esas cifras son muy globales y aproximadas y pueden tener un margen de error relativamente grande por la falta de conocimientos precisos de ciertos factores de evaporación - evapotranspiración y rata de infiltración. Así, el valor de 90-100 millones m3/año de recarga podría tener un posible error de, por ejemplo, más o menos 20 Mm3.

En 1993 se estima con base en datos de más de 5.000 puntos de agua, una descarga total de todos los acuíferos de aproximadamente 42 Mm3/año. En vista que existían más puntos de agua no registrados, y que el número de pozos y la descarga debe haber aumentado considerablemente en los últimos años entre otros para industrias, cultivos de flores y riegos, este valor podría ser ya el doble y con eso al límite del valor de recarga de los acuíferos, o podría haber pasado ya ese límite.

Vimos que las condiciones de descarga y recarga son diferentes para las 9 subcuencas diferenciadas, según las condiciones geológicas, las zonas de recarga y los acuíferos explotados. Existe ya la tendencia de sobre-explotación (no sostenible) de los acuíferos Cuaternarios en más de la mitad de ellos, y en algunos los del grupo Guadalupe.

Vimos también que, considerando toda la cuenca alta del Río Bogotá, deben haber frecuentes conexiones entre acuíferos Cuaternarios y las rocas más antiguas, y que ya está cerca el punto de descarga ≥ recarga, es decir ya estamos cerca o sobrepasamos el límite de la sostenibilidad. En cuanto a las reservas por efecto elástico de los principales acuíferos, calculado en unos 446 Mm3, no se debían explotar, ya que no se recargan (explotación insostenible), se acabaría en un número de años y podría tener efectos muy graves sobre el medio ambiente causando un desecamiento muy extenso y probablemente hundimientos considerables del suelo. Por consiguiente, no se debe pensar en explotación intensiva de por ejemplo, los acuíferos del grupo Guadalupe en el fondo de la Sabana, para poder satisfacer parcialmente las futuras necesidades de agua de la población.

Vimos, que la extracción de agua subterránea de los acuíferos, debe ser una de las causas principales del descenso del nivel freático principal en los cerros, lo que condujo a la desaparición de buena parte de las fuentes y quebradas en el área y en general a una disminución considerable del agua superficial del sistema del río Bogotá y afluentes. Otra causa importante es sin duda la deforestación, hoy día casi total, de los cerros, que lleva a la pérdida general de almacenamiento de agua en el suelo, la pérdida de un amplio nivel freático suspendido y a la disminución de infiltración desde ese nivel hacia el nivel freático principal.

Lo que se puede decir en general, es que al sacar agua del subsuelo, la quitamos del sistema fluvial y con la deforestación disminuimos la recarga de acuíferos y el flujo superficial del agua.

El efecto de los dos hechos sobre el medio ambiente es grave, ya que lleva al desecamiento general del medio ambiente y la desaparición de fuentes y quebradas, especialmente en los cerros y piedemontes.

La primera conclusión es que si continuamos extrayendo cada vez más agua del subsuelo, se secarán las fuentes y quebradas que aun quedan en los cerros, y si queremos restaurar el medio ambiente, que vuelva el agua de fuentes y quebradas hoy día secas, había que disminuir gradualmente la extracción del agua subterránea y reforestar-regenerar bosque nativo, por lo menos en la zona de mayor infiltración, la parte de los cerros entre aproximadamente 2.750 m y el límite altitudinal del bosque (aproximadamente 3.300 m).

En la práctica del uso del agua eso quiere decir que se debería reemplazar (parcialmente) el uso de agua subterránea por el uso de agua superficial. Eso implicaría que habrá que resolver el problema de la contaminación de las aguas superficiales, lo que en principio es posible y necesario.

Otra conclusión es (ya que sólo una pequeña parte de la enorme cantidad de agua que entra por precipitación, queda como líquido en el área), la posibilidad de utilizar una parte del agua lluvia antes de que desaparezca en evaporación-evapotranspiración sin que eso influiría sensiblemente el balance del agua (regresa al sistema después del uso).

En las ciudades, el uso anual por persona es en el orden de 100 m3 (en el campo es menor), lo que se podrá recoger según la precipitación en un área entre aproximadamente 100 y 140 m2, (es decir en un área de techo de entre 10 x 10 y 10 x 15 m. Con un buen sistema de recogimiento y almacenamiento, bien se podría así proveer en sitios adecuados parte importante del agua doméstica (por ejemplo para inodoro y ducha), que después de cierto tratamiento podría usarse para riego.

Para la restauración ambiental de la Sabana de Bogotá y sus cerros es entonces recomendable la reforestación en las áreas principales de infiltración, el reemplazo gradual del uso de agua subterránea por agua superficial de quebradas y ríos (y resolver el problema de la contaminación), y pasar en gran escala a recoger y utilizar agua lluvia.

RECOMENDACIONES

Pare cuantificar más en detalle la relación de agua superficial y explotación de agua subterránea, se se recomienda los siguientes estudios :

- Establecer y monitorear una línea o red de pozos que cubre cerros y planicie, para poder establecer con más precisión la relación de agua superficial y subterránea .

- Realizar estudios comparativos de evaporación, transpiración, almacenamiento e infiltración de agua y la dinámica del nivel freatico en bosques nativos, plantaciones de eucaliptos, pinos y acacias, potreros y cultivos limpios, para poder cuantificar su influencia sobre la recarga de acuíferos y el nivel freátco.

- Realizar estudios y cálculos sobre la posibilidad de inyección de agua superficial o de lluvias en los acuiferos explotados. No obstante, una primera evaluación de esta posibilidad no parece ser positiva en cuanto a esta posibilidad, en cuanto a posible volumen disponible, y en cuanto al peligro de contaminación del agua subterránea.

Mientras tanto para la restauración del medio ambiente y de la restauración y protección de suelos, vegetación, flora y fauna en la Sabana de Bogotá - Cuenca Alta del Río Bogotá, se recomienda

- No aumentar, y mas bien gradualmente reducir, la explotación y el uso de agua subterránea.

- Reforestar la parte alta de los cerros (especialmente arriba de los 2.750 m), las quebradas y las rondas de los ríos.

- Aumentar el uso de agua superficial (que tiene que ser no contaminada o descontaminada).

- Recoger, almacenar y usar en gran escala agua lluvia (requiere aplicación y desarrollo de tecnología adaptada y propagación-instrucción).

- Purificación y reutilización de agua utilizada (reciclaje).

6

EL USO DE LA TIERRA, EL PAISAJE Y SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE

EL PAISAJE

Parte de la fascinación paisaje de la Sabana de Bogotá es el contraste entre cerros o montañas y la parte plana. Pero dentro del área de la Cuenca alta del Río Bogotá existen también otras diferencias considerables, que permite reconocer y diferenciar varios tipos de paisajes. Estos paisajes son el resultado por un lado de la estructura y los suelos dados por la historia geológica, por la vegetación y el medio natural y por la acción histórica y reciente del hombre. El paisaje actual tiene también mucho que ver con el uso de la tierra. En la parte plana de la Sabana se puede diferenciar el paisaje amplio y abierto de las grandes haciendas con principalmente ganadería (latifundios) y el paisaje más cerrado de pequeños lotes, casas, y cercas vivas (o algunos árboles y arbustos)y huertas o agricultura en pequeña escala (minifundios). En la montaña se encuentran en las partes más altas el paisaje del páramo y en la parte baja el paisaje de los cerros con amplia vista sobre la parte plana. Un carácter especial tiene el paisaje de las zonas secas con zanjas de erosión, y el paisaje de los valles laterales como el de Subachoque, o el de Chocontá, donde hay zonas planas y onduladas, arriba de 2.600 metros. Un estudio detallado ayudaría a diferenciar y caracterizar mejor los distintos tipos de paisaje. En cuanto a su conservación o restauración, cuentan la importancia histórica y la apreciación humana. Durante los últimos decenios muchos paisajes han sufrido

cambios importantes, que tienen que ver con cambios en el uso de la tierra.

Un aspecto actual muy importante es la fragmentación de predios y urbanización silenciosa o oficial del campo, por repartición de herencias, presión demográfica búsqueda de vivienda fuera de la ciudad, combinado y relacionado con el incremento del precio de la tierra. Otro aspecto importante es la extensión de los cultivos de flores y la creación de centros industriales en los municipios alrededor de Bogotá.

En principio, los paisajes siempre cambian en el tiempo ya que el uso de la tierra cambia necesariamente, como también las viviendas. No obstante, todos estos cambios tienen mucho que ver con el medio ambiente, y la influyen con frecuencia de marea negativa. La extensión de las zonas urbanas, la urbanización oficial y silenciosa del campo y la industrialización tienen mayor impacto, pero también los cultivos de flores, las formas de la agricultura y ganadería, así como la siembra generalizada de especies foráneas como pinos, eucaliptos, acacias etc.

Si no se quieren perder del todo los paisajes típicos y si queremos salvar el medio ambiente, la vida sana del hombre y cumplir la ley (Artículo 61de la Ley 99 de 1993; ver capítulo 1), se tendrá que definir, zonificar y reglamentar el uso de la tierra en forma rigurosa y hacerla cumplir. En relación a esto será necesario buscar la forma de evitar y eliminar los "micos "en la legislación y reglamentación, y donde sea necesario fomentar los cambios correspondientes. Para este fin es importante llevar a cabo un estudio y análisis critico de la situación legal.

Aquí discutiremos a continuación aspectos del uso de la tierra y cambios del paisaje que son de importancia para el Plan Ambiental de la Sabana.

MINIFUNDIO Y LATIFUNDIO (GRANJAS Y HACIENDAS)

El paisaje de minifundio (o de granjas) es de escala pequeña. Se asocia frecuentemente con (restos de) cercas vivas, árboles nativos y exóticos, huertos algunos frutales y pequeños cultivos de maíz,

papa, etc. Es un paisaje rústico de diversidad vegetal relativamente grande, lo que significa también diversidad de fauna.

Este paisaje corre peligro en varios aspectos. El uso de pesticidas disminuye la biodiversidad, y su uso indiscriminado pone en peligro la salud de niños y adultos; aumenta la basura y aveces la contaminación acústica; hay un fraccionamiento progresivo de predios por herencias; y, especialmente en los municipios alrededor de Bogotá, hay una tendencia hacía las viviendas de personas que trabajan en otra parte, lo que implica frecuentemente más jardín y menos huertas.

Junto con el fraccionamiento puede presentarse una especie de tugurización del campo con inquilinatos, aguas grises superficiales y otros fenómenos asociados. Si este proceso continua y no se encuentran soluciones, podría llevar a situaciones muy indeseables desde el punto de vista social y medio ambiental. Reglamentación aplicable y control son sin duda una necesidad, pero también hay que encontrar soluciones a nivel social.

El paisaje de latifundios (haciendas) es de escala grande. Dominan los potreros, hay pocos restos de cercas vivas y dominan cercas de alambre de púa. A veces hay hileras de eucaliptos y pinos. Incluye grandes partes de los valles de los ríos y de la superficie plana de la Sabana. Puede haber algo de producción agrícola (frecuentemente para la misma ganadería). Son en general suelos aptos para fines agrícolas. Este paisaje tiene su encanto, y es parte de la característica actual de la Sabana, pero la biodiversidad es baja y solo algo mayor en el valle de los ríos, con flora y fauna asociados a las zanjas y humedales, pero el estiércol y abonos químicos los hacen tender a una eutrofización excesiva.

En las cercanías de Bogotá hay presión sobre este paisaje hacía un cambio del uso de la tierra: urbanización, universidades, clubes campestres y campos de golf.

Recomendaciones en cuanto al paisaje minifundios (de granjas)

- Reglamentación de tamaño mínimo de lotes y áreas máximas de construcción.

- Propagación de huertas caseras y cultivos con base en la agricultura sostenible (orgánica - biológica; ver adelante)

- Reconstrucción de cercas vivas.

- Programa social de vivienda social donde sea el caso.

Recomendaciones en cuanto al paisaje de latifundios (haciendas)

- Propagación de cercas vivas y pequeños bosquesitos (por ejemplo de Alisos, y localmente de otras especies para producción de madera para postes.

- Propagación de sistemas silvo - pastoriles especialmente en las zonas de los valles inundables de los ríos, con pastos y alisos, u otras especies nativas.

- Forestar la ronda de los ríos con bosques de alisos y especies asociadas, Sauces en la orilla.

- Hacer ensayos de sistemas de cultivos de zanjas y caballones en la parte inundable (ver adelante).

Esas medidas aumentarían considerablemente la biodiversidad y mejorarían considerablemente las condiciones ambientales.

AGRICULTURA, GANADERIA, FLORICULTURA Y LA SOSTENIBILIDAD

En este siglo se desarrolló una agricultura de alta producción con base en abonos químicos y plagicidas (fungicidas, insecticidas,). Esto ha conducido a una producción mayor y más segura, pero también a la contaminación de aguas y productos agrícolas y pecuarios, y a la contaminación y degradación de suelos. Existe una conciencia creciente de esta problemática y localmente se buscan ya soluciones en la agricultura orgánica biológica, en una agricultura sostenible.

La utilización de agroquímicos (pesticidas y abonos) tiene varios efectos negativos sobre el suelo. Por un lado se reduce la actividad variada de la fauna del suelo, que ayuda a una estructura favorable, y

por otro lado se va disminuyendo el contenido de humus en el suelo, cuya asociación con arcillas asegura la conservación de la fertilidad y la humedad. A esto se asocia el hecho de que ciertos contaminantes se pueden acumular en el suelo, un peligro que parece existir especialmente en el caso de los suelos andisolicos, tan frecuentes en la Sabana. No hay duda que el uso de agroquimicos, especialmente en las zonas de producción o infiltración de aguas (páramos, cerros, piedemontes), pueden llegar a contaminar aguas superficiales y subterráneas. Si el agua contaminada de los ríos se utiliza para riego, la contaminación puede llegar a los productos agrícolas o por vía del pasto, a la leche y luego al hombre.

La floricultura actual también es problemática, ya que se utilizan grandes cantidades de agua subterránea (ver capitulo anterior), y la abundancia de agroquímicos utilizados puede contaminar el suelo y el agua superficial, y en zonas de posible infiltración (suelos arenosos) puede contaminar el agua subterránea.

El efecto negativo del uso de agroquímicos puede ser especialmente notorio en los cerros. Los suelos algo más arenosos pierden con facilidad la materia orgánica, disminuyendo la fertilidad y la capacidad de retención de agua. En estos casos la gente se queja que "se secó el suelo" y "ya no hay buenas cosechas"

Todos estos hechos nos obligan a una reflexión sobre como continuar y cuales serian las soluciones para esta problemática, y como llegar a una agricultura sostenible, sana y al mismo tiempo económicamente viable.

La agricultura orgánica - biológica ofrece sin duda soluciones para una agricultura sostenible y sana (véase anexo), ofreciendo alternativas no contaminantes para plaguicidas, y abonos orgánicos basados en estiércol y compostación de residuos orgánicos (utilizando entre otros lombricultura). El problema que se presenta todavía es que los productos resultan, por lo menos en parte, algo más caros por la mayor inversión de la mano de obra, aunque se reduce el costo de agroquimicos que puede representar una inversión considerable. No obstante ya se esta abriendo un mercado para los productos "biológicos" que se incrementará a medida que un mayor número de personas toma conciencia para utilizar productos "limpios" De todos modos la transición de agricultura "química" a

"orgánica" no se puede hacer de un momento a otro, sino tendrá que realizarse poco a poco, junto con la apertura progresiva del mercado, y comenzando con prácticas que no implican un aumento considerable del costo.

Por el momento lo importante es comenzar y propagar y si es posible, ciertos incentivos monetarios por parte del gobierno. Entre estos podría estar una o varias granjas experimentales en el área de la Sabana, donde se pueden desarrollar técnicas más eficientes, efectivas y más baratas, y que servirían de sitios de demostración y propagación. Además son las Umatas las que pueden trabajar directamente con los campesinos al respecto, como en parte ya lo están haciendo.

Un aspecto de considerable importancia en el área, donde hay frecuentemente un déficit considerable en el balance del agua, es la conservación del agua en el suelo. En zonas de clima semiseco donde se ha presentado una erosión considerable de los suelos, este aspecto es especialmente importante. Para conservar la humedad y, si es el caso, evitar la erosión, es importante mantener el suelo cubierto con vegetación, es decir con así llamadas malezas, y sembrar simplemente en pequeñas aberturas hechas en este tapete vivo protector.

Los suelos de la parte plana de la Sabana son en general muy buenos, y aptos para la agricultura. No obstante, por circunstancias relacionadas con la tenencia de la tierra, el riesgo y la apertura económica, la ganadería ha ido ocupando áreas cada vez mayores. Por otro lado, la pequeña agricultura se ha ido extendiendo en los cerros (y también la ganadería), conduciendo a una deforestación ya casi completa. Los más pobres han encontrado refugio en los cerros de las áreas más secas, donde ambos la agricultura y la ganadería son precarias, y llevan a una erosión y gradual perdida de terreno y suelos.

EL USO DE LA TIERRA ACTUAL Y EL RECOMENDABLE

De lo anterior es evidente que el uso actual de la tierra en nuestra región es lejos de ser ideal y desde un punto de vista medio ambiental y agrario debería cambiar, lo que será difícil sin intervención del Gobierno (o por decisión colectiva) y sin incentivos y perspectivas positivas para los campesinos. Todo esto lleva a la conclusión que la

Sabana de Bogotá - Cuenca alta del Río Bogotá, necesita una cierta reforma agraria que debía llegar a la reducción del área de ganadería, que se debía volver más intensiva (es decir producir lo mismo en un área más pequeña), y la extensión del área de agricultura en la parte plana y su reducción o desaparición en los cerros y zonas secas, que deberían ser de dedicación forestal nativa y de producción de agua. Eso vale también y especialmente para las zonas de páramo y subpáramo, donde debería desaparecer o reducirse fuertemente la agricultura y la ganadería, para su dedicación casi exclusiva a la producción de agua limpia. Todo esto solo se puede realizar después de un estudio socioeconómico del caso, y de un programa social (incluyendo subsidios) correspondiente.

En cuanto a los valles de los ríos en la parte plana, originalmente inundables, valdría la pena investigar una dedicación más adecuada. Hoy día es principalmente ganadera pero originalmente los Muiscas practicaban en estas áreas la agricultura con un sistema de zanjas y caballones, regulando el agua de inundación en las estaciones húmedas, y aprovechando la buena fertilidad de los aportes sedimentarios del río. Valdría la pena, una vez que esté limpia el agua de los ríos, comenzar una serie de ensayos para investigar la viabilidad de reconstrucción de este sistema. Por lo demás, valdría la pensa ensayar un sistema silvo-pastoril con pastos y alisos (u otras especies nativas adecuadas) que aportarán nitrógeno a los suelos y maderas a los propietarios, al lado de los productos de la ganadería.

Los cambios recomendables en el uso de la tierra se pueden definir entonces, muy generalmente, como producción de agua y protección de flora y fauna en los páramos; forestal-protector (nativos) y protección de aguas, flora y fauna en los cerros; disminución del área e intensificación la ganadería en la parte plana, y extensión del área de agricultura, que ambos se deben volver sostenibles en todos los aspectos. Producción de madera en plantaciones nativas y exóticas debería hacerse según la necesidad en sitios más o menos planos y propicios para este fin. Volvemos a todo esto cuando se trata la estructura ecológica principal en el capitulo 8.

RECOMENDACIONES

- Cambio progresivo de la agricultura química a una agricultura sostenible orgánica y biológica y apertura gradual del mercado de productos limpios.

- Utilización de sistemas silvo-pastoriles, por ejemplo en los valles de los ríos en la parte plana.

- Ensayos de sistemas agrícolas con zanjas y camellones en los mismos valles (agua limpia).

- Extensión de zonas forestales (bosques nativos) en los cerros especialmente arriba de los 2.750 mts, reduciendo la agricultura y la urbanización.

- Extensión de la agricultura en la parte plana de la Sabana, reducción del área de dedicación ganadera e intensificación de ella.

- Dedicación de páramos y subpáramos casi exclusivamente a la producción de agua (y conservación de flora y fauna, y recreo).

ZONAS URBANAS E INDUSTRIALES

Una parte relativamente grande de la tierra en la Sabana es zona urbana, de la cual Bogotá toma la mayor parte. Extensión de esta área en la Sabana quiere decir pérdida de tierras que son de las más fértiles del país. En el Sureste de Bogotá la ciudad invadió los cerros hasta una altitud cercana a los 3.000 mts, haciendo ya imposible en este sitio la dedicación más adecuada, la forestal. De Bogotá hacia el norte se ha visto un proceso de urbanización de los cerros, en parte con barrios subnormales, en parte con conjuntos campestres, también hasta altitudes que se acercan a los 3.000 mts; en la parte plana también han aparecido conjuntos "campestres" que ocupan grandes áreas.

Mientras que en Bogotá las condiciones medio ambientales son pésimas en casi todos los aspectos, en los pueblos y pequeñas ciudades de la Sabana las condiciones son sensiblemente mejores (aunque con el aumento de la población aumentan los problemas). Este hecho conduce a cierta migración de la capital hacia los municipios vecinos, donde las zonas urbanas y viviendas campestres aumentan rápidamente, con el peligro de perderse grandes zonas rurales. Al lado de esta "migración" existe la tendencia de establecer industrias fuera de Bogotá, lo que ha conducido ya a la creación de

grandes zonas industriales como en Tocancipa y otra propuesta de tamaño aún mayor para Cota.

Para conservar la Sabana para su dedicación agrícola, forestal y ambiental ("importancia ecológica") que define la ley 99 de 1993 (para que la sabana de Bogotá no se vuelva un aglomerado urbano con condiciones medio ambientales pésimas), habrá que frenar la extensión urbana de Bogotá y de algunos municipios cercanos. Eso solo se podrá realizar si se adopta una política decidida de regulación de la población, entre otras con una política de gobierno de descentralización de la capital, sus instituciones de gobierno y sus industrias.

La forma en que se podría realizar esta descentralización (con decisiones de traslado de entidades oficiales y particulares, con incentivos para que nuevas industrias se establezcan fuera de la Sabana, e incremento de impuestos para los que se queden, creación de mejores viviendas populares en los sitios escogidos para formar los nuevos centros) no será tratado aquí en más detalles. Lo que si corresponde mencionar aquí, es la necesidad de ponerle límites a Bogotá y a otros municipios, como parte de la planeación que toca al Distrito y a los Municipios, como parte del plan físico y ambiental y del uso de la tierra, para que se mantengan amplias zonas de dedicación agrícola y forestal separando los centros urbanos y especialmente Bogotá de los centros urbanos de los municipios que lo rodean. Desde el punto de vista del medioambiente urbano es importante que zonas verdes de parques y de árboles bordeando calles, hagan el contacto de estas zonas verdes en la periferia con los del centro (ver capítulo 7).

En cuanto a zonas industriales es importante igualmente la dedicación principal de la Sabana y su importancia y fragilidad ecológica. Deberían ser relativamente pequeñas, no contaminar el suelo, aire, ni agua y no utilizar agua subterránea. Su localización es también de importancia, ya que el efecto directo e indirecto sobre los alrededores puede ser grande. No se deben localizar en los valles (originalmente inundables) de los ríos, ni cerca a humedales, lagunas y reservas naturales. Nunca se deben establecer antes de que este lista la infraestructura para evitar cualquier contaminación (alcantarillado, tratamiento completo de aguas residuales, aislamiento visual con cercas vivas).

Recomendaciones

- Delimitar y limitar la extensión de las zonas urbanas, especialmente la de Bogotá, combinado con una política de descentralización de la capital, hacia centros fuera de la Sabana.

- Limitar la extensión de industrias, en centros en la Sabana, fuera de Bogotá.

- Conservar amplias zonas verdes no urbanizables entre Bogotá y los municipios vecinos; conducir "vida" de la periferia hacia los centros urbanos por medio de hileras de árboles y pequeños parques como corredores biológicos.

- Después del ciclo Area metropolitana (de hecho)a Distrito que se cumplió en años pasados, no comenzar de nuevo con Area metropolitana más amplia, que terminará necesariamente en "distritización", que tendrá un efecto contrario al deseado y contrario al artículo 31 de la ley 99 de 1993. Problemas típicos para zonas de influencia metropolitana, se deberían resolver en libre dialogo de municipios independientes, o dentro del marco de una "Provincia de la Sabana".

ZONAS MINERAS

Las actividades minero-extractivas han tenido un impacto casi siempre negativo al medio ambiente y localmente han creado riesgos para el hombre. La causa es, entre otras, la forma no técnica de muchas explotaciones, la falta de planes de manejo en vista del predecible deterioro del medio, falta de criterios y condiciones claras en el otorgamiento de permisos y falta de control sobre la técnica de explotación y sobre explotaciones ilícitas. En cuanto a las áreas de los afloramientos y la descripción de las formaciones mencionadas adelante, referimos a los mapas y artículos correspondientes en los Anexos. Aquí nos referimos solamente a la problemática.

En nuestra área la minería de cal (caliza) en el páramo de Palacio, prácticamente se acabó. La de carbón es muy extendida en el área; se trata de carbón de la formación Guaduas, de edad Maastrichtiana (Cretáceo Superior), que aflora en zonas de cerros en general no muy altos. Su explotación se realiza por medio de socavones no muy profundos hechos con técnica relativamente simple. Efectos negativos pueden ser hundimiento y perdida del agua superficial, y en áreas de clima semi - árido la erosión. Las condiciones de trabajo son en general malas. Un efecto secundario es con frecuencia la degradación general del entorno por desechos dejados en los alrededores, por efecto del trafico pesado de transporte y por daños a la vegetación. El paisaje que crea con frecuencia una minería de carbón de este tipo, es sucio, triste y degradado.

La explotación de gravilla (arena) se localiza en sedimentos Cuaternarios en los valles laterales de la Sabana y zonas donde llegan pequeños ríos y quebradas de los cerros a la planicie con sedimentos de origen fluvio glacial depositados en épocas glaciales, cuando se hallaban glaciares en los páramos que circundan la Sabana. Extensos yacimientos entre otros en los valles de Tunjuelo, de Subachoque, de Tenjo - Tabio y de Guasca. Su explotación deja áreas considerables como "lagunas" y el efecto negativo sobre el paisaje es, en general, considerable. El relleno de estas áreas con basura u otros desechos puede causar contaminación del agua subterránea, ya que se encuentran en zonas de posible infiltración.

La explotación de arena, areniscas y recebo en la formación (grupo) Guadalupe es muy extendido en todas partes, especialmente en los cerros de oriente en el Distrito Especial, donde ha creado grandes "llagas" en el paisaje, peligros (deslizamientos) para la población cercana, grandes molestias por erosión y transporte de material durante aguaceros, y localmente urbanización subnormal. Puede influenciar negativamente el nivel freático en los cerros y crea situaciones de desagüe indeseables.

La solución de toda esta problemática la debe dar la creación y aplicación rigurosa de un plan estratégico para la minería, resultado de la colaboración de varias entidades como los Ministerios de Minas y de Medio Ambiente con ayuda entre otras de Ingeominas, la CAR y el Dama. Este plan debe delimitar áreas de explotación adecuadas

económicamente y aceptables ambientalmente y condicionar la explotación a reglas estrictas de orden técnico y ambiental.

En caso de explotaciones a cielo abierto se puede proteger el paisaje y evitar muchas molestias secundarias, dejando la fachada del cerro sin tocar y explotar detrás de esta, además de hacer un sistema de desagüe adecuado. En el Anexo presentamos un tratado general del problema que podría ser la base de la elaboración del plan estratégico mencionado anteriormente.

Este plan estratégico solo podrá tener efecto si va junto con la creación de unidades especiales de control ambiental.

RECOMENDACIONES

- Elaborar un plan estratégico para la minería y explotación de materiales, con localización y concentración de zonas de explotación y obligaciones técnicas y medio ambientales.

- Establecer entidades de control ambiental al respecto, impidiendo las explotaciones ilegales y las que no cumplen las reglamentaciones.

7

RESERVAS FORESTALES, REFORESTACION Y EL RETORNO DE LA VIDA

INTRODUCCION

Hemos visto que en el área de la Cuenca alta del Río Bogotá- Sabana de Bogotá queda muy poca de bosque original. Bosques primarios, probablemente cubren menos del 1% de la superficie. El bosque secundario podría cubrir cerca del 5% y en los cerros hay todavía bastante rastrojo en parte temporal, siendo tierra en barbecho, en distintas fases de sucesión. Para hacer una evaluación más precisa y localizada, se necesita un mapa basado en imágenes de satelite y/o fotografías aéreas, un trabajo ya comenzado a realizarse (con el Instituto. Humboldt). Con ayuda de ese mapa se realizara un programa de levantamientos inventarios cualitativos y cuantitativos) de la vegetación, cubriendo vegetación primaria y secundaria en diferentes fases de sucesión. Toda esta información nos permitirá asociar con más detalle los tipos de vegetación con clima, suelo y tiempo, lo que permitirá realizar un mapa de vegetación potencial más precisa, conocer la sucesión natural y el impacto de la acción del hombre. El conjunto de estos datos sobre vegetación boscosa potencial y sobre la sucesión de la vegetación en el preceso de regeneración natural del bosque, dará la información necesaria paras la realización de programas de reforestación, de vegetación natural y con especies nativas. Mientras que se termina este estudio, utlilizaremos la base de datos existentes, y que en parte se menciona en el capítulo 3, y algunos en el capítulo 4.

RESERVAS NATURALES

En vista de la destrucción casi total de los bosques originales, se requiere con urgencia que se declare reservas naturales los pocos restos que quedan, para así asegurar la conservación de la biodiversidad, como base para la progresiva ampliación del área cubierta de bosque natural. Bosques secundarios bien desarrollados deben también ser incluidos en las áreas a proteger en primera instancia.

Entre los pocos bosques naturales todavía existentes, dominan los de arriba de los 2.750 / 2.800 m; debajo de este cota queda todavía mucho menos, y en la planicie ha desaparecido casi todo.

Los bosques arriba de los 2.750 m., el Bosque Andino alto, tiene una una composición en parte diferente de la del Bosque Andino bajo, mientras hacia el limite altitudinal del bosque (3.200 a 3.300 m.) se presentan también cambios parciales en la composición especifica y cuantitativa. Aun en la zona de subpáramo (hasta aproximadamente 3,400 / 3.550 m.) existen restos de bosque alto - Andinos muy característicos que son urgentes de conservar, entre ellos bosques de Colorado, (*Poly lepis*) y Rodamonte (*Escallonia*).

En cuanto al páramo, se puede diferenciar el Subpáramo (hasta 3.500 metros aproximadamente) donde el cultivo de papa (y otros productos) esta teniendo un impacto demasiado grande, llevando gradualmente a una devastación casi total de la vegetación (ver, cap. 4) Esta zona de vegetación, en vista de su gran importancia para la flora, la fauna, y el agua debe ser reserva de manejo especial, donde se debe ir reduciendo la agricultura y la ganadería y grandes áreas debe ser de reservas absolutas. En el páramo propiamente dicho, deberá desaparecer la ganadería, que provoca un impacto demasiado grande (incluyendo las quemas) en un ecosistema de gran importancia desde el punto de vista de flora y fauna y para la conservación de las aguas. (ver cap. 4). Todos los páramos deberían ser declarados reservas naturales y reservas de agua.

Los restos de vegetación natural xerofitica que se encuentran en las áreas de clima semi - árido, especialmente los matorrales y bosques

bajos que aún quedan, también deben ser declarados reservas naturales. Tienen una flora y vegetación muy particular y valiosa. Finalmente, los humedales y lagos naturales que aún quedan en el área, deberian igualmente ser declarados y manejados como reservas de flora y fauna.

Parte de todas estas reservas, podrían ser particulares, pero la mayoría deberían ser oficiales, nacionales, departamentales o municipales. Por un lado se podría crear un parque natural o de la Sabana, nacional o provincial, consistiendo (para comenzar), de un número de áreas relativamente pequeñas de bosque y de la totalidad de los páramos, y por otro lado reservas naturales municipales, que se podrían asociar a una red de reservas para su manejo.

Las reservas naturales recomendadas se indicaran con precisión, una vez termine el trabajo de mapas de la cobertura vegetal del área..

RECOMENDACIONES

- Realizar el mapa de la vegetación existente y hacer el plan detallado de reservas.

- Crear áreas de manejo de manejo especial y de reserva natural en el Subpáramo (3.200- 3500 m.), incluyendo todos los restos de bosque alto Andino.

- Declaran reservas naturales absolutas de flora, fauna y agua a todos los páramos propiamente dicho en el área.

- Declarar reservas naturales absolutas a todos los restos de bosque original y los de bosque natural secundario.

- Declarar reservas naturales partes de las áreas con vegetación exótica incluyendo todos los restos de matorral alto y bosque bajo.

- Declarar reservas naturales a todos los húmeda y las lagunas naturales.

UNA NUEVA POLITICA DE REFORESTACION

En el capítulo 4 mencionamos ya ciertos aspectos de importancia para la renovación de la política de reforestación. Aspectos importantes mencionados al respecto son la influencia negativa de varias especies foráneas (pinos, eucaliptos) sobre la estructura y la fauna del suelo, y sobre el almacenamiento de agua del suelo (ver cap. 4) y con eso sobre la infiltración de agua como recarga de acuíferos (véase cap. 5), y sobre la erosión. La influencia negativa sobre la biodiversidad es además grande; en las plantaciones de eucaliptos y pinos (y en parte también de acacias) no hay casi elementos de la floras nativa. En un bosque nativo pueden haber entre 40 y 100 especies nativas de plantas faneróganas, en plantaciones de eucaliptos y pinos solo unas pocas (1-5). La ventaja de estas exóticas es su rápido crecimiento (pero utilizando mucha agua). Vale la pena entonces buscar especies nativas que los puede remplazar total o parcialmente (el aliso (*Alnus acuminata*) y el mangle (*Escallonia pendula)* son dos posibles candidatos) y escoger sitios para las plantaciones donde el daño al suelo y al agua es lo menos posible.

Por otro lado, hemos visto que es necesario para la recuperación de un medio ambiente sano, para el regreso del agua a las quebradas y fuentes y el recargo de acúiferos subterráneos (ver cap. 5), que.buena parte de los cerros se vuelvan a cubrir con bosque nativo (ver cap. 4 y 6), y que desaparescan de ellas y de los páramos los árboles exóticos como pinos, cipréses, eucaliptos y acacias.

Resumiendo se puede decir que una nueva política de reforestación podría tener los siguientes puntos de partida:

- Grandes proyectos de reforestación con especies nativas.

- Plantaciones de eucalipto. ciprés, pino, y acacia, no se realizaran sino para satisfacer la necesidad de madera y leña de los municipios o comunidades, preferiblemente en sitios planos o de poca inclinación. En lo posible se remplazarán por especies nativas.

- Reforestación en todas las áreas de infiltración de agua (como las rocas de areniscas de los cerros; sedimentos arenosos y gravillas del piedemonte y valles laterales), serán con especies nativas.

- Las especies nativas para cada área o zona serán seleccionadas con base en el mapa de vegetación potencial, observaciones de campo (tipos de vegetación, suelos, clima), y conocimientos de la sucesión natural.

- En la reforestación se hará uso de los conocimientos de la sucesión natural, comenzando con especies pioneras (si no existe ya nada de especies nativas, en caso de potreros o campos de cultivos etc), que pueden cubrir rápidamente el suelo, y abrir el camino a otras.

- En zonas que todavía tienen rastrojos y otros restos de vegetación natural, se puede simplemente proteger el área contra ganado y otros animales domésticos (con cercas) y contra incendios, y utilizar la sucesión natural como camino más seguro.

- No se sembrarán árboles ni nativos ni exóticos, en los páramos propiamente dichos. Se tratará de conseguir que se tumben y quiten los pinos sembrados en los páramos, para proteger la flora nativa y el paisaje

- Las plantaciones de eucalipto y pino (y también las de acacias) que se encuentran en sitios inconvenientes (cerros y piedemontes que tienen función en la infiltración de agua subterránea; laderas de inclinación fuerte y suelos relativamente delgados, deben ser remplazados por bosques de especies nativas (que permiten que el suelo se cubra con hiervas y musgos).En sitios de inclinación relativamente fuerte es recomendable no tumbar todo de una vez, sino de comenzar a entresacar y sembrar especies nativas en las partes abiertas y quitar los otros poco a poco.

- En zonas con erosión de suelos, la reforestación requiere medidas especiales para cubrir el suelo en el tiempo más corto posible con vegetación nativa pionera. Comenzar la siembra de pastos y hierbas o arbustos leguminosas con técnicas especiales puede ser indicado. La práctica de sembrar acacias y/o pinos debe ser abandonada.

- Lo posible influencia negativa de la hojarasca y humus de Pino y Eucalipto (respectivamente ácido y tóxico) en la reforestación

natural o con especies nativas, tienen que ser estudiadas más a fondo.

- Habrá que ampliar el estudio y la experimentación de la reproducción de las especies nativas, incluyendo pioneros y "climácicos", y ampliar la diversidad de la oferta.

- Los viveros tendrán que amplia considerablemente el número de individuos de especies nativas (para forestar una hectárea con pioneros y otras se pueden necesitar entre 1.500 y 2.500 individuos), y disminuir fuertemente el número de Pinos, Eucaliptos y Acacias.

- Será necesario una amplia información para el cliente. También será necesario la divulgación de la nueva política y formentar la desaparición de exóticos (especialmente de pinos) de los páramos y el remplazo de Pinos, Cipreses, Eucaliptos, Acacias por especies nativas en los cerros.

ASPECTOS PRACTICOS DE LA REGENERACION DEL BOSQUE NATIVO

1- Donde, en los cerros, hay todavía vegetación nativa primario o secundario secundaria cerca, o donde existe rastrojo de comienzo de la sucesión, puede ser suficiente cercar el terreno y dejar el resto del trabajo a la naturaleza.

2- Donde hay extensos potreros, o campos utilizados para cultivos, se puede pensar en ayudar con la siembra de arbustos o árboles.

3- Donde hayan plantaciones de exóticos dispersos en vegetación nativa, simplemente se pueden quitar y dejar la vegetación nativa por su cuenta regenerar los espacios dejados.

4- Donde hayan plantaciones de una o varias especies exóticas densas, conviene primero quitar o entresacar la mitad de los árboles, dejando oportunidad a la vegetación nativa de entrar, o sembrar especies nativas (pioneras) en los espacios abiertos. Una vez que estas cubren los espacios abiertos, se puede quitar la otra mitad y sembrar otras nativas.

5- En el caso de terrenos utilizados para cultivos agrícolas puede ser recomendable que el suelo se deje invadir por hierbas pioneras y pastos, para mejor conservación de la humedad. Lo mismo vale para zonas erodadas, si el medio lo permite; en estos casos puede ser útil comenzar con pastos, hierbas y arbustos leguminosas (y al mismo tiempo o luego con arbustos pioneros).

6- En el caso de humedales con vegetación herbácea, es recomendable rodearlos, de una zona de bosque, con la siembra de alisos (*Alnus*) y algunas otras especies asociadas.

7- En los valles de los ríos (especialmente los de la parte plana de la Sabana) y especialmente en las rondas, se puede reforestar con alisos y algunas especies asociadas.

8- En todos los casos de reforestación, espontánea o por siembra, es necesario cercar el área, para evitar la entrada de ganado y otros animales domésticos (como vacas, ovejas, cabras, caballos, burros) y humanos.

9- En las diferentes zonas climáticas y altitudinales de la zona, es diferente la composición cuantitativa y en parte cualitativa de la vegetación. Es importante establecer cual tipo de vegetación y cuales especies son las más adecuadas para el área a reforestar (ver mapa de vegetación potencial y lista de especies de cada tipo de vegetación). Además es importante saber cuáles especies que ofrecen los viveros no son nativos (ver adelante).

10- Es importante conocer para cada tipo de vegetación la sucesión natural de recuperación del bosque, especialmente conocer los arbustos y arbolitos pioneros. Un estudio previo y rápido del área a reforestar, puede dar información importante al respecto.

Las especies principales que componen los diferentes tipos de vegetación se mencionan en el capítulo 3. Junto con el mapa de vegetación potencial, se puede entonces conocer globalmente las especies propias del área a reforestar (ver también figura 3).

En el caso de que se utilice la reforestación espontánea, y faltan en la región ciertas de estas especies, se pueden sembrar algunos ejemplares de ellas cuando ya se ha desarrollado un estrato arbústivo relativamente cerrado. En el caso de que se resuelva ayudar la regeneración desde el inicio, es importante comenzar con pioneros y después de uno o varios años sembrar las otras especies.
En cuanto a los viveros, es importante que en primer lugar producen muchos individuos de pioneros importantes de la zona como son:

Ciro	*Baccharis bogotensis*
Chilco	*Baccharis latifolia*
Hayuelo	*Dodonaea viscosa*
Laurel de Monte	*Myrica parvifolia*
Jarilla	*Stevia lucida*
Lantana	*Lantana sp.*
Chite	*Hypericum juniperinum*

Entre los árboles, arbolitos y arbustos de la región son importantes para viveros los siguientes :

Aliso	*Alnus acuminata*
Gomo	*Cordia lanata*
Arrayán	*Myrcianthes leucoxyla*
Espino	*Duranta mutisii*
Raque	*Vallea sitipularis*
Corono	*Xylosma spiculiferum*
Palo Blanco	*Ilex kunthiana*
Cordoncillo	*Piper bogotense*
_____	*Palicourea lineariflora*
_____	*Psychotria boqueronensis*
Cucharo	*Myrsine guianensis; coreacea ;ferruginea*
Naranjillo	*Styloceras laurifolium*
_____	*Lippia hirsuta*
Cedrillo	*Phyllanthus salviaefolius*
"Tuno"	*Daphnopsis caracasana*
Cedro	*Cedrela montana*
Mortiño	*Hesperomeles goudotiana*
Chuque	*Viburnum triphyllum*
Encenillo	*Weinmannia tomentosa*
Trompeto	*Bocconia frutescens*

Tuno	*Miconía buxifolia ; reclinata : tricuneata*
Mano de oso	*Oreopanax floribundum*
Turmas de indios	*Oreopanax mutisianum*
Tinto	*Cestrum mutisii ; cf. meridanum*
Arboloco	*Polymnia pyramidalis*
Té de Bogotá	*Symplocos theiformis*
Cerezo	*Prunus serotina var. capoli*
Manzano	*Clethra fimbriata*
Tagua	*Gayadendron tagua; punctatum*
Canelo	*Drimys granadensis*
Granizo	*Hedyosmum sp.*
Uva	*Macleania rupestris*
Uvo	*Cavendishia cordifolia*
Pegamoscos	*Befaria resinosa*
Cajeto	*Cytharexylum subflavescens*
Sangregado	*Croton bogotanus*
Monnina	*Monnina aestuans*
_____	*Baccharis revoluta ; rupicola*
_____	*Ludwigia peruviana*
Sauce	*Salix humboldtiana*
Angelito	*Bucquetia glutinosa*
Chiripique	*Dalea coerulea*
Gaque	*Clusía multiflora ; sp.*
Guasco	*Barnadesia spinosa*
Romero de páramo	*Diplostephium rasmarinifolium*
Romerillo violado	*Diplostephium phylicoides*
Zumaque	*Coriaria thymifolia*
_____	*Gynoxis spp.*
_____	*Gaylussacia buxifolia.*
Duraznillo	*Abatia parviflora*
Chusque	*Chusquea scandens; tessalata*
Salvia negra	*Lepechinia salviaefolia*
Tuno rojo	*Tibouchina grossa*
_____	*Ternstroemia meridionalis*
Rodamonte	*Escallonia myrtilloides*
Tibar	*Escallonia paniculata*
Colorado	*Polylepis guadrijuga*
"Mangle"	*Escallonia pendula*
Nogal	*Juglans neotropica*
Caucho Sabanero	*Ficus soatensis*
Caucho del Tequendama	*Ficus tequendamae*

Yuca riñón	*Brunellia sp.*

Es importante tomar buena nota de cuales especies son exóticas. En general, estas no se deben utilizar en reforestación ni en cercas vivas. Algunas pueden servir en plantaciones para producir madera (en áreas planos o semi - planos) o en jardines como ya mencionamos antes, especies de Pinos, Cipres, Eucalipto, y Acacias, no se deberían utilizar en los cerros ni en los páramos, ni para zonas erodadas, en vista de su influencia negativa sobre el agua, el suelo y/o la biodiversidad. Las plantaciones existentes de estas especies deberían desaparecer de los cerros y los páramos. Una lista de árboles y arbustos exóticos que es preferible no utilizar en la región, es la siguiente.

Pino	*Pinus patula; Pinus caribaea*
Ciprés	*Cupressus lusitanica*
Eucalipto	*Eucalyptus globulus; y otras especies*
Acacia	*Acacia decurrens*
Urapan	*Fraxinus chinensis*
Retamo espinoso	*Ulex europaeus*
Retarmo liso	*Cytisus monspessulanus*
Liquidambar	*Liquidambar*

Como ejemplo de una secuencia altitudinal de la Sabana, presentamos aquí la de los cerros de oriente en la región de Torca, entre 2.600 y 3.200 metros (ver fig. 3) Se puede notar bien la diferencia entre el Bosque Andino bajo (hasta aproximadamente 2.750 metros), mas seco y más influenciado, y el Bosque Andino alto, donde abundan entre otras *Clusia, Hedyosmum y. Drimys*, más húmedo y menos influenciado. Este tipo de diagramas de secuencias altitudinales, pueden ser una de las bases para decidir sobre el uso de especies para reforestación

CERCAS VIVAS

En el capitulo 4 anotamos que la importancia de cercas vivas como "corredores biológicos" (o "corredores de la vida"), que conectan los bosques de los cerros con el piedemonte, y desde el piedemonte debería formar toda una red para la parte plana hasta los bosques de la ronda la de los ríos, hasta el centro de la Sabana. Lo ideal sería, crear pequeños bosques en la parte plana, que serían núcleos, vivos, también conectados entre sí por las cercas vivas.

La ventajas de cercas vivas son múltiples. Por un lado ayudan a proteger los predios contra los vientos y helados, por otro lado forma el "hábitat" de muchos animales útiles que ayudan en la lucha contra plagas como de los insectos y babosas: pájaros, ratones silvestres, lagartijas, sapos, ranas y culebritas.

En partes alejadas del centro de la Sabana, en las zonas del Bosque Andino alto y Bosque alto - Andino del subpáramo, se encuentran cercas vivas que son los restos de los bosques, dejados como cercas. Son de composición especifica muy diversa y de considerable importancia para la conservación de la biodiversidad. Forman un paisaje de pequeña escala bastante atractivo. En otras partes y en las mismas zonas han utilizado Colorado *(Polylepis)*, como especie única en las cercas, igualmente formando un paisaje atractivo, pero menos interesante desde el punto de vista de la biodiversidad.

En la parte plana de la Sabana, donde originalmente deben haber abundado las cercas vivas de diferentes especies del bosque nativo original hoy día apenas quedan algunos restos empobrecidas de estas cercas, remplazadas por alambre de pua, y por hileras de Pinos o Eucaliptos, donde la diversidad es muy baja o casi cero. Localmente existen todavía hileras de Sauces a lo largo de caminos, muy típico del paisaje de la Sabana, y en partes donde abundan piedras a los campos, existen todavía las cercas de piedra, que pueden albergar algunas especies interesantes de hierbas, musgos y líquenes.

Las especies que localmente han sobrevivido en restos de cercas vivas de la parte plana, son las que se encuentran en el Bosque Andino bajo (ver cap. 3), y han podido defenderse de alguna manera de vacas, caballos, burros y ovejas, que comen casi todo lo que es verde.

Una especie que mejor se ha podido mantener, es el Corono (*Xylosma spiculiferum)*, gracias a las espinas largas, que abundan especialmente en los ejemplares jóvenes, como también el Espino (*Duranta mutisii*). Además se pueden encontrar el Raque (*Vallea stipularis*), el Arrayán (*Myrcianthes leucoxyla*), el Arboloco (*Polymmia pyramidalis)*, Cordoncillo (*Piper bogotense*), Aliso (*Alnus acuminata*), *Cestrum sp., Solanum sp, Lantana sp.*, Ciro (*Baccharis bogotensis*) y Chilca (*Bacharis latifolia*).

Una cerca viva es más que una hilera de árboles. Ideal es que tenga un ancho de unos 5 metros, pero unos 3 metros pueden también ser aceptable. Puede tener dos hileras (irregulares) de árboles y varios "estratos", es decir un estrato de arbustos debajo del estrato de árboles, más diversa mejor. Para hacerlas se puede sembrar primero especies de rápido crecimiento como lo son Alisos, Chilcas y Ciros, para luego sembrar otros, apenas haya algo de sombra y humedad interior, como Espinos, Arrayanes, Raques etc. Puede estar al lado de una zanja o encerrarla. Es importante defenderla del ganado con alambre de púa o eléctrico.

En zonas de minifundio o granjas las cercas vivas se comienzan a fundir mas o menos por las zonas de jardín y huertas, Como en cualquier jardín , puede haber especies exóticas, útiles o decorativas. Se encuentran también con frecuencia especies tradicionalmente de la Sabana, pero que no conocemos en la vegetación natural del área o son introducidas, como son el Sauco (*Sambucus peruviana*), el Borrachero (*Brugmansia*), el Alcaparro (*Adipera(Cassia) tomentosa).* Ellos pueden formar también elementos de las cercas vivas.

Además se pueden encontrar con frecuencia árboles sembrados en los predios en parte útil, como el Nogal (*Juglans neotropica*) y el Guamo (*Inga sp.*) (también localmente en la orrilla de ríos, donde abundan en general los Sauces), Cedro (*Cedrela* y Palma de cera (*Ceroxylon*)

Vida en las zonas urbanas e industriales

Para introducir también mas vida en las zonas urbanas e industriales, es importante conectar el sistema de pequeños bosques y cercas vivas, por medio de hileras de árboles y cercas vivas a lo largo de ciertas avenidas, calles y ríos, con las zonas verdes como los parques y las plazas, y la plaza o parque principal. En las zonas industriales es importante la separación visual de los terrenos y hacerlas mas "amables" haciendo cercas con árboles y arbustos que puedan conectarse con el sistema de cercas vivas rurales.

Zonas urbanas e industriales no se deben desarrollar ni en la ronda ni en los valles de los ríos (ver mapas), que tienen un alto nivel freático y en principio son áreas de almacenamiento de agua en épocas de lluvias y desbordamiento. Además, el peligro de

contaminación de las aguas es grande, por vertimientos de contaminación superficial o subterránea.

Incentivos:

Según la Constitución la propiedad privada tiene una función social y medio - ambiental y por consiguiente se puede esperar que cada propietario pone su parte de la contribución a la reconstrucción ambiental de la Sabana.

Por otro lado, al dar una contribución considerable al bienestar medio - ambiental de toda la población de la Sabana, parece también justo que haya una retribución de la comunidad por este servicio ambiental, como con la conservación de bosques nativos, la recreación de cercas vivas y la conservación del Páramo.

Esta retribución podría ser la exención de impuestos para las superficies cubiertas de bosques nativos y cercas vivas, el suministro gratuito de árboles y arbustos para sembrar y la ayuda técnica en la reforestación.

En cuanto a la conservación de los subpáramos y páramos, parece justo que como retribución por la conservación de las aguas (y de flora y fauna), es decir por dejar de usar los predios para agricultura y ganadería o por adoptar los métodos de producción "limpios" y "cuidar el agua", la comunidad (o las compañias de acueductos) pagan subsidios a los pequeños propietarios.

Este sistema de incentivos parece ser de importancia considerable, y definitiva para lograr las metas del plan ambiental.

8

LA ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL Y LA PLANIFICACION INTEGRAL DEL USO DE LA TIERRA

En el final del capítulo 4 mencionamos el concepto de "Estructura Ecológica Principal". Aquí entraremos algo más en este tema y discutimos el mapa correspondiente y su leyenda (fig. 5).

Para restaurar el medio ambiente de una región ya seriamente degradada, no bastan medidas puntuales: es necesario considerarla como unidad y repensar toda la estructura ecológica. Punto de salida en este proceso es la situación original, para luego tomar en cuenta a los hechos que han llevado a la situación actual, deduciendo cuales de ellos fueron los que causaron la deterioración. En los cap. 1,2, y 3 esta la información básica que sirve de punto de partida, los cap. 4,5,6 y 7 dan el análisis de los problemas principales y las posibles soluciones. Todo esto forma en conjunto el material necesario para planear la restauración medio - ambiental de la Sabana, para planear y reconstruir una estructura ecológica que permite esta reestructuración.

La "Estructura Ecológica Principal" (EEP) como plan y programa consta de una zonificación (con mapa) con las indicaciones sobre restauración y manejo para cada zona o unidad catográfica. Es la imagen ideal global a la que se debe llegar en un Plan Ambiental para la Sabana (ver mapa fig. 5).

En la **Zona de Páramo** propiamente dicho (arriba de los 3.400/3.500 m), se debe suprimir la ganadería; su dedicación única debe ser la producción de agua y la conservación de flora y fauna. Las plantaciones de árboles exóticos como Pinos deben ser prohibidas en todo el páramo (y también en el Subpáramo y las zonas de Bosques Andinos en los cerros).

En la **zona de Subpáramo** (3.200 / 3300 m. 3.400 / 3500 m), se debe reducir considerablemente la agricultura y la ganadería, y suprimir el uso de plagicidas contaminantes. Debe ser zona de regeneración de la vegetación original, que incluye bosques nativos alto-Andinos.

La **zona originalmente de Bosque Andino alto** (2.750 - 3.200 m) se debe dedicar principalmente a la regeneración del bosque nativo protector para asegurar el retorno del agua a fuentes y quebradas y el regreso de la biodiversidad (flora y fauna), y para recreación de la población de Bogotá y la Sabana. Todos los restos de bosque nativo existentes todavía, deben ser declarados reserva natural. La urbanización y parcelación debe ser prohibida.

En la **zona originalmente de Bosque Andino bajo:** (2.600 - 2750 m) debe ser regenerado el bosque nativo en franjas anchas, entre otras a lo largo de las quebradas, conectando así con corredores biológicos la zona de Bosque Andino alto con el piedemonte y la parte plana de la Sabana. Se trasladara la agricultura de los cerros hacía la planicie y se promoverá la fruticultura y otras actividades no nocivas para el suelo, como forestal nativo.

El piedemonte zona de infiltración de agua y de conexión entre los cerros y la planicie, debe ser de cuidado especial, evitando la construcción de carreteras y la ejecución de otras obras civiles grandes. La floricultura debe ser prohibida en esta zona. En el piedemonte debe comenzar el sistema de pequeños bosques y cercas vivas que llevará vida (y ambiente sano) desde los cerros hacia el centro de la planicie y hacía los valles de los ríos.

La zona originalmente de matorral xerofítico, donde se presenta una severa erosión de los suelos, no es apto para agricultura moderna ni ganadería. Solo las partes más o menos planas se podrán utilizar para agricultura orgánica con suelo cubierto de vegetación. En esta zona se debe regenerar la cobertura de matorral o bosque bajo original, y su destinación puede ser la sana recreación y localmente la agricultura orgánica - biológica sostenible.

La planicie es área de agricultura y ganadería. Se debe propagar un sistema de cercas vivas en toda el área (corredores biológicos). Se intensificará la ganadería reduciéndola a áreas más pequeñas y se

extenderá el área de agricultura y horticultura, que se desarrollará en dirección de manejo orgánico - biológico sostenible.

Las zonas urbanas deben tener límites definitivos y las zonas industriales deben ser reducidas. Zonas verdes amplias deben separar zonas urbanas cercanas. Las zonas verdes de las ciudades y pueblos deben conectarse con las de afuera. La explotación de aguas subterráneas debe ser reducida y controlada, como también la utilización de aguas de los ríos. Se deben desarrollar sistemas de recolección de lluvias y de conservación de aguas en cultivos.

En **los valles de los ríos** (en la planicie) se puede propagar un sistema silvo - pastoril (Alisos, u otras especies en los potreros) y experimentar con agricultura de caballones y zanjas. Será prohibido rellenar los valles y hacer urbanizaciones. La ronda del río debe ser reforestada con bosques de Alisos. Los húmedales serán rodeados de una zona protectora de bosques de Alisos. Las aguas que se ofrecen a los ríos obligatoriamente deben ser limpias. La floricultura debe desaparecer de esta zona.

9

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

La "Estructura Ecológica Principal " y el planeamiento integral del uso del las tierras debe ser la parte más importante del Plan Ambiental de la Sabana de Bogotá. Parte de este plan es también la reducción de la contaminación con agroquimicos (especialmente plagicidas, con la transición gradual hacia una agricultura, horticultura y floricultura más sostenible, orgánica y con principios biológicos (ver cap. 6 y Anexos).

Al lado de esto, hay varios aspectos que en parte las hemos mencionado ya en los capítulos anteriores, y que merecen atención especial, como la limpieza del Río Bogotá y sus afluentes. Se trata de problemas ya ampliamente estudiados y en principio solucionables. En cuanto al agua superficial, ya comenzó el proceso de instalación de plantas de purificación del Río Bogotá, que debe continuar durante los próximos años. No será tratado entonces en este informe, aunque hay que anotar que en principio toda agua ofrecida al río debe ser limpia (y que el contaminador debe pagar la purificación del agua), y cada municipio y el Distrito deben comprometerse a cumplirlo y hacerlo cumplir.

Otro problema importante es el de las basuras. Existen problemas prácticos como la recogida en veredas, para evitar que se quemen basuras en todas partes o se botan donde no debe ser ; en principio lo debe resolver cada municipio. La separación de basuras para aprovechar parte de ellas es otro aspecto ya estudiado y económicamente viable, y llevado a la práctica en algunas partes de la ciudad y del país, y que corresponde organizar también a los municipios, eventualmente con ayuda de organizaciones no gubernamentales. Otro problema para resolver es el deposito de basuras o su destrucción. El peligro es que su contaminan las aguas subterráneas, un peligro que existe sobre todo donde existen sedimentos permeables (arenas, gravillas), o que se contaminan las

sedimentos permeables (arenas, gravillas), o que se contaminan las aguas superficiales, lo que puede ser el caso en los valles de los ríos (rellenos con escombros y basuras son frecuentes) o en cabeceras de los ríos. Este último caso se presenta en los botaderos de basuras en las cárcavas de las zonas secas erodadas, como al oeste de Mosquera, al lado y lado de la carretera a La Mesa. Aunque esas carcavas son secas durante buena parte del año, se vuelven cabeceras de los ríos durante aguaceros, y estos botaderos son peligrosas fuentes de contaminación de ellos.

En cuanto a la contaminación del aire, los principales fuentes son los vehículos (carros particulares, buses, camiones, tractomulas) y ciertas industrias, y en parte la ganadería. En cuanto a a las industrias, ellas tienen que ser obligadas a purificar sus emisiones, y en cuanto al problema de los vehículos automotrices, se debe reglamentar y controlar las emisiones y es muy importante instalar y propagar sistemas de transporte masivo no contaminastes como metro y trenes eléctricos.

En cuanto a la contaminación acústica, producida por industrias, clubes, restaurantes y particulares, esta no debe traspasar los límites de los predios o edificios donde se produce.

Ya el Ministerio del Medio Ambiente expedió o esta expediendo las reglamentaciones para todos estos casos y no falta sino que los municipios lo apliquen rigurosamente (y donde lo consideren necesario, hagan una reglamentación más severa). En todo lo referente a la realización del Plan Ambiental para la Sabana y al cumplimiento de la legislación ambiental y el de las reglamentaciones expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente y los Municipios (y eventualmente la CAR y la Gobernación de Cundianamarca) es una necesidad urgente que los municipios creen entidades de Gestión y Control Ambiental, con facultades policiales y/o con ayuda efectiva de la policía, que hacen cumplir lo legislado y reglamentado, y hacen reparar los daños hechos .

10

LA ESTRUCTURA NECESARIA PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN AMBIENTAL DE LA SABANA

En el cap. 1 mencionamos la importancia de comenzar ya a planear como hacer efectivo el futuro Plan Ambiental y Territorial (o Físico y Ambiental). Aquí discutiremos un poco más sobre este tema, ya que la realización depende de la aceptación como obligatorio por parte de todos los involucrados: Municipios, Distrito, Gobernación y obviamente la CAR, encargada de hacer el Plan.

En primer lugar se debe decir que para que el Plan sea efectivo, tiene que ser aceptado y ejecutado en toda la cuenca, unidad natural escogido como objeto del plan: una acción en una parte del área puede influenciar alguna o todas las otras. En segundo lugar, es necesario considerar como factor importante la autonomía del Distrito y los Municipios, y la existencia y el funcionamiento de las Asociaciónes de Municipios de la Sabana. Estas Asociaciones de Municipios Autonomos toman decisiones en conjunto, tienen acciones en conjunto etc. La superficie de la cuenca que corresponde a cada una de estas Asociaciones, son comparables a la del Distrito y parecen formar asi unidades naturales y en cierta manera equivalentes, compañeros de la suerte de la Sabana de Bogotá, que en conjunto deben guiarla.

La presencia de una gran ciudad en el área ha creado una serie de interrelaciones entre ciudad y región (la Sabana) y ciertos problemas a resolver en conjunto. Esta área de influencia de la ciudad sobre la región y viceversa, se ha llamado internacionalmente Area Metropolitana. Ahora es evidente que esta mutua influencia disminuye gradualmente hacia la periferia de la región, y esta presente en diferente intensidad en diferentes partes del área. Por esta razón parece mejor que los asuntos de tipo "Area Metropolitana" se tratan en su totalidad como un asunto de toda la región : La

Sabana de Bogotá, Cuenca Alta del Río Bogotá. En vista de la situación y definición legal de la Sabana en Artículo 61 de la Ley 99/93 y en vista de los nombres propuestos en el "Preplan" de la Sabana, se podía llamar mas bien en la región de la Sabana "Area Agropolitana", dando la debida importancia a esta situación y definición, en la que difiere de otras regiones relacionadas con grandes ciudades.

Se propone entonces que esta Area Agropolitana coincide con el área de toda la cuenca, que podría organizarse como provincia. La "Provincia de la Sabana" la constituirián el Distrito y todos los Municipios, estos últimos organizados en Asociaciones de Municipios, entidades territorialmente comparables con el Distrito y con igual peso político. La Provincia, una vez aprobado el Plan Ambiental por las partes, podría estar encargado, junto con la CAR, de controlar su ejecución. Los Municipios, aprobado el Plan adoptarán sus Planes Ambientales y del Uso de la Tierra y elaboraran en más detalle la estructura ecológica principal para su territorio. Para ser efectivo el Plan, es de importancia crucial que los Municipios tengan una oficina y organización de gestión y control ambiental, como ya lo mencionamos en el capítulo 9, y también que organizan una acción continua de educación ambiental de toda la población.

Es de esperar que en esta forma se puede hacer efectivo el Plan Ambiental para la Sabana, en cumplimiento de la Ley y de las reglamentaciones y en bien de todos sus habitantes.

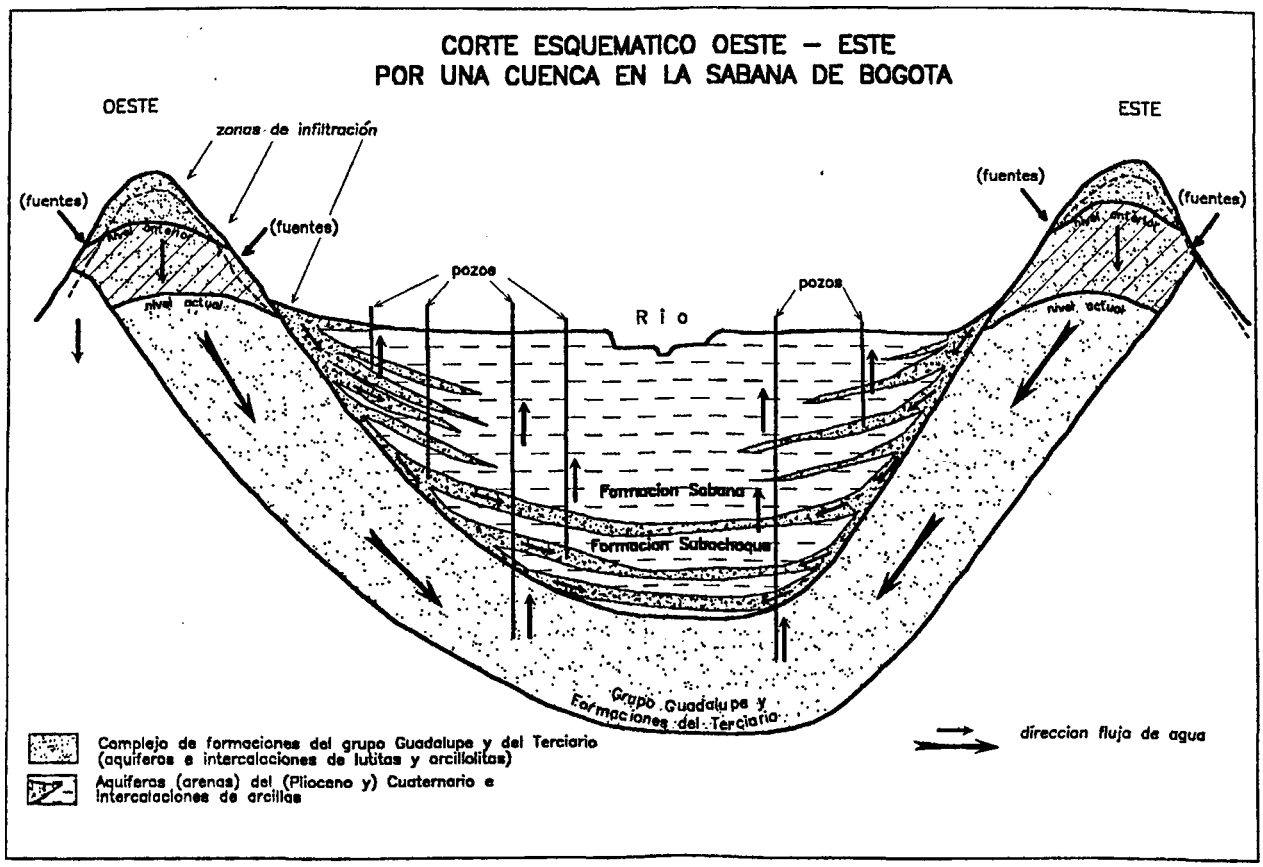
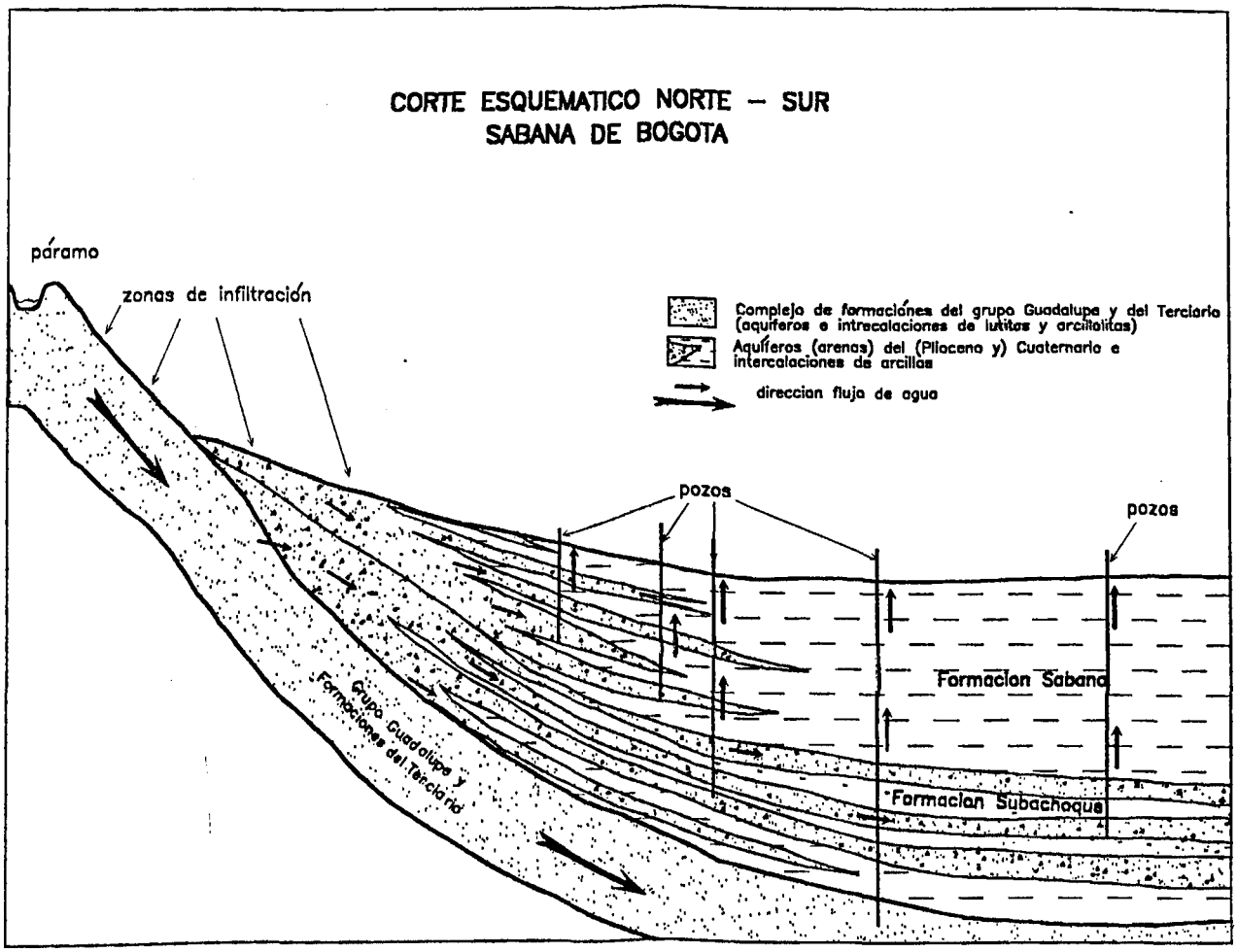

CORTE ESQUEMATICO OESTE – ESTE
POR UNA CUENCA EN LA SABANA DE BOGOTA
OESTE
ESTE
zonas de infiltración
(fuentes)
(fuentes)
(fuentes)
(fuentes)
nivel anterior
nivel actual
nivel anterior
nivel actual
pozos
pozos
Río
Formacion Sabana
Formacion Subachoque
Grupo Guadalupe y Formaciones del Terciario
Complejo de formaciones del grupo Guadalupe y del Terciario (aquiferos e intercalaciones de lutitas y arcillolitas)
Aquiferos (arenas) del (Plioceno y) Cuaternario e intercalaciones de arcillas
direccion fluja de agua

Figura 2.


CORTE ESQUEMATICO NORTE – SUR
SABANA DE BOGOTA
páramo
zonas de infiltración
Complejo de formaciones del grupo Guadalupe y del Terciario (aquiferos e intrecalaciones de lutitas y arcillolitas)
Aquiferos (arenas) del (Plioceno y) Cuaternario e intercalaciones de arcillas
direccion fluja de agua
pozos
pozos
Formacion Sabana
Formacion Subachoque
Grupo Guadalupe y Formaciones del Terciario

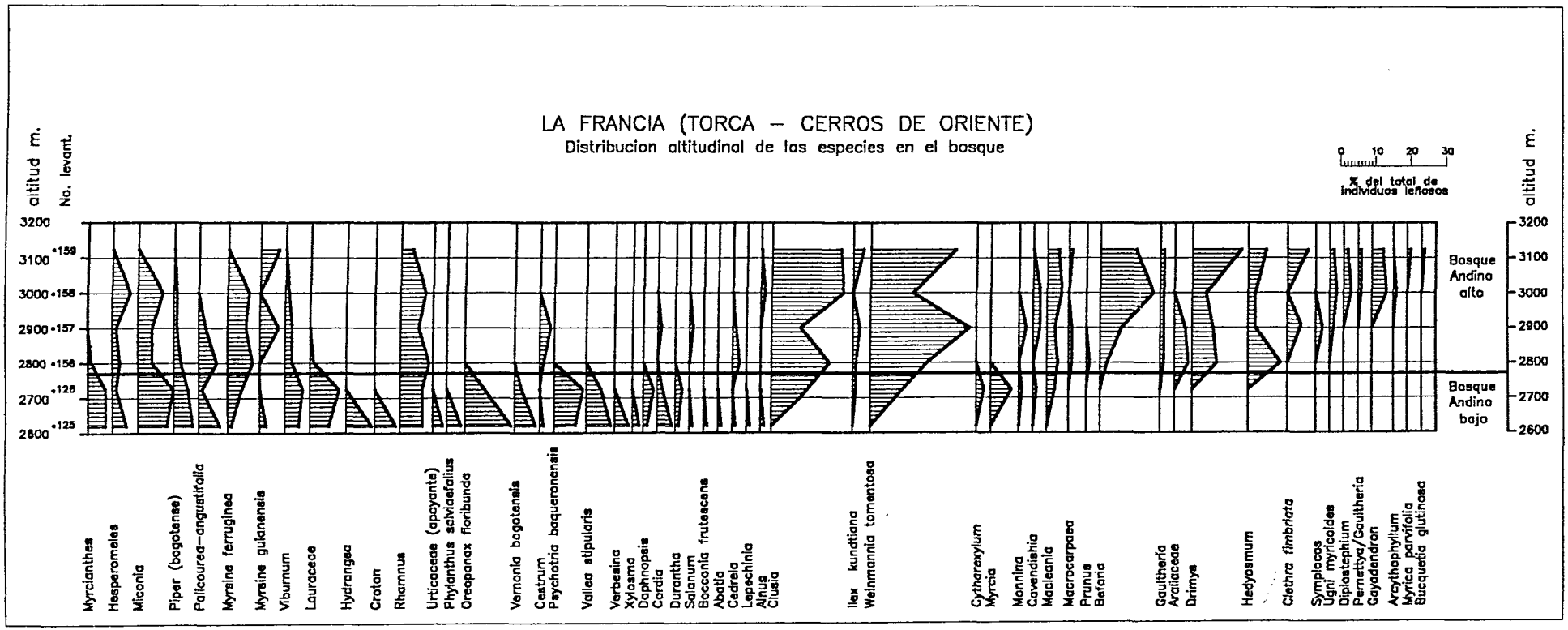
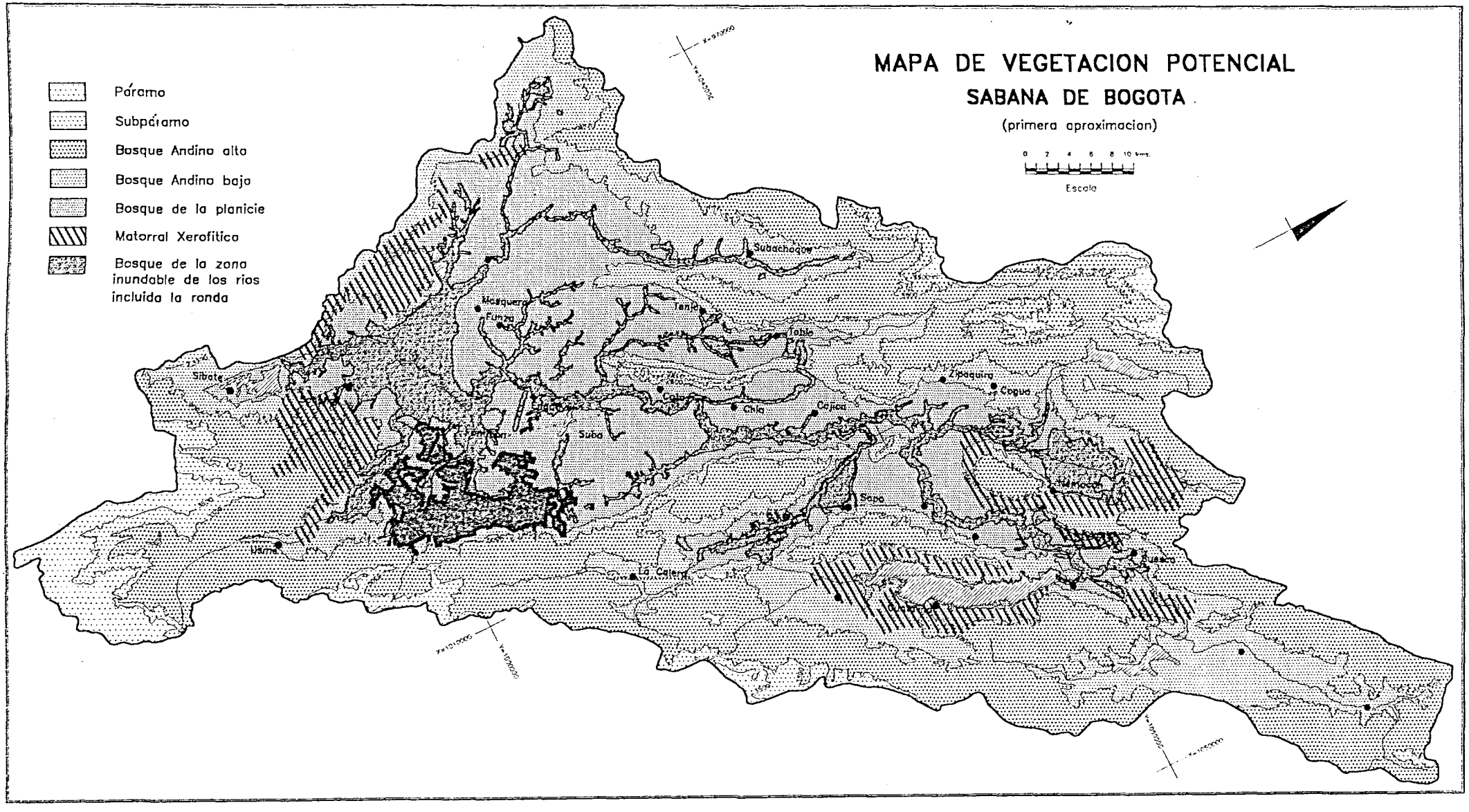
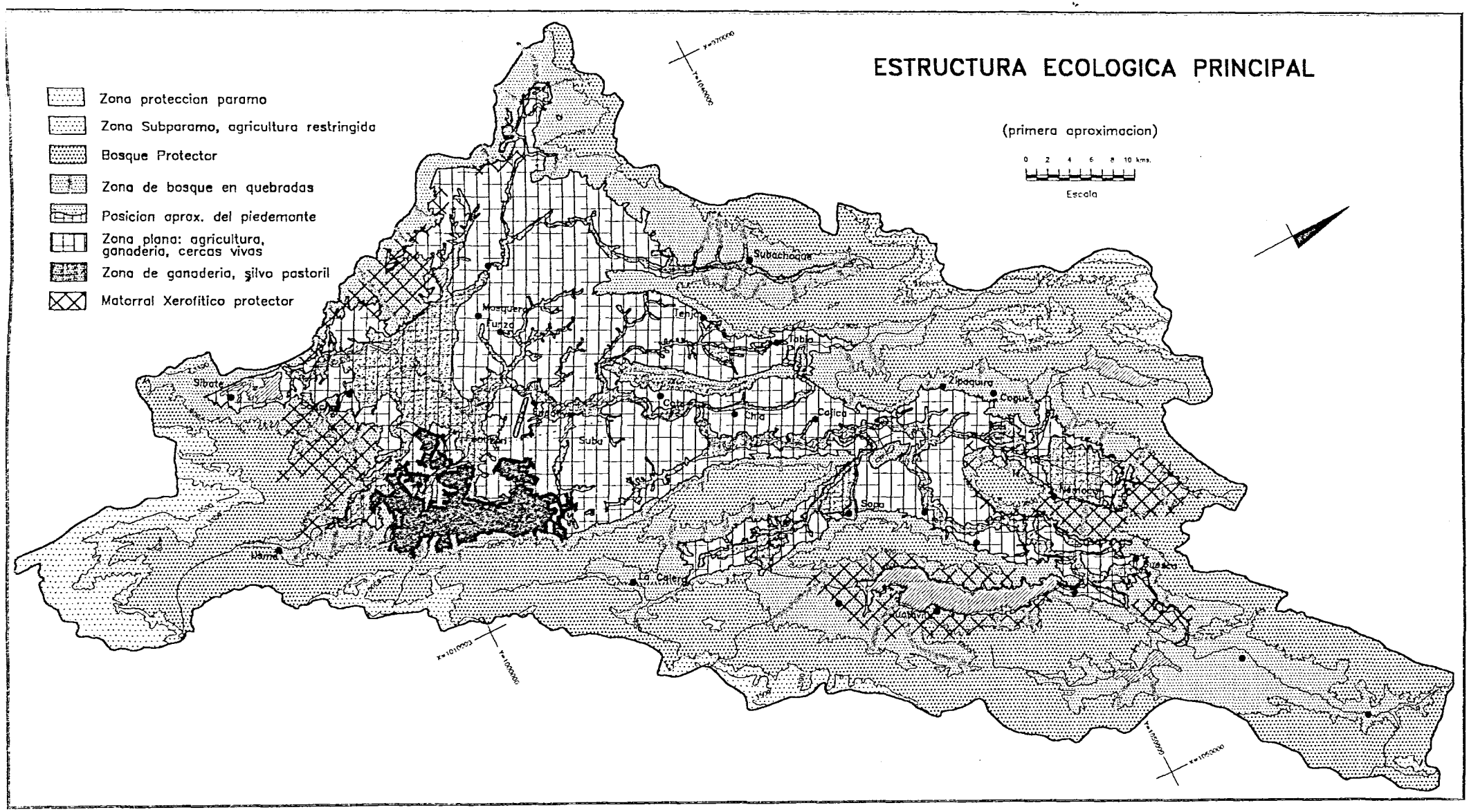

LA FRANCIA (TORCA – CERROS DE ORIENTE)
Distribucion altitudinal de las especies en el bosque
altitud m.
No. levant.
3200
3100 *159
3000 *158
2900 *157
2800 *156
2700 *126
2600 *125
0 10 20 30
% del total de individuos leñosos
Bosque Andino alto
Bosque Andino bajo
Myrcianthes
Hesperomeles
Miconia
Piper (bogotense)
Palicourea-angustifolia
Myrsine ferruginea
Myrsine guianensis
Viburnum
Lauraceae
Hydrangea
Croton
Rhamnus
Urticaceae (apoyante)
Phylanthus salviaefolius
Oreopanax floribunda
Vernonia bogotensis
Cestrum
Psychotria baqueranensis
Valles stipularis
Verbesina
Xylosma
Daphnopsis
Cordia
Durantha
Solanum
Bocconia frutescens
Abatia
Cedrela
Lepechinia
Alnus
Clusia
Ilex kunthiana
Weinmannia tomentosa
Cytharexylum
Myrcia
Mannina
Cavendishia
Macleania
Macrocarpaea
Prunus
Befaria
Gaultheria
Aralaceae
Drimys
Hedyosmum
Clethra fimbriata
Symplocos
Ugni myricoides
Diplostephium
Pernettya/Gaultheria
Gaylussacia
Arcythophyllum
Myrica parvifolia
Bucquetia glutinosa

Figura 3.


MAPA DE VEGETACION POTENCIAL
SABANA DE BOGOTA
(primera aproximacion)
0 2 4 6 8 10 kms.
Escala
Páramo
Subpáramo
Bosque Andino alto
Bosque Andino bajo
Bosque de la planicie
Matorral Xerofitico
Bosque de la zona inundable de los rios incluida la ronda
Subachoque
Tenjo
Tabio
Zipaquira
Cogua
Chia
Cajica
Suba
Sopo
Usme
La Calera
Sibate


ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL
(primera aproximacion)
0 2 4 6 8 10 kms.
Escala
Zona proteccion paramo
Zona Subparamo, agricultura restringida
Bosque Protector
Zona de bosque en quebradas
Posicion aprox. del piedemonte
Zona plana: agricultura, ganaderia, cercas vivas
Zona de ganaderia, silvo pastoril
Matorral Xerofitico protector
Subachoque
Tenjo
Tabio
Zipaquira
Cogua
Cota
Chia
Cajica
Funza
Mosquera
Subia
Sibate
Sopo
Nemocon
Ubaque
Ubaque
La Calera
Usaquen
Usme

Centro de Documentación Ambiental
CAR
05257