

LA SILVICULTURA Y EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO

Palabras clave: Silvicultura, agrosilvicultura, arboricultura, servicios ambientales, bosque natural, investigación forestal, zonificación, historia.

Key words: Environmental forestry, silviculture, arboriculture, services, natural forest, forest investigation, zonification, history.

Luis Jairo Silva Herrera²

RESUMEN

La silvicultura en Colombia ha ido evolucionando desde el manejo sostenido de los bosques naturales que realizaban los indígenas en forma empírica, pasando por la silvicultura creada por los europeos, principalmente alemanes, quienes influyeron en las escuelas forestales del país; las plantaciones comerciales a mediados del siglo pasado, debido al aumento de la demanda de productos con características homogéneas y a la escasez de los bosques naturales; la agroforestería o agrosilvicultura, que es el rescate de las prácticas indígenas aplicadas en las áreas de vocación forestal para garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas; hasta la silvicultura o arboricultura urbana, que nace de la alta concentración de la población humana y la necesidad de disminuir la contaminación mediante los beneficios ambientales que ofrecen los árboles y los bosques en las ciudades.

ABSTRACT

Forestry in Colombia has been evolving, from the maintained handling of the natural forests that made the natives in empirical form, ha-

ppening through the forestry created by the European, mainly Germans, who influenced in the forest schools of the country; soon the commercial plantations in the middle of the century last, due to the increase of the demand of products with homogenous characteristics and to the shortage of the natural forests begin; agro forestry or agro Silviculture is the rescue of the applied indigenous practices in the areas of forest vocation to guarantee the sustainability of these ecosystems and finally forestry or urban arboriculture, is born of the high concentration of the human population and the necessity to diminish the contamination by means of the environmental benefits that offer the trees and the forests in the cities.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El desarrollo del país está íntimamente ligado a sus bosques, ya sea por su conservación y aprovechamiento sostenido o por su destrucción. Antes de la llegada de los españoles en 1492, los bosques estaban ocupados por los indígenas con una muy baja densidad y las diferentes etnias eran parte fundamental del ecosistema. A medida que estas adquirían mayores conocimientos y “evolucionaban”, sedentarizándose,

1 Ingeniero Forestal M Sc. Profesor de Silvicultura, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal Universidad Distrital Francisco José de Caldas. lsilvaherrera@gmail.com

domesticando especies animales y vegetales, construyendo viviendas, elaborando utensilios y herramientas para sus faenas diarias y fabricando sus vestidos, iban ampliando su área de acción afectando el bosque. De tal manera que comunidades más “desarrolladas” como los muiscas y tayronas, ya desde 1000 años antes de Cristo cultivaban maíz, yuca, papa, ahuyama, frijoles y otras especies que desplazaban el bosque. A medida que crecía la población, este disminuía en una pequeña proporción. Sin embargo, su dependencia, evolución y adaptación a partir del bosque los hacía parte intrínseca del mismo. Según Colmenares (comunicación verbal, 1983), la población indígena de Colombia en el momento de la conquista fluctuaba entre 850.000 y 3.000.000 en una extensión de 114 millones de hectáreas con un 70 a 80% de bosques naturales.

Con la llegada de los españoles, con gran ancestro árabe, donde los bosques eran escasos y en su cultura no eran parte fundamental, sino como pasturas, la cual impusieron destruyendo el concepto de manejo sostenido del bosque de los indígenas. De acuerdo con Pinzón (1999), ya en el segundo viaje de Colón en 1493 se trajeron a la isla La Española los primeros ejemplares bovinos, y en 1525 Rodrigo de Bastidas introdujo en Santa Marta el primer grupo de ganado vacuno. En 1534 los hermanos Heredia conformaron un gran núcleo ganadero poblando las sabanas de Bolívar, Tolú, Calamarí, Turbaco y Bajo Sinú.

Triana Antorverza, citado por Yepes (2001), señala que la tradición pastoril de los españoles ha predominado a lo largo de la historia a costa de la agricultura, que ha tenido condiciones de inferioridad. La Mesta, nacida en Extremadura, no fue simplemente una institución ganadera, sino también una escuela de preparación político-militar donde los ganados eran transportados por los triunfadores y pastaban sobre los cultivos de los perdedores. Muchos

de los españoles que colonizaron América provenían de la España central, de Castilla, Extremadura y Andalucía. Los conquistadores Alonso Luis de Lugo, que ingresó por la Guajira; Federmán, por los llanos Orientales; Sebastián de Belálcazar, por el sur de país, también ingresaron hatos ganaderos que fueron poblando diferentes regiones. Las especies nativas que les sirvieron de alimento, mientras se establecían los pastos foráneos fueron gramíneas de los géneros *Paspalum*, *Axonopus*, *Leersia*, *Trachypogon*, y leguminosas de los géneros: *Phaseolus*, *Desmodium*, *Centrosema* y *Stylosanthes*. Algunos animales se salieron de los corrales volviéndose cimarrones en el bosque y afectando la regeneración natural y, por tanto, su sostenibilidad.

Con el incremento de la inmigración española y la colonización, la cultura de los ibéricos de vivir de la explotación de la tierra con el mínimo esfuerzo a través de la esclavitud y de las mitas, con grandes haciendas donde la ganadería extensiva era el principal medio de apropiación y utilización, se impuso a costa de ir talando bosque.

Luego de la independencia, los movimientos por la tierra y la emancipación, junto con la llegada del café, se incrementó la colonización de tierras baldías para el establecimiento de cultivos de pan coger y de café a costa del bosque, incluso se creó la cultura del montañero donde el hacha es el símbolo del progreso como sucedió en el antiguo Caldas. Esto debido a la concentración de la tierra que no ha disminuido a pesar de los diferentes intentos realizados con las reformas agrarias.

De los 14.000.000 de hectáreas de vocación agrícola, tan solo escasas 4.000.000 están cultivadas actualmente y el resto se encuentra en ganadería extensiva y concentrada en muy pocas familias, ocasionando que la inmensa mayoría de campesinos tengan que adentrarse

en los bosques, talarlos y establecer potreros o cultivos transitorios e ilícitos para su subsistencia. Una vez establecidos los cultivos o los potreros, al no tener mayores beneficios económicos por la falta de vías, crédito, asistencia técnica, canales de comercialización o por el desplazamiento forzoso, estas tierras son adquiridas a muy bajo precio por terratenientes que las utilizan en ganadería extensiva para luego especular con el precio.

Esta historia, que se inició después de la revolución (1820), sigue siendo el acontecimiento actual, ya no con los terratenientes sino con los paramilitares y la guerrilla. El bosque sigue siendo la gran reserva o banco de tierras que se emplea cuando hay presión por la tierra y en la actual coyuntura para los cultivos ilícitos.

A causa de los desplazamientos forzosos de los campesinos, como consecuencia del conflicto armado, las tierras han quedado abandonadas y, según el IDEAM (1998), se han incrementado los bosques secundarios llegando a tener cerca de 3.000.000 de hectáreas, de manera que la tala de bosques parece que ha disminuido en los últimos 15 años de 600.000 a 250.000 hectáreas/año.

El manejo del bosque y su conservación como parte fundamental del desarrollo económico no ha sido una característica de los diferentes gobiernos y actividades económicas de la nación; el bosque se ha tenido como una fuente minera de bienes para el comercio, incluso la base de la economía de exportación del país en sus inicios, y antes de la República hasta mediados del siglo pasado, fue la explotación del bosque sin manejo y sin domesticación de las especies para su posterior cultivo industrial.

Los principales productos vegetales de exportación hasta mediados del siglo anterior fueron quina, pita, tagua, caucho, maderas, zarzaparrilla, corteza para la obtención de taninos,

entre otros, como materia prima sin agregarle mayor valor, incluso el café, principal producto de exportación por cerca de 100 años, que se exporta en grano. El aprovechamiento de estos productos naturales constituyeron el proceso de extracción en el cual se cortaba el árbol y no se manejaba la regeneración natural, ni se plantaba, teniendo una visión minera, hasta agotar los rodales y las especies productoras y luego siguiendo con otras, como en el caso de las maderas y la quina.

La aplicación de técnicas silvícolas tanto para el manejo del bosque natural como las plantaciones estuvieron siempre ausentes, al contrario de los países europeos más desarrollados, que iniciaron la expoliación de nuestros recursos genéticos llevando germoplasma de las principales especies de exportación como quina, marañón, cacao y caucho para investigación y plantación comercial en sus colonias africanas y asiáticas.

Con estos antecedentes y planteamientos sobre la participación de nuestros bosques en el desarrollo del país, se hará un análisis del desarrollo de la silvicultura en el país y su contribución al manejo sostenido de los recursos.

HISTORIA DE LA SILVICULTURA EN COLOMBIA

La silvicultura o manejo del bosque con el objeto de producir bienes y servicios para la sociedad, garantizando la sostenibilidad del recurso, nace en Colombia desde antes de la conquista, con los nativos que lograron adaptarse a las condiciones tropicales, con el aprovechamiento en forma extractiva de frutos, cortezas, hojas, raíces y demás partes de herbáceas, arbustos y árboles así como de animales, para la alimentación, vestido y habitación, de manera que los indígenas formaban parte integral del bosque y servían de dispersores de semillas, aplicando tratamientos silviculturales empíri-

cos, pero con gran eficiencia para el manejo del mismo. A medida que se iban sedentarizando, dominando el fuego y fabricando utensilios y herramientas, como domesticando especies vegetales como el maíz, papa, yuca y demás especies que conformaban su dieta alimenticia, fueron ampliando la frontera agrícola a costa del bosque, sin embargo, la baja densidad de población y su cultura de manejo sostenido del bosque llevó a la conservación del mismo.

Con la llegada de los españoles, se truncó esta cultura de manejo sostenido del bosque y se transformó la visión que de este tenían los indígenas por una de banco de tierras para la expansión de la frontera agrícola y pecuaria, como también de una mina inagotable de bienes y materias primas para consumo interno y la exportación, que es la cultura que desafortunadamente aún se tiene en el país

Con la instauración de la expedición botánica en el siglo XVIII, se inició el estudio de nuestros bosques y se creó una escuela de científicos con una visión clara sobre la importancia de nuestros recursos, pero que desafortunadamente fue parcialmente aniquilada durante la represión de la guerra de la independencia. Sin embargo, quedó la memoria de la Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, seguida de una época de oscurantismo científico y de investigación de nuestros recursos hasta mediados del siglo XIX, cuando en 1850, después del arribo a Colombia de Agustín Codazzi, se inició el trabajo de la Comisión Corográfica, cuya misión era conocer todas las riquezas naturales y potencialidades que tenía el país para su desarrollo, creando las bases de la cartografía nacional y el conocimiento incipiente de nuestros recursos. Infortunadamente, las continuas guerras civiles y la deficiencia administrativa y política de nuestros dirigentes impidieron la continuidad de estas investigaciones y la creación de una cultura investigativa y el aprovechamiento integral y sostenible de nuestros recursos naturales.

Las investigaciones sobre nuestra flora y bosques hasta la primera mitad del siglo XX se basaron en el reconocimiento, la identificación y colección de especies, la descripción de su uso, etnobotánica y geobotánica, mas no de su domesticación y cultivo y menos del manejo del bosque.

Durante la primera mitad del siglo XX, los aprovechamientos forestales obedecían a la demanda interna para leña, construcción, muebles y la exportación de maderas valiosas mediante permisos tramitados ante el Ministerio de Agricultura, sin ningún tratamiento silvicultural.

La silvicultura como ciencia se inició en Colombia a comienzos del siglo XX, según Vélez, citado por Icfes (1995), cuando en la Universidad Nacional, sede Medellín, comenzó a ofrecerse en 1914 la cátedra de silvicultura a los estudiantes de agronomía; durante la década de los 40, la Facultad de Agronomía ofreció cursos de dasometría y de ordenación y valoración de bosques. En 1945 se realizó el primer Congreso Forestal Nacional, el cual recomendó la creación de programas de Ingeniería Forestal.

Patiño (1972) menciona que en 1947, según Ordenanza 047 de la Gobernación del Valle del Cauca, se creó oficialmente la Estación Agroforestal del Pacífico en el bajo Calima, municipio de Buenaventura, manejada por la Secretaría de Agricultura del Valle. En 1971, mediante convenio con la Universidad del Tolima, se iniciaron las prácticas académicas de los estudiantes de Ingeniería Forestal y se construyó un campamento para establecer la infraestructura básica de la investigación forestal y agroforestal.

En 1950 se crearon los programas de Ingeniería Forestal en la Universidad Distrital de Bogotá y en Medellín en la sede de la Universidad Nacional. En 1955 egresó de la Distrital la primera promoción (nueve ingenieros forestales); luego se crearon los programas de Inge-

nería Forestal en las universidades del Tolima (1961), Industrial de Santander (1981) y Cauca (2.000), y los programas de Ingeniería Agroforestal en las universidades del Chocó (1998) y Nariño (1999). También se crearon los programas de Tecnología Forestal en la Universidad Nacional, sede Medellín (1970), Colegio Integrado de Pensilvania Caldas (1983) y Centro de Estudios María Goretti en Pasto (1992). En posgrado se crearon los programas de Maestría en Silvicultura en la Universidad Nacional, sede Medellín, y en Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en la Universidad del Tolima, así como especializaciones en Gerencia de los Recursos Naturales, en la Universidad Distrital, y Silvicultura de Plantaciones y Comercialización de Maderas en la Universidad del Tolima.

SILVICULTURA DE BOSQUE NATURAL

Con los recién egresados ingenieros forestales en la segunda mitad del siglo XX, se crearon las Divisiones Forestales en el Ministerio de Agricultura y en las Corporación del Valle del Magdalena (CVM) y del Valle del Cauca (CVC) y se inició el inventario de los recursos forestales y la redacción de la normatividad sobre permisos para aprovechamiento de madera en los bosques naturales, así como los estudios de los bosques para conocer su composición florística, estructura horizontal y vertical, índices ecológicos, distribución diamétrica, regeneración natural y presencia de fauna. Con estos conocimientos básicos, se proponen tratamientos silviculturales del bosque con aprovechamientos selectivos de los mejores árboles de las especies comerciales.

La escuela silvicultural que influyó en los programas de Ingeniería Forestal del país fue la alemana, con varios ingenieros forestales que vinieron entre los años de 1950 y 1960 en una misión de colaboración, quienes fueron los primeros profesores de los programas de las universidades Distrital y Nacional.

Hasta finales de los años cincuenta, los aprovechamientos de bosques se hacían sin un estudio previo, tan sólo con un inventario y relación de los volúmenes a extraer por parte de los madereros, pero con la graduación los primeros ingenieros forestales y la creación de la Oficina Forestal en el Ministerio de Agricultura, en la Corporación del Valle de Magdalena y en el Inderena se organizaron la normatividad y los estudios básicos exigibles para los permisos de aprovechamiento y las concesiones.

Las primeras empresas maderas que iniciaron aprovechamientos mediante concesiones fueron Maderas del Darién (Pizano), a finales de los años de 1940 en Urabá con el aprovechamiento del Cativo (*Prioria copaifera*); Cartón de Colombia en los de 1960, inicialmente con aprovechamientos en el Magdalena Medio y luego en el bajo Calima; Maderas de Urabá, Maderas de Riosucio (Urabá), Maderas y Chapas de Nariño (con aprovechamientos en bosques de guandal), entre otras.

Estas empresas debían elaborar los planes de manejo y aprovechamiento con la aplicación de tratamientos silviculturales de tala rasa en fajas, aprovechamiento selectivo de especies comerciales, técnicas de apeo y transporte menor de las trozas; se realizaba un control de ejecución de estos planes, no siempre adecuado, pero faltó un trabajo social con las comunidades nativas y comerciantes de madera, diferentes a los concesionarios, quienes ingresaban a las áreas concesionadas para aprovechar los bosques y luego asentarse en las riberas de los canales y ríos procediendo posteriormente a formar sus fincas, especialmente en Urabá. En el caso del bajo Calima, debido a la gran demanda de madera para la construcción en las ciudades del Valle del Cauca y la construcción de carreteras para extracción de madera por parte de Cartón de Colombia, se aprovecharon indiscriminadamente los bosques secundarios, afectando el proceso sucesional.

En el Carare-Opón, región ubicada en el Magdalena Medio, a mediados de los años de 1960, la misión alemana instaló un proyecto de manejo del bosque e industrialización maderera en un área de 200.000 hectáreas, donde se aplicaron las técnicas de zonificación, mapeo, inventario, identificación botánica, estudios de maderas, tratamientos silviculturales con enriquecimiento de los bosques remanentes. Allí se prepararon gran número de Ingenieros Forestales en silvicultura de bosque natural, quienes fueron los que elaboraron los planes de manejo de las diferentes empresas concesionarias de los años de 1960 y de 1970. Infortunadamente los conflictos sociales y el ingreso de la guerrilla terminó con la misión y la colonización acabó con los bosques que se venían manejando.

Se han realizado varios intentos de investigación sobre silvicultura del bosque natural en el país en diferentes ecosistemas forestales, como bosques de guandal en Nariño y el bajo Calima; en los años de 1970, con la colaboración de la FAO, se instalaron parcelas de aprovechamiento y estudio de la regeneración natural; luego, en los de 1990 la Universidad Nacional inició estudios silviculturales y socioeconómicos con el fin de obtener protocolos de manejo del guandal, pero nuevamente se truncaron los objetivos por la falta de continuidad en las investigaciones. Algo similar sucedió en Urbá, inicialmente en los bosques heterogéneos de las colinas en Las Teresitas, Chocó, donde en 1970 se inició un proyecto de investigación sobre aprovechamiento y manejo del bosque, que duró cuatro años, con resultados inicialmente satisfactorios, pero nuevamente la falta de continuidad terminó con los objetivos planteados. Con el catival, en terrenos de la Concesión de Maderas del Darién, se inició un proyecto de investigación sobre técnicas de aprovechamiento y manejo de la regeneración natural del cativo (*Prioria copaifera*) en 1980; durante 10 años se obtuvo información básica

para su manejo. En 1984 el IGAC y el Interna editaron el Mapa de Bosques de Colombia a escala 1:500.000, en el cual se ubican los principales ecosistemas forestales y se presenta la información sobre su composición florística, volumen totales y comerciales, sirviendo de base para diseño de políticas de administración y manejo, como de investigación de bosques.

A mediados de los años de 1990, Ricardo Linares inició investigaciones sobre manejo de los bosques de sajal (*Camnosperma panamensis*) y del guandal en el bajo San Juan, Chocó, con ensayos de refinamiento, enriquecimiento y aprovechamiento dirigido, con resultados alentadores, dentro de un área concedida a la empresa Maderería Central.

En el Magdalena Medio, municipio de Puerto Boyacá (Silva 2.005), se realizaron investigaciones sobre el manejo del bosque secundario; durante cinco años se ensayaron diversos porcentajes de liberaciones y aclareos en un bosque homogéneo de Algodoncillo (*Trichospermum colombianum*), lográndose resultados aplicables para su manejo, pero faltó financiación para su continuidad.

El consumo de madera en el país es superior a los 4 millones de metros cúbicos, de los cuales el 75% proviene de bosque natural y el resto de las plantaciones comerciales, de las cuales tan solo hay 120.000 hectáreas, con una tasa reforestadora no superior a las 10.000 hectáreas/año y un aprovechamiento superior a las 15.000 hectáreas/año, de manera que se están reduciendo las plantaciones. De no incentivarse la reforestación comercial para tener un millón de hectáreas plantadas en 20 años, se deberá seguir aprovechando el bosque natural para abastecer la demanda, con todos los costos ambientales que esto acarrea.

Con un volumen promedio comercial de 50 metros cúbicos/ha de bosques y un desperdi-

cio conservador del 50% por aprovechamiento y transformación, se requieren 8 millones de metros cúbicos de madera en pie, con un turno de 20 años en bosques manejados; por tanto, se deberán tener 3.200.000 hectáreas de bosque natural productor (aproximadamente un 7% de la actual superficie de bosques naturales) para abastecer la demanda de madera para la industria. Aplicando la Ley General Forestal recientemente aprobada, se deben zonificar y delimitar estos bosques productores para realizar allí el inventario y ordenación forestal y luego los planes de aprovechamiento y manejo, donde se logren aplicar las diferentes técnicas silviculturales ensayadas en los diversos intentos de investigación; de no ser así, seguiremos con un aprovechamiento ilegal mayor al 50% del aprovechamiento que se hace en el país y un agotamiento irreversible de los bosques. Al respecto es conveniente aclarar que la transformación de los bosques en potreros no es producto del aprovechamiento de sus maderas para la industria, sino de los procesos de colonización.

En conclusión, se ha intentado investigar sobre el manejo del bosque natural en el país, pero las dificultades económicas, de infraestructura, orden público, continuidad política y administrativa para que una institución nacional forestal pueda garantizar la continuidad de las investigaciones han impedido llegar al final de las mismas, de manera que no es posible mostrar exitosamente un ejemplo de manejo sostenido del bosque natural.

A pesar de no tener ejemplos exitosos de manejo del bosque natural para el aprovechamiento sostenido de madera, es necesario tener muy claro que la demanda de madera continuará hasta tanto se tengan las plantaciones suficientes para abastecer la demanda; de manera que se debe seguir intentando la investigación y manejo sostenido del bosque natural aplicando las tecnologías apropiadas y validadas en otros bosques tropicales como Malasia, Indo-

nesia, África, Brasil y Bolivia, pero con una administración gubernamental eficiente y con presencia en los bosques, que garanticen su aplicación a largo plazo.

NUEVAS TENDENCIAS DE LA SILVICULTURA DE BOSQUE NATURAL

Con el agotamiento de los bosques naturales, las nuevas tecnologías sobre aprovechamiento y transformación de la madera, la gran demanda de madera y el auge de las plantaciones comerciales, como la visión más integral del bosque, al igual que los diferentes estudios sobre la valoración de los diferentes bienes y servicios ambientales, el bosque natural se está considerando más como una valiosa reserva de biodiversidad y de bienes y servicios que como proveedor de maderas y bienes extraíbles indiscriminadamente.

Para los países tropicales ricos en biodiversidad, pero pobres en tecnología, una gran alternativa económica es la venta de servicios ambientales y de bienes productos de la biodiversidad.

Diferentes bienes y servicios de los bosques

Bienes

Maderas

Sigue siendo el bien más comercial del bosque. La producción de maderas en troza en el mundo se ha calculado en 152 billones de metros cúbicos/año (FAO, 2001), de los cuales alrededor de cuatro quintas partes provienen de países en desarrollo. La comercialización de los productos industriales puede ascender a US\$140 billones de dólares anuales. A pesar del reconocimiento cada vez mayor de otros productos no maderables del bosque, la madera continúa siendo el producto económico comercial más importante de la mayoría de los bosques.

Leña

Según la FAO (2001), en 1999 se extrajeron 175 billones de metros cúbicos de madera para leña y carbón vegetal, el 90% se consumió en los países en desarrollo. La Agencia Internacional de Energía (IEA, 1998) calcula que el 11% de la energía consumida en el mundo proviene de la biomasa, principalmente leña. El 19% de la energía consumida en China, 42% en India y 35% en los países en desarrollo provienen de la biomasa, con aprovechamientos no sostenibles.

Productos no maderables del bosque (PNMB)

No obstante que la madera constituye el bien más comercializado en el mundo, los productos no maderables ocupan en muchos casos el primer lugar para los pobladores rurales tanto para el autoconsumo como para la venta, siendo en muchos casos la principal fuente de ingreso y sustento para los más pobres. Los bosques ofrecen materiales para construcción, ingresos, combustible, suplementos alimenticios y medicinas tradicionales; el ingreso en efectivo por la venta de PNMB puede ser variable, desde unos cuantos dólares hasta varios miles.

En 1996 el valor estimado del mercado mundial de medicina natural fue aproximadamente US\$14 billones (Genetic Engineering News 1997), siendo Europa el principal mercado, con la mitad del comercio mundial, seguido por Asia, con casi el 36%. El tamaño aproximado del mercado norteamericano de plantas medicinales en ese mismo año fue US\$4 billones. En 1998 el mercado de plantas medicinales en Estados Unidos fue de US\$3.97 billones, más del doble del estimado para toda Norteamérica en 1996 (Brevoort, 1998; Genetic Engineerin News, 1997).

Según Gómez (2006), las transacciones de productos de la biodiversidad superan los 915 billones de dólares/año. La producción mundial de aceites esenciales se estima en 28.2 millones

de toneladas, de las cuales el 85% proviene de países en desarrollo. En gomas, látex y resinas el mercado mundial llega a 2.5 billones de dólares/año y el mercado mundial de plantas medicinales y sus derivados es aproximadamente 20 billones de dólares/año. En 2004 Colombia exportó 17 millones de dólares en follajes, frutas y partes de plantas, semillas o frutos, que representan el 92% de las exportaciones de productos de biocomercio, pero tan solo el 0.1% del total de 18.000 millones de dólares exportados.

Servicios ecológicos

Calidad y cantidad de agua

Sobre la tierra llueve anualmente alrededor de 119.000 kilómetros cúbicos de agua (Shiklomanov, 1993), absorbida en gran parte por los suelos y aprovechada paulatinamente por las raíces de las plantas o depositada en los acuíferos y corrientes superficiales. Pero cuando no hay bosques ni vegetación, esta agua produce erosión y aumenta las posibilidades de desbordamientos y catástrofes, reduciendo la calidad de la misma.

Nasi *et al* (2002) cita a varios autores que calculan las tasas de erosión bajo diversas coberturas, siendo bajas en los bosques naturales (0,3 t/ha/año), en fase de barbecho en cultivos transitorios (0,2 t/ha/año), en plantaciones con conservación de hojarasca y malezas (0,6 t/ha/año). En terrenos cultivados (2,8 t/ha/año), diez veces superior que en bosques naturales; en plantaciones limpias con eliminación de malezas y hojarasca y en pendiente (53 t/ha/año), la erosión también es ocasionada por la construcción de carreteras de extracción y penetración por colonización espontánea, siendo muy superior que las áreas cultivadas.

La pureza del agua para consumo humano, generación de electricidad y pesca es mejor en sitios con cobertura vegetal según evidencias científicas.

Según la FAO (2000), la precipitación media anual en Colombia es 3.000 mm, que suponen un volumen anual de 3 425 km³. De este volumen total, el 61% se convierte en escorrentía, generando un volumen anual de 2 113 km³, con unos rendimientos que varían de 1 o más de 100 l/s/km² y con un promedio de 58 l/s. Los recursos hídricos totales renovables ascienden a 2 133 km³/año. Sin embargo, de acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, el 40% de la oferta hídrica es necesaria para mantener los ecosistemas y preservarlos de alteraciones en la calidad que limiten su disponibilidad. Estos datos muestran que el país es muy rico en oferta hídrica en comparación con otros donde el déficit es muy alto, pero esta oferta debe ser conservada y manejada mediante la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y de los bosques que allí se encuentran.

Regulación del clima

En el aspecto micro, los bosques regulan la temperatura moderando los extremos de esta, pues la cubierta forestal ofrece sombra y refresca la superficie; los bosques actúan como aislantes, bloqueando los vientos desecantes y atrapando el calor, ya que actúan como invernadero local (Nasi *et al.*, 2002).

Secuestro de carbono

Según el Panel Internacional sobre Cambio Climático IPCC (2000), un bosque primario cerrado almacena entre suelo y vegetación cerca de 250 toneladas de carbono por hectárea; si se convirtiera en agricultura o potrero, se liberarían cerca de 200 toneladas de carbono.

El carbono almacenado en los bosques tiene un alto valor económico en la medida que hay un alto riesgo de liberarlo a la atmósfera. Según Nasi *et al.* (2002), un valor de consenso de acuerdo con la revisión de literatura es US\$34/

ton, pero según otros autores puede llegar a US\$50/ton.

Polinización

La polinización es la parte vital de un ecosistema forestal saludable (Nasi *et al* 2002). La mayor parte de los árboles y vegetales requieren de agentes polinizadores diferentes al viento y al agua; más de 100.000 especies de invertebrados sirven como polinizadores en el mundo. La disponibilidad de polinizadores depende de la existencia de gran variedad de ecosistemas y hábitats necesarios para su alimentación, reproducción y ciclo de vida. La polinización realizada por polinizadores silvestres de los bosques cercanos a los terrenos agrícolas en Estados Unidos vale entre US\$4 y US\$7 billones anualmente (Moskowitz y Talberth 1998, citados por Nasi *et al.*, 2002).

Control biológico de plagas y enfermedades

Se calcula que cerca del 99% de plagas y enfermedades de los cultivos son controladas por enemigos naturales, incluyendo pájaros, arañas, avispas y moscas parasitadoras, hongos, bacterias, virus y muchos organismos. Estos agentes de control biológico natural ahorran millones de dólares anualmente a los agricultores y evitan la contaminación ambiental con la reducción del uso de pesticidas químicos. Según Moskowitz y Talberth, citados por Nasi *et al.* (2002), remplazar el control natural por pesticidas químicos significaría alrededor de US\$54 billones de dólares/año. En Costa Rica, una plantación de cítricos paga a un área de conservación adyacente US\$1 por hectárea/año por los servicios ambientales de control de plagas y enfermedades que recibe.

Servicios culturales, estéticos, recreativos y de amenidad

Es cada día mayor la necesidad de la población de tener una recreación natural y de conocer

los bosques, por su escasez y el auge ambientalista, de manera que la demanda por la observación de aves, caminatas, campamentos, ecoturismo, escalada de montañas, paseos en bote, pesca y caza y una gama de otras actividades está en aumento.

Turismo ecológico

En 1996 las actividades recreativas en cinco bosques nacionales de las Montañas Rocallosas produjeron ingresos superiores a un billón de dólares (Krieger 2001). En Costa Rica, un millón de turistas visitaron el país en 2000 y más de la mitad estuvieron en los bosques de áreas protegidas públicas o privadas.

Valores de amenidad

Según Anderson y Cordell (1988), parece que en las ciudades la presencia de bosques o terrenos arbolados aumenta el precio de la propiedad; de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se requieren 9 metros cuadrados de área verde por habitante para tener una calidad de vida aceptable.

Valores culturales

Aunque los valores culturales son más importantes para las personas que viven en los bosques o cerca de ellos, o pueblos vecinos, también se extienden al resto de la población; estos valores sirven para el incremento del turismo ecológico.

En conclusión, por el rápido agotamiento de los bosques naturales y por el auge e interés de la población por los problemas ambientales, cobra gran importancia el bosque por los bienes y servicios no maderables. Es necesario orientar la silvicultura hacia la producción y manejo de estos bienes y servicios, donde la valoración de los mismos debe ser la prioridad, basados en estudios integrales y multidisciplinarios, para conocer la interrelación de todos

sus componentes, bióticos y abióticos. Muy posiblemente en pocos años estos valores superarán a la madera y esta deberá provenir de las plantaciones en su totalidad.

SILVICULTURA DE PLANTACIONES

Hacia finales de la década de los años de 1950 y los de 1960 estuvo en el país una misión de la Secretaría de Agricultura de Estados Unidos, que asesoró al Ministerio de Agricultura en el diseño de políticas de manejo de los recursos naturales y especialmente de las cuencas hidrográficas, originándose de allí las Corporaciones Autónomas Regionales y las primeras plantaciones con pinos y cipreses en las partes altas de las cuencas de los ríos San Cristóbal (Bogotá) y Neusa (Cundinamarca), río Medellín (Piedras Blancas) y río Cali. Esta experiencia influyó en la orientación hacia la silvicultura de plantaciones con pinos y eucaliptos en los programas de Ingeniería Forestal de las universidades Distrital y Nacional de Medellín.

En los años de 1970, con la creación del Indereña y de la División Forestal y Oficina de Investigaciones de Cartón de Colombia, se iniciaron las plantaciones comerciales con *Cupressus lusitanica*, *Pinus patula*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* en las zonas altas y con *Abarco (Cariniana pyriformis)*, *Vochysia ferruginia*, *Terminalia ivorensis* y algunas especies nativas en el proyecto Carare-Opón (Santander) y Las Teresitas (Chocó). Se inició la investigación organizada y con un proceso científico sobre ensayos de procedencias, mejoramiento genético, producción sexual y asexual de especies, fertilización y técnicas de plantación.

Los temas en la investigación silvicultural de plantaciones han tenido el propósito de cubrir todo el proceso silvicultural.

Políticas sobre plantaciones

Han sido diferentes las iniciativas de los gobiernos para fomentar la reforestación en el país, pero infortunadamente no han tenido la efectividad suficiente para el desarrollo de la actividad, de manera que el área reforestada no coincide con los propósitos. En los años de 1970 se destaca la Ley 5, que incentivó la reforestación mediante el cobro de intereses 50% menores que en cualquier otra actividad agrícola y 10 años de gracia para el pago de intereses y abono a capital. Con esta iniciativa se logró reforestar cerca de 50.000 hectáreas, principalmente en los departamentos de Antioquia, Valle, Cauca y Cundinamarca. Por desgracia, no tuvo continuación luego de los años de 1980. Se aprobaron algunos incentivos tributarios, destacándose en 1980 el descuento al impuesto de renta hasta un 20% si se invertía en la reforestación; este incentivo fue muy eficiente en la creación de varias empresas reforestadoras. En 1981 ocurrió la mayor reforestación en toda la historia desde 1970: cerca de 30.000 hectáreas. Se destacan las empresas Refocosta, Compañía Nacional de Reforestación, ambas de la empresa cervecera Bavaria S.A.; Monterrey Forestal, de Pizano S. A.; Reforestadora El Guázimo y Reforestadora San Sebastián, que compraron más de 35.000 hectáreas para reforestar. Sin embargo, como el incentivo se podía emplear una sola vez, no se prosiguió con el entusiasmo reforestador.

En 1994 se aprobó el Certificado de Incentivo Forestal, CIF, similar al creado en Chile en los inicios de los años de 1970, con el cual se reconoce al inversionista por los servicios ambientales que presta la reforestación, mediante el pago del 50% de los costos de instalación de la plantación, si son especies introducidas, de 75% con especies nativas, y 50% para el mantenimiento durante los cuatro años siguientes. Este incentivo ha tenido bastante demanda, pero se puede denominar perverso porque no hay suficiente dinero para abastecerla completamente.

Han existido políticas para el fomento de la reforestación, pero no hay coherencia entre esta y su aplicación. Casi todos los gobiernos desde los años de 1980 han diseñado metas de reforestación, pero en la práctica no las han cumplido por falta de un organismo dedicado a la administración del recurso forestal y de recursos financieros suficientes.

Zonificación de áreas forestales comerciales para reforestación

Aunque no se ha cumplido completamente con la ley 139/94 o ley del CIF, que obligaba a las Corporaciones Autónomas Regionales a realizar en un año la zonificación de las áreas forestales de sus jurisdicciones, en los últimos años algunas de estas han realizado las zonificaciones a través de CONIF, delimitando las áreas aptas para la reforestación comercial y ubicando más de 3 millones de hectáreas aptas.

Selección de especies

Producto de 25 años de investigación del Indereña, de los programas de Ingeniería Forestal y de empresas privadas principalmente de Cartón de Colombia y Pizano S. A. se han ensayado más de 100 especies forestales introducidas y nativas; resultados de estas investigaciones son las especies que actualmente se usan en los programas de reforestación en el país.

A diferencia de Chile, Brasil, Venezuela y otros países con grandes extensiones reforestadas con una sola especie, en Colombia no las hay, a excepción de Gaviotas en el Vichada, donde hay cerca de 7.000 hectáreas plantadas con *Pinus caribaea*, tal vez la mayor extensión, en comparación con Chile que tiene 1.700.000 ha plantadas con *Pinus radiata* y 500.000 ha con *Eucalyptus globulus*. Las estadísticas del sector forestal son muy endeble y no hay una gran veracidad sobre las mismas, por tal razón hay varias versiones sobre el área reforestada

en el país; según el Sief-Minambiente (1998), las especies más plantadas son *Pinus patula* con un área de 53.197 ha, *Eucalyptus grandis* 15.265 ha, *Pinus caribaea* 10.365 ha, *Cupressus lusitanica* 9.982 ha, *Gmelina arborea* 5.083 ha, *Tabebuia rosea* 3.988 ha y *Tectona grandis* 3.501 ha, para un total de 350.000 hectáreas, de las cuales tan solo 120.000 son comerciales. Las especies nativas que se han investigado y plantado son *Alnus acuminata*, *Cariniana pyriformis*, *Anacardium excelsum*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda copaia*, *Juglans neotropica*, *Pochota quinata*, *Quercus humboldtii*, *Schizolobium parahibum* y *Tabebuia rosea*. Se tienen datos de propagación y crecimiento de: *Callophylum marie*, *Centrolobium paraense*, *Nageia rospigliosii*, *Cedrelinga cataeniformis*, *Virola reedii*, *Virola sebifera*, *Ceiba pentandra*, *Ochroma lagopus*, *Didimopanax morototoni* y *Swietenia macrophylla*. Desde la liquidación del Inderena en 1994, no se han vuelto a medir los ensayos instalados, ni se han instalado nuevos sobre especies y procedencias por parte de entidades estatales. Las estaciones forestales experimentales que por más de 15 años estuvieron instalando y evaluando los ensayos, se terminaron y se perdió toda la investigación allí realizada, destacándose La Espriella en Tumaco, San Isidro en el bajo Calima, Buenaventura; Choromandó en Apartadó, Las Teresitas en Chocó, San José del Guaviare y Carare-Opón en Santander.

Fuentes semilleras

El mejoramiento genético como parte de la silvicultura de plantaciones es el que más cosecha ha recogido, por las ganancias genéticas obtenidas desde el inicio del programa de Cartón de Colombia en 1970 con la instalación del primer huerto semillero clonal de *Cupressus lusitanica* en Popayán en 1976; luego se han instalado huertos semilleros de las siguientes especies: *Alnus jorullensis*, *Cordia alliodo-*

ra, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus*, *Gmelina arborea*, *Pinus patula*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumanii*, *Pochota quinata*, *Tabebuia rosea* y *Tectona grandis*.

Estos huertos tienen la capacidad de producir la semilla de calidad y en cantidad suficiente para los programas de reforestación que se programen en el país, el cual posee más huertos semilleros de diferentes especies tanto introducidas como nativas que países con mayor área reforestada como Chile y Venezuela. Con estas fuentes semilleras y las ventajas comparativas de clima y suelos forestales, los rendimientos y ganancias genéticas garantizan crecimientos superiores a los 25 metros cúbicos por hectárea, muy por encima a los de Chile y países de climas templados.

Manejo de semillas

En 1978 el Inderena creó el Banco Nacional de Semillas Forestales, ubicado en la estación experimental La Florida, municipio de Cota, dentro del parque del mismo nombre. Allí se investigaron todos aspectos de fisiología y sanidad y se determinaron los protocolos de almacenamiento y germinación de más de 50 especies forestales; infortunadamente, con la terminación del Inderena, la estación fue desmantelada y el banco se clausuró. En 2000 se inauguró un nuevo banco de semillas con infraestructura y presupuesto más reducidos en las instalaciones de Conif.

Producción en vivero

A pesar de la incipiente reforestación en el país, gracias al proceso investigativo de Cartón de Colombia, la producción sexual y asexual de árboles en vivero ha progresado bastante; en los años de 1970, hasta finales de los de 1980, los árboles se producían en bolsa de polietileno negro; luego se ensayaron otros envases de papel, tela asfáltica, raíz desnuda y, final-

mente, bandejas plásticas, envolturas de tela con sustrato de turba importada de Canadá y tubetes de plástico reutilizables. Con estos últimos recipientes, la eficiencia y reducción de costos, aunado a la calidad de las plántulas ha sido sobresaliente; las pérdidas en vivero y en la reforestación se han reducido y han sido significativos los rendimientos en crecimiento en los primeros meses.

En cuanto a la producción in vitro, se han realizado investigaciones en varias especies forestales tanto introducidas como nativas, pero no como producción masiva, en las universidades Javeriana en Bogotá y Católica de Oriente en Rionegro (Antioquia).

Técnicas de plantación

Se ha comprobado que la roturación de los suelos, sobre todo aquellos que han sido pastoreado por muchos años, es definitiva para airearlos, aumentarles la porosidad y de esta manera facilitar el desarrollo radicular, de manera que no se puede solamente limpiar y ahoyar para plantar, sino que es necesario realizar un estudio detallado de las propiedades físicas y químicas de los suelos para determinar sus deficiencias y corregirlas con tratamientos igualmente físicos y químicos.

La densidad de plantación, que en los años de 1960 y 1970 era superior a 1500 árboles por hectárea, e incluso superior a 2.000, como sucedió en Neusa (Cundinamarca) y Piedras Blancas (Medellín), se ha reducido a 1000, y menos, para favorecer el desarrollo de los árboles y evitar altos costos de manejo y aclareos.

Manejo de plantaciones

Debido a la deficiente actividad reforestadora, no se ha avanzado mucho en las prácticas de aclareos y podas. Cartón de Colombia, líder en la investigación silvicultural, no hace aclareos

ni podas, ya que su producto final es madera rolliza para pulpa, que no requiere estos tratamientos. Las investigaciones sobre el tema de aclareos y podas han sido reducidas; solo Conif ha realizado algunas en aclareos de *Pinus patula* en Quindío durante 1985, *Apeiba aspera* en Tumaco, y distanciamientos en *Tabebuia rosea* en Magdalena.

Sobre fertilización y nutrición, Cartón de Colombia tiene su protocolo de fertilización para las especies utilizadas en su proyecto de reforestación: *Pinus patula*, *Eucalyptus grandis*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus oocarpa*, habiendo realizado estudios de calidad de sitio y nutrición. También las Universidades Distrital y Nacional de Colombia han realizado estudios de nutrición forestal, determinando los niveles de nutrición de las especies *Cordia alliodora* y *Eucalyptus grandis*. Sobre microorganismos simbióticos indispensables para la nutrición de los árboles, como las micorrizas y los rizobium, se han realizado investigaciones para los pinos, eucalyptus y algunas especies nativas como *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Quercus humboldtii*, *Cedrela odorata* y *Juglans neotropica*. Sin embargo, falta más investigación.

Control de plagas y enfermedades

Desde los años de 1970 comenzaron a presentarse las plagas y las enfermedades en las plantaciones forestales con los ataques al *Cupressus lusitanica* y al *Pinus patula* por los lepidópteros *Glena bisulca* y *Oxidia trichiata*, que fueron controladas biológicamente con la producción de avispas, hongos y bacterias. En los de 1980 el Inderena creó por el Servicio Nacional de Plagas y Enfermedades con sede en Piedras Blancas, Antioquia, y una subsele en Bogotá. Se realizaron colecciones de insectos dañinos y estudios de enfermedades de origen biótico y abiótico con varias publicaciones y guías técnicas para los reforestadores y asistentes técnicos pero, al igual que en las demás

dependencias del Inderena, esta labor terminó con la creación del Ministerio del Medio Ambiente en 1993. Conif prosiguió durante unos pocos años el programa de protección forestal y publicó unas guías de enfermedades y de insectos dañinos en plantaciones forestales, elaboradas por Luis Alberto Ramírez y Olga Patricia Pinzón. En la actualidad no existe un programa de sanidad forestal en el país para afrontar los problemas sanitarios que se presentan en las plantaciones.

Índices de sitio y modelos de crecimiento

Los estudios de calidad de sitio para determinar los factores ambientales que inciden en el desarrollo de las especies, son de vital importancia para determinar el crecimiento de las mismas. Estos se iniciaron en 1970 con el estudio de índice de sitio del *Cupressus lusitanica* en Piedras Blancas y del *Eucalyptus globulus* en la sabana de Bogotá en 1975. Siguiéron los de *Pinus patula*, *Acacia decurrens*, *Eucalyptus grandis* y *Cordia alliodora*, pero faltaron las demás especies objeto de la mayor reforestación en el país. Basados en estos estudios y en la instalación de parcelas permanentes de crecimiento, se elaboran los modelos de crecimiento, básicos para determinar el crecimiento de las especies y programar los diversos tratamientos de manejo como aclareos, fertilizaciones y podas.

Los avances en investigación silvicultural de plantaciones no se reflejan en el área reforestada. Colombia ocupa un modesto lugar comercial (140.000 hectáreas después de Brasil (5 millones), Chile (2,5 millones), Argentina (1 millón), Venezuela (900.000), Perú (650.000), Uruguay (630.000), Cuba (500.000) y Costa Rica (180.000), según datos de la FAO (2005).

Sistemas agroforestales

Estos sistemas de uso de la tierra son recomendados para las áreas de vocación forestal

ocupadas por pequeños propietarios o de escasos recursos, que deben permanecer en ellas por falta de tierras agrícolas apropiadas para los cultivos limpios. En consecuencia, los sistemas agroforestales combinan especies forestales perennes con especies agrícolas anuales y animales mediante cultivos simultáneos o secuenciales. No son sistemas novedosos, sino rescatados de los métodos de cultivo de la tierra de los indígenas precolombinos, que mediante cultura migratoria, inicialmente, y luego sedentaria, cultivaban sus especies agrícolas en pequeñas áreas taladas durante pocos años, que luego dejaban enrastrójar o en barbecho para recuperar los nutrientes perdidos básicamente por la lixiviación de los suelos. Estos sistemas fueron modificados y enriquecidos por los agricultores de montaña con los cultivos perennes, como café y cacao, sembrados simultáneamente con árboles forestales que les proporcionaban sombra, y la crianza de ganado vacuno en dehesas o bosques abiertos, de los que obtenían sombra y forraje. Los primeros estudios e investigaciones agroforestales se realizaron en el bajo Calima en los años de 1970 y luego en diferentes partes del país en las estaciones experimentales del Inderena, que luego continuaron Conif y otras entidades gubernamentales o privadas, como Cenicafé, Corpoica, Corporaciones Autónomas Regionales, CIAT, Cipav y las universidades con programas agropecuarios y forestales. Las investigaciones se basan en caracterización de los sistemas agroforestales en las diferentes regiones y climas, ensayos de diferentes especies agrícolas, forestales y pecuarias, arreglos de asociaciones y sistemas, tanto simultáneos como secuenciales, y valoración de los beneficios ambientales, económicos y sociales que estos sistemas producen.

Arboricultura urbana

A medida que la población humana crece y se sedentariza va creando ciudades cada vez más

grandes. La concentración en las ciudades ocasiona problemas ambientales, sociales y económicos que crecen cada día. El bosque y los árboles, que en lugares distantes no tienen mayor valor económico, toman importancia por su escasez y los beneficios ambientales para las ciudades. Según la Organización Mundial de la Salud, se requieren mínimo 9 metros cuadrados de área verde por habitante para tener una calidad de vida aceptable.

Son pocos los estudios realizados en los árboles urbanos. Xiao (1998), en estudio realizado a la especie arbórea *Pyrus calleryana*, en Davis, California, encontró mayor biomasa foliar en la especie que crece en lugares abiertos de la ciudad, comparada con la de los árboles de los bosques (93 m²-187.6 m²). En Sacramento, Phoenix y Lake Charles, en Estados Unidos, se determinó que con 3 árboles maduros alrededor de la casa se ahorra entre 25% y 43% de la energía empleada para aire acondicionado, y de 12 a 23% en la época de invierno para detener los vientos fríos del norte (Huang *et al.*, 1987).

La reducción neta anual de CO₂ atmosférico por la existencia de bosques urbanos en Sacramento y Chicago fue estimada en 304.000 toneladas (12 ton/ha) y 516.002 toneladas (15 ton/ha), respectivamente.

El dióxido de carbono emitido en Sacramento por el transporte, la electricidad y el gas natural usados es estimado en 17 millones de toneladas/año; el CO₂ removido por el programa equivale al 18%.

Los 8 millones de toneladas de CO₂ almacenadas por los árboles en Sacramento durante varios años equivalen al 50% de las emisiones anuales.

En Chicago, el CO₂ almacenado por los árboles equivale al CO₂ liberado por los residentes durante 5 meses (Nowak 1994). En Sacramen-

to, se plantaron 188.000 árboles entre 1991 y 1995, y se realizó un estudio sobre el beneficio en la fijación de CO₂.

En 1995 en Portland, la comunidad plantó 375.000 árboles financiados por la empresa de energía eléctrica; el programa involucró a más de 40.000 voluntarios. Los árboles se plantaron en avenidas, parques, residencias y escuelas; se estimó que una vez maduros, los árboles fijarían 73.000 toneladas de CO₂ a un costo de US\$31/ton.

Son muchos más los beneficios ambientales de los árboles urbanos, entre los cuales se destacan albergue de aves y demás fauna silvestre, diversidad, verdor y belleza escénica, privacidad y aislamiento de ruidos y cortinas rompevientos y corredores biológicos para conectar la fauna silvestre con la ciudad.

Para diseñar un paisaje urbano o una arborización, se debe tener conocimientos de silvicultura o arboricultura urbana e investigar sobre la fisiología de los árboles para determinar dónde plantar, qué especies plantar, cómo y dónde producir los árboles y qué tamaño utilizar, y cómo mantenerlos: fertilización, podas, curaciones y sanidad vegetal. La ausencia de estos conocimientos básicos llevaron a plantación indiscriminada que produjo grandes daños a la infraestructura urbana (andenes y vías levantados, obstrucciones de tubos de acueducto y alcantarillas, cuerdas de conducción eléctrica rotas, accidentes y heridas a peatones).

La fase más moderna de la silvicultura es la arboricultura urbana, que tiene gran campo de acción para lograr una arborización técnica que ofrezca beneficios ambientales a la comunidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, L., Cordell, H. 1988. Influence of Trees on Residential Property Values

- in Athens, Georgia, *Landscape and Urban Planning*, 15, 153-164.
- Brevoort, P. 1998.** The Booming U.S. Botanical Market: A new Overview. *Herbalgram* No. 4:33-45.
- Colmenares G. 1983.** La economía y la sociedad coloniales. 1550-1800. Manual de historia de Colombia. Tomo I, pp. 255-298. Círculo de Lectores. Bogotá.
- FAO. 2000.** Aquastat. Dirección de fomento de tierras y aguas. Roma.
- FAO. 2001.** Estado de los bosques a nivel mundial. Roma.
- FAO. 2005.** Estado de los bosques a nivel mundial. Roma.
- Genetic Engineering News. 1997.** Germany Moves to the Forefront of the European Herbal Medicine Industry. 17(8):14.
- Gómez, A. J. 2006.** Lecciones de Curitiba. *El Espectador*, julio 22.
- Huang, Y.; J. Akbari, H.; Taha, H. 1987.** The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 26. September: 1103-1116.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, Icfes. 1995.** Educación forestal. Actualización y modernización de los planes de estudio de Ingeniería Forestal. Bogotá. 56 p.
- Instituto Nacional de Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. 1998.** El medio ambiente en Colombia. Bogotá. 495 p.
- International Energy Agency. 1998.** Energy Statistics and Balances of Non-OECD countries 1995-1996. IES, Paris.
- IPPC. 2000.** Land Use, Land Use Change and Forestry. Summary for Policy Makers. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP, WMO.
- Krieger, D. J. 2001.** The Economic Values of Forest EcoSystem service: A Review. The Wilderness Society <http://www.wilderness.org/>
- Nasi, R., Wonder, S., Campos J. J. 2002.** Servicios de los ecosistemas forestales. ¿Podrían ellos pagar para detener la deforestación? GEF, CIFOR, CATIE (serie técnica No. 331). Turrialba, Costa Rica. 41 p.
- Nowak, D.J. 1994.** Atmospheric carbon reduction by urban tree. *Journal of Environmental Management* 37:207-217.
- Patiño, V. M. 1972.** Cespedecia. Vol I, No. 3. Cali. 180 p.
- Pinzón, E. 1991.** Historia de la ganadería bovina en Colombia. Banco Ganadero. Suplemento Ganadero. Bogotá.
- Sief. 1998.** Sistema de Información Estadística Forestal. Ministerio del Medio Ambiente. Reporte de trabajo. Bogotá.
- Xiao, Q. 1998.** Rainfall interception by urban forest. Davis. University of California. 184 p.
- Yepes Pérez F. 2001.** Ganadería y transformación de ecosistemas; un análisis ambiental de la política de apropiación territorial. En: *Naturaleza en disputa*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pp. 117-173.