

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/R.1602  
29 de diciembre de 1995

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

## LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR FORESTAL DE AMÉRICA LATINA

Este documento fue preparado por Liudmila Ortega, consultora de la Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, en el marco del Proyecto sobre Promoción de la integración social y económica de los pequeños y medianos agricultores a la agroindustria, bajo el convenio de cooperación de la CEPAL, la FAO y el Gobierno de Alemania a través de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Las opiniones de este trabajo, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de la exclusiva responsabilidad de la autora y pueden no coincidir con las de la Organización.

95-12-1532



## ÍNDICE

	<u>Página</u>
Resumen .....	v
Introducción .....	1
I. RASGOS GENERALES .....	2
II. LAS PLANTACIONES FORESTALES. DESARROLLO CIENTÍFICO-TÉCNICO .....	5
1. Brasil .....	5
2. Chile .....	11
III. LA INVESTIGACIÓN DEL BOSQUE NATURAL .....	18
1. Los bosques tropicales y templados .....	20
2. Los manglares .....	23
IV. LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM). ESTUDIOS EN AMÉRICA LATINA .....	29
Conclusiones .....	38
Bibliografía .....	39



## Resumen

América Latina es asiento de enormes recursos forestales que comprenden una variada gama de bosques, tanto de regiones tropicales como templadas. Sin embargo, en contraste con esta riqueza, el aporte del sector forestal al producto interno bruto (PIB) de la región es aún bajo, siendo un rasgo general para los países de América Latina la subutilización de los macizos forestales, situación que va aparejada a una fuerte deforestación.

Estimaciones recientes indican que irá en aumento el consumo de productos forestales que la región importa, así como la demanda del mercado internacional por producción que América Latina puede ofrecer. En el aumento del consumo de productos forestales gravitará la tendencia creciente del comportamiento demográfico y la actividad económica de la región, así como la preferencia por consumir bienes de origen natural, sumados al alza en la demanda de leña y otros productos, bienes, servicios y beneficios que proporcionan los bosques.

Las necesidades del desarrollo y de la solución de los problemas económicos y sociales planteará ante la región la tarea de incorporar el bosque natural a una explotación sustentable, pero de gran envergadura. El logro de este objetivo requiere del conocimiento científico de ese recurso con el propósito de su aprovechamiento racional. En ello radica la importancia del estudio del bosque natural.

Por esta razón se estimó interesante realizar una revisión, aunque aún aproximada, de la actividad científica y técnica dedicada a la silvicultura en la región y es propósito del presente artículo dar a conocer sus resultados.

El documento comprende el desarrollo de la innovación tecnológica dedicada a las plantaciones forestales de Brasil y Chile, así como el estado de la investigación referente al bosque natural en la región. Una parte de esta sección está dedicada al estudio de los manglares. Se consideró interesante hacer un recuento de los esfuerzos que se realizan en la región con el fin de profundizar en el conocimiento de las especies que aportan productos forestales no madereros.



## Introducción

Es difícil sobrevalorar la importancia de los recursos forestales que posee América Latina. Esta significación atañe también a todo el planeta si consideramos que uno de los roles fundamentales de las masas boscosas es el mantenimiento del equilibrio climático y ecológico y que en la región se localiza el mayor porcentaje (aproximadamente 27%) de la superficie total de los bosques de la tierra. En ella se asientan tanto bosques naturales tropicales, en toda su gama, como bosques naturales templados. Estas formaciones juntas cubren una superficie aproximada de 956 millones de hectáreas. Sumado a ello, los recursos forestales artificiales (plantaciones) adquieren cada vez más importancia. En la actualidad, abarcan cerca de 16 millones de hectáreas. El bosque tropical es el recurso más abundante, constituyendo cerca de la mitad de los bosques tropicales densos del mundo, lo que confiere a América Latina una responsabilidad enorme en lo que a su estudio y aprovechamiento racional se refiere.

El aporte del sector forestal al PIB regional es aún bajo, representando menos de 2%. En 1990, del total de personas empleadas en la agroindustria, 15% correspondía a la actividad maderera. Sin embargo, se debe considerar que el desarrollo de las actividades vinculadas a los bosques origina un impacto multiplicador de demanda de fuerza laboral y movimiento de capital en sectores conexos como transporte, comercio, financiamiento, arriendos, seguros o actividades indirectas como investigación, educación y capacitación. Además, el bosque proporciona una diversidad de bienes, servicios y beneficios, que implican ocupación e ingresos para la población rural, que muchas veces en la región pasan inadvertidos para las estadísticas nacionales, tales como la recolección de frutos, hongos y semillas, plantas medicinales, leña, miel y materia prima para la artesanía, producción de resinas y aceites esenciales, así como la caza y el turismo.

La región está produciendo anualmente un volumen aproximado de 440 millones de metros cúbicos de madera, lo que representa aproximadamente 12% de la producción mundial de madera en trozo. Es interesante consignar que, de este volumen, sólo 30.4% se emplea con fines industriales y casi 70% se utiliza como fuente de energía en forma de leña y carbón vegetal. Se considera que el consumo del bosque como fuente energética seguirá en aumento, creando en algunas zonas de América Latina agudos déficits.<sup>1</sup>

Estimaciones recientes indican que irá en aumento el consumo de productos forestales que la región importa, como también la demanda del mercado internacional por producción que América Latina puede ofrecer. Sin embargo, en el presente, el sector forestal encierra una paradoja: por un

---

<sup>1</sup> En relación a las necesidades de leña y carbón en América Latina, ver Venegas, 1993.

lado, se observa una fuerte deforestación <sup>2</sup> y un deterioro de las masas boscosas, las cuencas y la biodiversidad. Asimismo, las dificultades cada vez mayores de grandes sectores de la población para proveerse de energía con el fin de cubrir necesidades elementales. Por otro, la presencia de enormes macizos forestales subutilizados y que podrían suplir las necesidades del mercado interno, la exportación y la industria.

En esta situación se conjugan factores socioeconómicos, políticos y culturales.

En el presente, y planteados los serios problemas del desarrollo económico de la región, la persistencia de la pobreza y el deterioro ambiental, urge la incorporación de los bosques naturales a una explotación sustentable, pero de gran envergadura. Si recordamos que el comercio mundial de productos forestales se incrementará en forma sostenida, que el comportamiento demográfico y la actividad económica de la región presentarán en el futuro una tendencia creciente, así como la preferencia por consumir bienes de origen natural, sumados al alza en la demanda de leña y otros productos, bienes, servicios y beneficios que proporcionan los bosques, podemos concluir que América Latina se verá obligada a desarrollar su potencial forestal. El logro de este objetivo requiere del conocimiento científico de esa riqueza natural con el propósito de su aprovechamiento racional y sustentable. Semejante enfoque permitirá la conservación de su equilibrio endógeno y la multiplicación de sus especies más promisorias en plantaciones artificiales técnicamente manejadas. En ello radica la importancia del estudio del bosque natural, el cual representa 46% de la superficie territorial de la región.

## I. RASGOS GENERALES

Estudios realizados por diversas instancias de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) y otros organismos internacionales referentes a los recursos forestales dan cuenta de la pobreza de la investigación, extensión y capacitación que experimenta dicho sector en América Latina. Se considera crónica la carencia de recursos humanos y materiales para esas actividades, como para transferencia tecnológica e intercambio de información sobre el tratamiento de los bosques y el aprovechamiento multifacético de sus productos. En general, esta situación proviene de una tradicional subestimación de los bosques como recurso productivo que en gran parte de la región sólo ha comenzado a revertirse. En aquellos países donde se valoraron económicamente, surgió la necesidad de estudiarlos y a partir de ahí la investigación adquirió su propia dinámica. El énfasis, sin embargo, se ha puesto en las plantaciones artificiales de pino insigne y eucalipto, fuente preponderante de materia prima para la industria de pulpa, celulosa y papel. Se puede decir que el estudio de los bosques naturales tropicales y templados está aún en sus primeras etapas.

---

<sup>2</sup> Durante los últimos 30 años, en la región se han eliminado más de 200 millones de hectáreas de bosque tropical. Se considera que la deforestación anual es de 7.2 millones de hectáreas y que la pérdida anual de biomasa alcanza a 52% del total que desaparece en el mundo (FAO, 1995a y 1995b).

Es interesante destacar que la silvicultura es una materia bastante nueva a nivel mundial (200 años), comparada con la agricultura (10 000 años). Ello ha retroalimentado hasta fechas recientes el enfoque referente a que la actividad forestal es eminentemente recolectora, concepto que en América Latina se ha prolongado demasiado tiempo.

Hasta fechas recientes, en muchos países latinoamericanos persistió la idea de que el suelo desprovisto de bosque es más valioso que el que lo posee y la deforestación se consideró una mejora. Ello ha estado condicionado, en última instancia, por estructuras monopólicas precapitalistas de tenencia de la tierra que, combinadas con una fuerte presión demográfica, han obligado a grandes sectores rurales a invadir terrenos de vocación forestal.

Como una primera aproximación a la sistematización del conocimiento de los recursos forestales se puede decir que las causas que han motivado su estudio radican en dos corrientes: la explotación comercial de los bosques artificiales (plantaciones) para la elaboración de celulosa, pulpa y papel (en países como Argentina, Brasil, Chile y México) y la incorporación al pensamiento económico, social y político de las variables ecológicas y la preocupación por la degradación del medio ambiente. Esta inquietud, en general, ha partido desde planteamientos con carácter global de organismos internacionales y en lo que atañe a América Latina, por la necesidad de salvaguardar los bosques tropicales, considerados un patrimonio natural extraordinariamente valioso para la conservación de la vida en el planeta.

Es decir, el estudio de los bosques en grandes regiones de América Latina y el Caribe se está desarrollando en base a políticas públicas orientadas por la cooperación internacional y que han partido de preocupaciones por resolver problemas ecológicos que, en las condiciones actuales se entrelazan íntimamente con problemas sociales y del desarrollo y que amenazan con convertirse en graves crisis, sobre todo lo que tiene relación con la población y la pobreza rurales.

Se ha constatado que en la mayoría de los países de la región se han agudizado los problemas que atañen al uso de la tierra de aptitud forestal al continuar el avance de la frontera agrícola y pecuaria a costa de la eliminación del bosque nativo, lo cual atenta contra la biodiversidad de la flora y la fauna.<sup>3</sup>

Originado en estas inquietudes, el enfoque de las actividades forestales ha evolucionado rápidamente hacia una mayor valoración del rol de los árboles, los bosques y las tierras forestales en la conservación del medio ambiente y el desarrollo rural. A partir de ahí, se han incorporado estudios relativos a la ordenación de cuencas hidrográficas, manejo de fauna silvestre, los sistemas agroforestales, el control de la desertificación y la reforestación y el manejo de los bosques con fines energéticos. En la mayoría de los países de la región, el estudio de estos recursos se encuentra en etapa de reflexión y conocimiento de su real situación y la búsqueda de los métodos idóneos para su cuantificación y clasificación con el fin de incorporarlos al desarrollo sustentable. En este empeño está jugando un fuerte papel la iniciativa Plan de Acción Forestal en los Trópicos (PAFT) impulsada por la FAO en base al cual se están elaborando los planes nacionales. Estos, además de poner en el tapete de las acciones públicas urgentes la valoración de todos los aspectos que atañen a los bosques,

---

<sup>3</sup> Esto contradice los grandes avances científicos mundiales, sobre todo en biotecnología, que podrían incrementar los rendimientos de la producción forestal para resolver problemas energéticos, de vivienda y para el logro de la diversificación de exportaciones.

incluyen programas y proyectos de investigación, transferencia tecnológica y capacitación forestales y agroforestales. Se prevé que estos sean financiados por la cooperación internacional.

Es común a los países donde la explotación comercial de los bosques se encuentra en una fase avanzada (Brasil, Chile, México) que el Estado haya iniciado el estudio en este campo, conformándose posteriormente un sistema de investigación científica y tecnológica formado por universidades, entidades públicas, Organizaciones no Gubernamentales (ONG) y empresas privadas del sector, así como instituciones encargadas del financiamiento de proyectos.

Es posible decir que la región muestra dos grupos de países en dependencia del nivel alcanzado por la investigación e innovación tecnológica en el área forestal:

1. Aquellos donde existe una fuerte incorporación de tecnología y un avanzado proceso de investigación que comprende distintos peldaños (adaptativa, básica, etc.) e incluso ha comenzado un proceso de "investigación de la investigación". Es decir, elaboración teórica de los indicadores de evaluación de la investigación científica en el campo forestal (Brasil, Chile). Como decíamos, la actividad en este grupo de países se ha centrado mayormente en las plantaciones y especies exóticas destinadas a estas. Aunque se están desarrollando programas, sobre todo en universidades, destinados al conocimiento del bosque natural.

2. Países donde se están instituyendo o reforzando entidades encargadas de organizar la investigación científica en el campo forestal. Se trata de la mayoría de naciones latinoamericanas, aunque esta situación muestra distintos grados en la región. La investigación en muchos países tropicales está en gran parte dedicada al aprovechamiento de los productos forestales no madereros, aunque en cierta medida también se están estudiando los bosques nativos. En este grupo se destacan Colombia, Costa Rica y Venezuela, los cuales poseen un sistema ramificado de instituciones de apoyo e investigación del sector forestal; en el primer país se han hecho evaluaciones cualitativas de los estudios realizados, para detectar los vacíos en el conocimiento.

En la región centroamericana es donde se observa la mayor carencia de investigación en esta área, aunque ONG y el sector público han comenzado a desarrollar esfuerzos para revertir esta situación. Para Centroamérica son urgentes medidas de ordenamiento y protección de los bosques, integradas a programas de desarrollo rural, pues, por razones socioeconómicas, se está poniendo en peligro la supervivencia de los bosques densos tropicales, quizás con excepción de Costa Rica, donde hay un mayor adelanto en investigación y manejo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Se ha constatado que en el Istmo centroamericano, los indicadores de deforestación y degradación de la biomasa son muy altos y están particularmente unidos, en comparación con otras regiones de América Latina. Según la FAO, la degradación se refiere a las modificaciones del ecosistema forestal que perjudican a las masas arbóreas, a la fauna o al entorno y que merman el potencial, disminuyendo la capacidad de producción.

## II. LAS PLANTACIONES FORESTALES. DESARROLLO CIENTÍFICO-TÉCNICO

No obstante que la superficie en plantaciones es aún reducida, pues sólo representan 1.8% del total de recursos boscosos de la región, de ellas proviene no menos de 40% del total de la producción de madera con fines industriales. Su establecimiento ha tenido como propósito fundamental servir de materia prima a las industrias de pulpa y papel, siendo el pino insigne y el eucalipto las especies más utilizadas, debido a su rápido crecimiento y fácil adaptación a diferentes climas y suelos. En Argentina y Brasil una parte de las plantaciones se dedica a fines energéticos. Argentina, Brasil y Chile concentran más de 75% de la superficie plantada y es en estos países donde más se ha avanzado en su investigación.

### 1. Brasil

En Brasil, país que cuenta con una fuerte industria forestal, se destaca la profundidad de la investigación y la innovación tecnológica en este campo. Sumo interés reviste la aplicación de la biotecnología, que ha tenido un fuerte desarrollo en diversas esferas, presentando los rasgos siguientes:

- En la difusión de esta ciencia están presentes el sector público, así como empresas privadas comerciales que se dedican a la investigación e instituciones universitarias. Según un levantamiento de la Secretaria de Biotecnología del Ministerio de Ciencia y Tecnología se han identificado 127 instituciones públicas y privadas relacionadas con la actividad.

- En el proceso de desarrollo biotecnológico han jugado un fuerte papel los equipos nacionales de investigadores provenientes de las instituciones académicas. Algunas de las empresas más exitosas del área agropecuaria fueron fundadas por profesores e investigadores de universidades de Río de Janeiro y Vicosa. Actualmente algunos ejecutivos de empresas son al mismo tiempo investigadores de universidades.

- Son numerosas las empresas del área agropecuaria dedicadas a la biotecnología que nacieron y funcionan con capitales nacionales. Se ha dado el caso de entidades que nacieron como filiales de empresas transnacionales y luego se desligaron de la matriz, constituyéndose en empresas nacionales.

- El sector agropecuario ha sido la puerta de acceso más factible a corto plazo para desarrollar las investigaciones biotecnológicas. Ello ha estado relacionado con la producción de semillas mejoradas, produciéndose asociaciones entre empresas universitarias de biotecnología y empresas tradicionales del ramo de semillas.

Algunas de estas firmas derivaron después en productoras de "semillas" micropropagadas por cultivo de tejidos para el sector forestal (BIOMATRIX, AGROCERES).

- Las empresas dedicadas a la actividad tienen dos líneas de acción: venta de productos y venta de tecnología. Se especializan en la producción de semillas libres de virus a partir del cultivo de tejidos y por propagación clonal.

En Brasil se ha afianzado la idea de que la biotecnología es una herramienta importante para elevar la productividad del sector forestal. En el área productiva hay ejemplos de implementación de

avances aplicados al mejoramiento de la calidad de la madera y el rendimiento en la fase silvícola. Los dos mayores impactos se relacionan con el aumento en la producción de pulpa por unidad de área y la elevación de la calidad de la fibra. Es un proceso fuertemente vinculado a las empresas productoras de celulosa y papel, que buscan posibilidades de reducir gastos en energía e insumos químicos. Las técnicas utilizadas tienen como objetivo el mejoramiento genético y la clonación (propagación vegetativa y micropropagación). Estas técnicas también permiten obtener la elevación de la resistencia a las plagas y la adaptación de variedades forestales a diferentes tipos de suelos y climas.

El mayor éxito en el sector forestal se ha obtenido en eucalipto, obteniéndose alta productividad al utilizarse la propagación vegetativa. Con dicha especie y con *Pinus Taeda* se realizan investigaciones para la micropropagación *in vitro* que dé lugar a la generación, a escala industrial, de semillas y plántulas con mayor resistencia a plagas y mayor adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y climas.

Las perspectivas para el sector de producción de celulosa se ven vinculadas a la identificación de hongos productores de ligninasas y al aislamiento de variantes celuloso-negativas con baja exigencia de oxígeno, de forma que estos microorganismos puedan ser utilizados en el blanqueamiento de fibras celulósicas. Esta tecnología podría economizar entre 20 y 25% de la energía usada en los procesos de obtención de pulpas.

La aplicación rápida de los resultados de las investigaciones en el área productiva ha sido posible por la estrecha vinculación de las empresas que, asociadas con carácter precompetitivo, se han organizado en torno a instituciones académicas públicas Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros (ESALQ), CTCP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). De esta manera, la innovación tecnológica se diseña a partir de los requerimientos a corto plazo de la esfera productiva.

Las empresas vinculadas a las instituciones biotecnológicas son Aracruz Celulosa; Companhia Suzano de Papel y Celulosa, y Klabin Forestal Guaíba Ltda.

Las principales empresas son de capital nacional y detentan más de 90% del fondo accionario del sector. De las cuatro más grandes empresas de celulosa sólo una es de capital mixto con Japón.

Lo interesante en algunos casos es que las empresas mismas no sólo se vinculan a estudios de las instituciones académicas, sino que también desarrollan autónomamente un proceso sostenido de investigación. Es el caso de Aracruz Celulosa.

Esta empresa comenzó sus operaciones en 1967 en el Estado de Espírito Santo al norte de Río de Janeiro, en condiciones de suelos degradados por una explotación inadecuada y con plantaciones de baja productividad. El mejoramiento de las condiciones productivas se abordó emprendiendo un trabajo sistemático iniciado un año después de la fundación de la empresa. En complemento con los recursos propios, se buscó la colaboración con universidades e instituciones nacionales e internacionales con las cuales la empresa mantiene un intercambio permanente mediante el apoyo a la elaboración de cursos y tesis de posgrado. Actualmente la gerencia de tecnología forestal cuenta con dos funcionarios con título de Doctor, dos con el de Magister y con dos ingenieros forestales.

El trabajo de investigación comprendió las siguientes etapas:

- En 1973 se dio inicio a un programa de mejoramiento genético con la introducción y evaluación de 55 especies y 2 160 variedades de eucalipto originarias de Australia e Indonesia. El objetivo era mejorar las plantaciones con colonias adaptadas a las áreas de la empresa.

- De entre las 55 especies evaluadas se seleccionaron dos (*Eucalyptus Grandis* y *Eucalyptus Urophylla*) por mostrar mayor rendimiento. Estas especies fueron cruzadas y se emprendió la producción de semillas híbridas interespecíficas, para lo que se organizaron dos sementeras de estas y cinco más de otras variedades.

- Se desarrolló la producción a gran escala de semillas híbridas interespecíficas que inclusive se exportaron a Australia a un precio seis veces mayor al del valor normal del mercado.

- El siguiente período consistió en la evaluación, hasta la edad de corte, de las especies plantadas y en la selección de los mejores individuos. A partir de 1975 se comenzaron estudios para perfeccionar el método de propagación vegetativa mediante el enraizado de estacas.

- La empresa pudo iniciar, a partir de 1979, el establecimiento de bosques clonales de elevada productividad en relación con el trasplante de árboles producidos por semillas en viveros.

- En 1986 comenzó un perfeccionamiento en la selección de clones para las plantaciones industriales, mediante la realización de experimentos con el propósito de evaluar la interacción entre genotipo y medio ambiente. En 1992 concluyó el séptimo año consecutivo de estos experimentos con un total de 254 clones evaluados en por lo menos ocho escenarios distintos, representativos de los macroambientes presentes en las áreas de operación de la empresa.

- En el último período se introdujo un programa interdisciplinario cuyo núcleo básico es la biotecnología. Los programas de investigación en esta área comprenden: embriogénesis de células somáticas; formación de nuevas yemas adventicias y desarrollo forzado de yemas auxiliares; producción de tejidos indiferenciados y callos celulares; rizogénesis en cultivos de brotes y microestacas; cultivo y selección de linajes de células y protoplastos; desarrollo de sistemas para la transformación genética mediante la transferencia de genes de manera indirecta a través de vectores y directa con el método biolístico, y estudios preliminares para las manipulaciones biotecnológicas de la composición y estructura de los materiales lignocelulósicos de eucalipto.

La mantención desde el inicio mismo de la formación de la empresa de un trabajo científico sostenido ha conducido al dominio de las técnicas de cultivo *in vitro*, lo que ha determinado un impacto tecnológico traducido en:

- Multiplicación de linajes de hermanos carnales de árboles superiores de gran potencial forestal para la formación de sementeras y futuros ciclos de cruzamiento.

- El rejuvenecimiento y la regeneración de plantas a partir de tejidos u órganos provenientes de árboles superiores y el posterior cultivo de brotes.

- Rápida generación de material celular homogéneo que permita la selección de variedades específicas para determinadas condiciones.

- Superación del período de inactividad de las semillas y recuperación de híbridos provenientes de cruces incompatibles.

- Aislamiento y cultivo de protoplastos para utilizarlos en sistemas de transformación genética o en estudios de formación de materiales lignocelulósicos de la pared celular.

La obtención de resultados en el campo del mejoramiento genético obligó a la empresa a la aplicación de un manejo forestal adaptado a cada escenario representativo de los macroambientes presentes en sus áreas (se evita que haya más de 50 hectáreas contiguas sembradas con el mismo clon). Los resultados obtenidos a partir de esta política se traducen en:

- Disminución de la vulnerabilidad genética de los bosques plantados.
- Aumento de la defensa contra la proliferación de enfermedades y plagas de insectos.
- Mantenimiento y enriquecimiento de las áreas naturales integradas a cada plantación específica (biodiversidad).

- Rápida protección del suelo mediante la incorporación de residuos (hojas, ramas, cortezas), aceleración del ciclo de los nutrientes y aumento del contenido de materia orgánica en el suelo, debido a la selección de clones para un buen raleo natural. (Se debe hacer notar que éste también es tema de investigación en Chile.) Se trata de que al excluir la quema para evitar incendios, es necesario buscar un método para la incorporación rápida de la materia orgánica al suelo, sobre todo en zonas australes.

- Minimización de las interferencias con equipos, maquinaria y herbicidas para eliminar las malezas que pueden causar infección en la primera fase, debido al alto crecimiento en las primeras etapas.

La tala de las primeras plantaciones clonales en 1986 mostró una mayor productividad de madera. Se produjo una reducción del consumo específico de 4.87 a 4.26 metros cúbicos de madera por tonelada de celulosa, con un aumento significativo de la producción de celulosa por unidad de área plantada de eucalipto. Las plantaciones clonales, debido a su homogeneidad, también produjeron aumentos del orden de 22% en las operaciones de explotación forestal y contribuyeron a una reducción de costos.

Como la selección de los clones se hace sobre la base de la producción de celulosa por hectárea, se han llegado a determinar los incrementos para cada ambiente. Así las expectativas van desde seis hasta 23%, determinándose que el incremento medio anual de celulosa es de aproximadamente 8.5 toneladas por hectárea.

La homogeneización de las plantaciones clonales produce un impacto importante en la disminución de costos de operación por los siguientes factores:

- Aumenta la calidad de las operaciones de tala y transporte de madera.

- Se obtiene una mayor eficiencia en la utilización del agua y los elementos nutritivos del suelo. Se pueden aplicar fertilizaciones específicas a cada lugar, manteniendo la productividad de las plantaciones durante varios ciclos consecutivos.

- La lucha contra plagas y enfermedades se vuelve más expedita y racional, aprovechándose en gran parte el control biológico que ofrece la biodiversidad mantenida. Se ha calculado que en estas condiciones sólo es necesario intervenir en menos de 0.02% de los casos. En estas plantaciones, la aplicación del *bacillus thuringiensis* contra las orugas defoliadoras por medio de un equipo motorizado se tradujo en un rendimiento casi cinco veces mayor que los métodos terrestres habituales, disminuyéndose de esta manera el costo de aplicación respecto del método aéreo.

La influencia de la gestión de la empresa se ha extendido a pequeños agricultores que cuentan con la tecnología de plantaciones clonales mediante un programa de fomento forestal. Esto ha permitido el empleo de áreas marginales inapropiadas para la agricultura y ganadería incrementándose de esta manera el ingreso familiar.

El programa está basado en contratos de compra-venta de madera que comprenden el abastecimiento por parte de la empresa de plantas seleccionadas, abonos y cebo formicida, así como la prestación de recursos financieros para sufragar el costo de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones.

La empresa BIOMATRIX fue fundada en 1984 por un grupo de investigadores de la Universidad Federal de Río de Janeiro con tecnología y capital brasileños y en la primera etapa se dedicó a la micropropagación por cultivo de tejidos. Posteriormente esta empresa se unió a la empresa AGROCERES, cuya actividad principal era la producción y comercialización de semillas híbridas.

BIOMATRIX se dedica a la producción de fuentes matrices de variedades seleccionadas para la formación de jardines clonales. La investigación se realiza con *Eucalyptus SPP* y *Gmelina Arborea* con material exclusivo del cliente. En eucalipto se están desarrollando cinco nuevas especies y se ha logrado concluir el proyecto para la especie *Eucalyptus Híbrida*. También se realizan investigaciones en mejoramiento de palmáceas.

Mediante proyectos de investigación y desarrollo, la empresa está en condiciones de elaborar metodologías para la micropropagación de especies y de transferirlas al cliente ofreciendo condiciones para que ejerza un dominio completo sobre las mismas.

BIOMATRIX cuenta con tres departamentos: de producción, donde se realizan servicios de limpieza clonal; de preservación de clones en el Banco Activo de Germoplasma; de producción de semilla por cultivo de tejidos, principalmente meristemos.

La empresa BIOPLANTA es subsidiaria de British American Tobacco, en asociación con Native Plant Incorporation (NPI). Su labor para el sector forestal se refiere a la propagación clonal de árboles seleccionados de eucalipto para fines siderúrgicos, para lo que se debe obtener individuos con mayor densidad de madera. Esta cualidad redundará en menor gasto de materia prima para la obtención de carbón destinado a la producción de acero. La investigación fue encargada a la entidad por la empresa siderúrgica Acesita. Con dicho propósito se están estudiando los mapas genéticos de

diversas especies habiéndose elaborado ya para ocho especies de eucalipto y fueron identificados los llamados "marcadores genéticos", que son segmentos de ADN exclusivos de cada especie.

Se debe destacar que en Brasil, durante varios años, estuvo funcionando el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Como parte de esta institución se fundó la Secretaría de Biotecnología. Este organismo estuvo colaborando con la Asociación Brasileña de Biotecnología desde 1986 en el desarrollo de un sistema nacional en esta materia, basado en una organización regional de cuadros científicos.

Su trabajo se ha centrado en la formación de polos de biotecnología y en la fundación de un sistema de información en dicha ciencia, consistente en el establecimiento de redes de cooperación técnico-científica y tecnológica de las grandes líneas de investigación en este campo. El propósito perseguido era que este enfoque integrado a nivel estatal hiciera más eficiente la interacción de empresas, sector público y universidades.

Otras instituciones son el Centro de Biotecnología Agrícola (CEBTEC) de la Escuela ESALQ, situada en Piracicaba, Sao Paulo. Dicha institución es responsable del desarrollo de las técnicas de micropropagación, aprovechada en los proyectos de reforestación por empresas del rubro y en otras áreas. La institución también ha estado dedicando investigaciones a la fusión protoplasmática para la formación de híbridos somáticos.

En este campo existen además instituciones con programas multisectoriales de investigación, entre ellas el Instituto de Investigación Tecnológica de Sao Paulo que cuenta con una línea de biodegradación en su División de Maderas y el Centro Tecnológico de Celulosa y Papel. La línea de biodegradación se considera la más antigua del programa de biotecnología, habiéndose derivado de un trabajo sobre conservación de madera desarrollado por el Instituto desde 1933.

En este campo, el Instituto de Investigación Tecnológica de Sao Paulo ha realizado ensayos con productos preservantes como el pentaclorofenol o con procesos alternativos menos tóxicos tales como la extracción de esencias preservativas naturales, de maderas resistentes, para su aplicación en otras menos resistentes. Así también, se han llevado a cabo investigaciones con hongos competidores de aquellos que provocan la pudrición, para su inhibición. El área de microbiología surgió en 1983 y se ha trabajado en dos frentes: desarrollo de un banco de cepas y estudios de contaminación de procesos fermentativos. Se han estudiado 60 especies diferentes de microorganismos entre levaduras, hongos y bacterias.

Un factor importante en el desarrollo de la biotecnología en Brasil es el fuerte apoyo que esta actividad ha tenido por parte del sector público. Este ha mantenido un complejo aparato de sostén, cuyo organismo superior ha sido la Secretaría Especial de Ciencia y Tecnología. Los dos miembros principales de esta entidad han sido el Consejo Nacional de Investigación (CNPq) y la Financiadora de Estudos y Projetos (FINEP). El primero ha existido en el país desde fines de la Segunda Guerra Mundial. La segunda institución ha tenido como propósito financiar programas de desarrollo tecnológico y ofrecer apoyo a empresas que prestan servicios de ingeniería y consultoría.

En 1984, el gobierno fundó el Programa de Apoyo al Desarrollo Científico Tecnológico (PADCT). Los recursos programados para esta entidad alcanzaron los 42.6 millones de dólares. De estos, 17% estaban destinados a investigación y desarrollo y 75% a la formación de recursos humanos.

La distribución de los recursos para biotecnología se ha realizado a través de FINEP, CNPq, Financiadora Secretaría de Tecnología Industrial (STI).

El financiamiento de la investigación en biotecnología también se ofrece por empresas nacionales en que participa el capital extranjero (Bioplanta, Rhodia). Los estudios están destinados a internalizar algún producto desarrollado inicialmente en el extranjero o para desarrollar nuevos.

## 2. Chile

En el caso de Chile, el desarrollo forestal ha atravesado por tres etapas:

- Desde 1930-1935 hasta los años cincuenta. En este período se iniciaron las plantaciones masivas debido a incentivos tributarios que proporcionaba la Ley de Bosques de 1931 y existió un fuerte apoyo estatal a la actividad de forestación.

- Período 1950-1973. Por acción del Estado se incentivan las plantaciones a través de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO).<sup>5</sup> Se constituyen las empresas estatales Arauco y Constitución y se amplía la empresa privada Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones. Se experimenta un repunte de la industria de madera de pino con altas tasas de forestación. El Estado planta con altas densidades en terrenos públicos y en privados lo hace en base a convenios. En este período se forma la organización pública forestal con tres elementos básicos: investigación (Instituto Forestal (INFOR)), desarrollo industrial forestal (CORFO) y administración pública forestal (Corporación Nacional Forestal (CONAF)).

- A partir de los años 1973-1974, se privatizan las empresas de CORFO y el Estado deja de participar en el sector productivo. En este período surgen grandes empresas asociadas a proyectos de celulosa que se integran horizontal y verticalmente. Es decir, cada empresa funciona como una cadena.

El nivel tecnológico se puede dividir en dos períodos:

- En el primero, hasta los años setenta, el objetivo era masificar las plantaciones y se introduce el *Pino Radiata* a gran escala, lo que constituye una de las innovaciones más exitosas. La tecnología empleada en silvicultura y la explotación forestal era rudimentaria. Las técnicas utilizadas en viveros eran elementales y no se practicaba la preparación de suelos, ni ordenación y manejo de plantaciones. Los aserraderos eran móviles y se perdía un alto porcentaje de la materia prima.

- En el segundo, a partir de los años setenta, se incorporan innovaciones tecnológicas debido a que el sector se internacionaliza, participando empresas de Canadá, los Estados Unidos y Nueva Zelanda. Ello implica la transferencia de tecnología de punta.

En la parte silvícola las nuevas tecnologías se refieren al mejoramiento genético de las especies que constituyen las plantaciones, con vistas a obtener árboles homogéneos en cuanto a forma

---

<sup>5</sup> Entidad pública fundada en 1939.

y altura, más resistentes y de mayor rendimiento. Para las plantaciones se emplean semillas mejoradas de pino y eucalipto.

En la etapa de vivero se tiende a obtener un mejor desarrollo de la raíz, así como productividad y rendimiento. Se emplean mejores técnicas de riego, podas de raíces y desarrollo de envases específicos para evitar el impacto negativo del trasplante en el material.

En la etapa de plantación se aplica una preparación idónea del suelo, se emplean herbicidas y fertilizantes. En las plantaciones se comienza a aplicar manejo, incorporándose técnicas de poda para evitar nudos en la madera. En lo que a cosecha se refiere, es práctica común en las grandes empresas que esta sea realizada por máquinas integrales que realizan toda la faena hasta poner el producto en camiones con grúa para su transporte, los que reciben la carga en el bosque mismo.

La fase industrial ha tenido el desarrollo más notable, elevándose el rendimiento. Anteriormente se utilizaba 35% de la madera y la mayor parte quedaba en el bosque como desecho. En la actualidad, el aprovechamiento alcanza entre 68 y 70%, porque en las calderas industriales se utilizan las ramas como material energético y se aprovechan las astillas. Los desechos en el bosque llegan aproximadamente hasta 15 a 20%. En las mayores empresas se utilizan tecnologías sofisticadas incluyéndose el uso de rayo láser para el corte de las trozas.

En la producción forestal chilena se distinguen dos sectores definidos por sus recursos de capital y tecnología. El primero está formado por grandes empresas, vinculadas a consorcios y compañías extranjeras asociadas a proyectos de producción de celulosa y de la industria secundaria de la madera. El segundo lo constituyen medianas y pequeñas empresas nacionales que concentran la mayor parte del empleo en el sector forestal y que, en general, permanecen en un nivel tecnológico muy bajo, con un fuerte rezago en la adaptación de tecnología y políticas para la elevación de la productividad, sobre todo de la mano de obra en el sector industrial y de la calidad.

En el primer sector, la vía fundamental de desarrollo tecnológico es la compra y asimilación de equipos y tecnologías en el exterior. Esto se hace en forma intensiva con el fin de elevar la competitividad a nivel mundial. Al constituir estas empresas en sí mismas toda la cadena, también asumen el gasto en investigación y desarrollo en el eslabón primario (silvícola).

Como se ha indicado, desde el comienzo de la industrialización forestal, hace tres décadas, al sector público chileno le correspondió la responsabilidad de investigar y transferir tecnología necesaria para el establecimiento y el manejo de las plantaciones de *Pino Radiata*, especie que cumplía con altas tasas de incremento de volumen maderero en ciclos relativamente cortos. Así como también el estudio del *Eucalyptus Globulus* para su introducción al país.

La investigación ha sido realizada principalmente por el INFOR, pero también por las universidades y las empresas líderes, ya sea en forma aislada o por asociaciones. En otros casos, han tenido lugar convenios entre firmas y organismos estatales para efectuar y financiar investigaciones de envergadura.

Los estudios que se efectúan en las universidades se generan a través de concursos o son contratados directamente por empresarios u otras instituciones. Algunas de las más importantes empresas del país han fundado departamentos de investigación financiados con sus propios recursos. En 1995, estas aportaron aproximadamente 15% de ese gasto en el sector (el gasto total fue 22

millones de dólares). Dicha inversión se hizo fundamentalmente en plantaciones y recursos forestales. Hay que decir que muchas veces los resultados de estas investigaciones no se difunden a todo el sector.

En ocasiones, las empresas han contratado servicios de universidades o del Instituto Forestal.

Actualmente, el proceso de innovación tecnológica en la silvicultura se caracteriza por investigaciones que apuntan al incremento y mejoramiento del recurso, entre ellas, mejoramiento genético, control de plagas, aumento de la productividad y otras.

La labor que el INFOR lleva a cabo es la investigación en cinco áreas: industrial; estudios económicos; silvicultura; área de inventario y manejo, y área de medio ambiente

Cada área elabora sus proyectos, los cuales se presentan a las distintas instancias de financiamiento con que cuenta el país. El INFOR funciona también con apoyo de algunos fondos internacionales, por ejemplo, de Canadá, Finlandia, Suecia. Además, con la entidad colaboran investigadores de otros países en base a programas del INFOR.

Los resultados de las investigaciones del INFOR se difunden mediante publicaciones, seminarios, talleres, simposios y cursos de capacitación.

Los programas de investigación y desarrollo en silvicultura han formado parte de la labor del INFOR desde su fundación en 1962. Hasta el momento, su labor en esta esfera ha estado centrada en tres escenarios importantes para Chile: i) zonas áridas y semiáridas; ii) bosque nativo, y iii) plantaciones forestales.

Debido a la geografía del país, que reúne una diversidad de climas, suelos y condiciones ambientales, los cuales exigen distintos tipos de silvicultura, también se han debido desarrollar distintas orientaciones en esta materia: i) silvicultura para el extremo sur, con condiciones extremas de frío, días cortos, etc.; ii) silvicultura para el centro-sur, zona central y zonas áridas y semiáridas (se consideran precipitaciones entre 50 y 200 milímetros de lluvia al año).

Los proyectos que en este sentido está desarrollando el INFOR son:

1. En silvicultura de plantaciones en zona húmeda fría:
  - a) Mejoramiento genético en eucalipto

Este proyecto se ha emprendido considerando que en el país existe gran disponibilidad de terrenos aptos para establecer plantaciones de pino y eucalipto. Se trata, en esencia, de diversificar especies y procedencias de estas especies y comprende el estudio de siete variedades de eucalipto. Abarca el territorio comprendido entre la IV y XI regiones. Mediante este proyecto se han instalado alrededor de 27 futuras áreas productoras de semilla de *Eucalyptus Globulus*, *E. Camandulensis*, *E. Nitens*, *E. Sidroxylon*, *E. Cladocalyx* y otros.

El objetivo de cada uno de estos ensayos es que se conviertan en productores de semilla, la que será transferida a los forestadores, asegurando así que el rendimiento futuro sea mayor. La innovación tecnológica del proyecto radica en que el INFOR se transforma en un ente que suministra

semillas de calidad garantizada superándose así la modalidad existente hasta hoy, cuando la semilla comercializada cuenta con un nivel genético poco preciso. Dicha transformación se va a traducir en futuras plantaciones con mayor productividad y menor período de rotación. Se considera que el lapso de tiempo a esperar para obtener el mismo producto se reducirá de siete a cinco años en esta especie.

b) Silvicultura no tradicional

En la ejecución de este proyecto está participando la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Se trata de un nuevo concepto y se refiere a considerar como especies silviculturales aquellas que también son frutales, por ejemplo, nogal, castaño, cerezo. Dichas especies tienen un período de producción frutal hasta tanto no sean taladas y, a partir de ese momento, se convierten en especies forestales de gran valor. Esto es de gran importancia para pequeños forestadores o agricultores que pueden destinar parte de su patrimonio a esta actividad obteniendo así cierto incremento en sus ingresos mientras se espera el corte final de la plantación.

c) Productividad de sitio

i) Impacto de las plantaciones de pino sobre la calidad de los suelos

Se trata de un monitoreo temporal de lo que le acontece al suelo cuando ha tenido que soportar una plantación forestal. El proyecto tiene por objetivo reafirmar o refutar argumentos transmitidos oralmente en el ámbito forestal en relación a cierto impacto negativo que las plantaciones de pino ejercerían en los suelos. Una de las afirmaciones se refiere a que dichos bosques acidifican los suelos o que ejercen algún otro tipo de modificación.

Se ha constatado que el pino normalmente genera cambios en su ambiente para poder perpetuarse en él, ejerciendo algunas modificaciones en el medio y una de ellas es la desviación del ph en el suelo. Esta acción es beneficiosa para la especie, por cuanto su regeneración es favorecida con ese cambio ambiental que el mismo pino ejerce.<sup>6</sup>

ii) Impacto de la actividad silvícola sobre los suelos

---

<sup>6</sup> La polémica ha surgido de la inquietud por el reemplazo del bosque natural por plantaciones, pues, en este caso, se empobrece la biodiversidad cautelada anteriormente por el ecosistema nativo. Los resultados de los estudios indicarían que el establecimiento de plantaciones de pino se justifica en áreas desnudas donde se requiere la recuperación de la cubierta boscosa. En ese sentido la influencia que ejerce es favorable, siempre y cuando el terreno se dedique a dicha especie y su expansión no afecte a otras formaciones boscosas más ricas. En cuanto al bosque natural, lo ideal sería la definición de la estrategia idónea a cada sitio y cada tipo, habiendo considerado todos los elementos (silviculturales, ecológicos, económicos y sociales) con un enfoque sistémico y habiendo participado todos los sectores involucrados. Estrategia que considere el uso múltiple del bosque y determine, para cada área, su explotación sustentable (lo que implica su conservación como recurso natural renovable) o su preservación, es decir, su mantención inalterable con el fin de resguardar la biodiversidad.

El proyecto se propone establecer el efecto que ejercen las distintas labores silvícolas sobre los suelos, entre ellas, las quemas o el hecho de dejar materias sobre el terreno con el fin de que se produzca su descomposición. Otro objetivo es conocer cuán fuerte es el impacto en la pérdida de los suelos, sobre todo en terrenos ondulados, debido a los arrastres que se producen en las cortas a tala rasa que se practican en plantaciones de *Pino Radiata*. El estudio pretende argumentar la modificación de hábitos silviculturales perjudiciales.

### iii) Control fitosanitario

La investigación se orienta fundamentalmente a las plagas que podrían afectar a especies exóticas de plantaciones como *Pino Radiata* y *Eucalyptus Globulus* y más aún a especies nuevas que se están incorporando a la silvicultura nacional, como el *Eucalyptus Nitens*, que está experimentando una gran atracción entre los forestadores. El objetivo es desarrollar técnicas de detección de plagas que pudieran ser de importancia económica, así como descubrir las técnicas para controlarlas. Este proyecto se está financiando a través de la CORFO y aunque por ahora es de corto plazo, se espera que se extienda, pues a medida que el bosque nativo se vaya reemplazando por nuevas especies exóticas, estas serán objeto de ataque de plagas que no afectan al primero. En este sentido se prevé que una estrategia frente a ese peligro es dejar aquello que constituya fuente de alimentación de los insectos.

## 2. Proyectos de silvicultura de secano interior y zonas áridas y semiáridas, de baja precipitación, situadas al norte de Santiago

El INFOR ha definido como una de sus prioridades de investigación el desarrollo de las zonas áridas y semiáridas, principalmente en el centro norte y la zona central, secano interior, (regiones IV a la VII, en la V Región al sur, la falda oriental de la cordillera de la costa).

Las precipitaciones en estas áreas son precarias, por ejemplo, en la parte sur alcanza entre 100 y 150 milímetros a 600 milímetros. Además hay una alta evaporación, a veces de 1 000 a 1 500 milímetros. Se experimentan períodos de dos o tres años cuando las precipitaciones son de 120 milímetros. Los veranos son secos y largos y los suelos están degradados debido principalmente al sobre uso agrícola y la deforestación. Se trata de zonas habitadas por comunidades con altos índices de pobreza. Por esta razón, dicha actividad contiene un fuerte componente social, ya que el objetivo es promover la creación de recursos forestales que posteriormente darían lugar al nacimiento de empresas que operen en las localidades. En la primera etapa, el propósito es mejorar los recursos para la ganadería caprina y el potencial agrícola.

Las investigaciones están centradas en especies arbóreas resistentes a la sequía que tengan diversos usos productivos (leña, forraje, fabricación de postes y otros). Se han realizado ensayos con especies arbóreas como *Acacia Saligna*, *Eucalyptus Camandulensis* y otros eucaliptos. Dichos ensayos comprenden los siguientes componentes:

a) Uso de *Acacia Saligna* como material forrajero. Comprende el establecimiento de la carga por hectárea más idónea de plantaciones con determinadas características. Cuantificación de la producción del forraje y determinación de su calidad. Influencia del forraje en el desarrollo del ganado.

b) Desarrollo de plantaciones de tamarugo, árbol leguminoso adaptado a las condiciones climáticas y de suelo de zonas áridas. Uno de sus usos es la alimentación del ganado caprino con sus frutos. En la I Región se han plantado 20 000 hectáreas.

c) Estudio de formas innovadoras para aumentar la disponibilidad de agua de riego. Cosecha de aguas lluvias (fuentes temporales de agua). Para el efecto se está practicando un método de guía de aguas lluvias que se utilizaba hace dos milenios en el Medio Oriente, adaptado en la actualidad por el Servicio Forestal de Israel. Consiste en conducir hasta colectores de agua (terrazas, medias lunas, surcos profundos construidos previamente) las lluvias, que son escasas pero torrenciales. La utilización combinada de las técnicas de recolección de lluvia y de plantación de especies resistentes ha dado lugar a la formación de pequeños bosquetes (en la zona de mayor sequía en la IV Región). Se espera que estos sean el punto de partida para la formación de recursos forestales que posteriormente daría lugar a una actividad industrial.

d) Ensayos en plantaciones de *Eucalyptus Camandulensis* al sur del secano interior. Establecimiento de bosques sin necesidad de riego, pero con una intensiva preparación de suelo (eliminación de la competencia de pastos, fertilización inicial, etc.).

e) Cuantificación de pérdidas de suelo por erosión con cultivos tradicionales (trigo en laderas). Esta investigación consta de los siguientes componentes:

i) Establecimiento de ensayos con diferentes cultivos, a un nivel más bajo de los cuales se han construido estructuras colectoras para conocer el volumen de arrastre de los suelos.

ii) Determinación de cultivos de reemplazo que ofrezcan alternativas productivas. Estudio de sistemas agrosilvopastoriles que protejan contra la degradación del suelo.

En relación al financiamiento de la investigación forestal en Chile, se puede decir que desde los años sesenta hasta el presente, se ha mantenido el apoyo de organismos internacionales de asistencia técnica y financiera, como la FAO, que ha ejecutado tres proyectos desde 1970, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y organismos bilaterales.

El financiamiento de las investigaciones del INFOR se obtiene mediante concursos de proyectos que se presentan a la CORFO y a otros fondos. Además, se obtienen recursos de la prestación de servicios a terceros.

Como fuentes adicionales a los presupuestos corrientes de las instituciones de investigación, se encuentran los recursos concursables aportados por:

- el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC)
- el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT)
- el Fondo de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FONDEF)
- la Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria (FIA)
- los Fondos Nacionales de Desarrollo Regional (FNDR)
- el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Programas de ayuda bilateral

Los primeros cuatro fondos incluidos en el cuadro 1 financian cerca de 23% del gasto total en investigación y desarrollo del sector forestal. De 4.96 millones de dólares aportados en 1995, 81% correspondió a FONDEF (4 millones), le siguió FONDECYT con 13%, FONTEC con 4% y el FIA con 2%.

Cuadro 1

## CHILE: ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DE FINANCIAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN FORESTAL

Instrumento	Origen de recursos	Beneficiarios	Objetivos
FONTEC	CORFO, institución pública	Empresas productivas privadas de bienes y servicios, universidades e instituciones tecnológicas.	Financiar proyectos de innovación tecnológica y de infraestructura tecnológica. Se presentan proyectos a concursos anuales.
FONDEF	BID a través de CONICYT	Universidades, institutos públicos o privados de investigación tecnológica, institutos profesionales, institutos de investigación independientes, centros académicos independientes, en forma individual o asociados entre sí.	Fortalecer y orientar la capacidad científica y tecnológica del país, para lograr un alto impacto en el quehacer económico y social.
FONDECYT	Presupuesto de la nación a través de CONICYT, herencias y donaciones, recursos de asistencia técnica internacional.		Proyectos de investigación de excelencia académica a investigadores de universidades e institutos tecnológicos. Por concurso.
FIA	Ministerio de Agricultura y otras fuentes.		Investigación científico-tecnológica de interés nacional, en base a cartera de proyectos propuestos por Consejo de FIA o instituciones públicas o privadas y particulares. Los proyectos se seleccionan por licitación.
FNDR	Ministerio de Planificación	Instituciones públicas regionales.	Estudios e investigaciones específicas regionales.
PNUD, FAO	Naciones Unidas	Instituciones públicas	Establecimiento del Instituto Forestal, fortalecimiento del Servicio Forestal, investigación y desarrollo forestal de áreas silvestres en zonas áridas y semiáridas.

Fuente: Informe de FONDEF a la Conferencia Forestal organizada por AIC Conferences S.A. Santiago de Chile, 1995.

El gasto en investigación y desarrollo en el sector forestal ha tenido un incremento sostenido en los últimos cuatro años. En 1995 alcanzó los 22 millones de dólares, lo que significa más del doble del gasto de 1992. El incremento en este gasto fue financiado principalmente por el Estado. La inversión de FONDEF en proyectos científico tecnológicos en el sector forestal en dicho período es responsable de alrededor de 40% del crecimiento.

En el programa de investigación y desarrollo de FONDEF para los próximos años se incluyen 17 proyectos forestales. La distribución de recursos por áreas se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2

## CHILE: DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS FONDEF POR ÁREAS

Area	Recursos FONDEF (millones de dólares)	Porcentaje de recursos FONDEF
Agropecuaria	14.0	23.1
Forestal	12.0	19.8
Pesca y acuicultura	7.8	12.9
Manufactura	5.7	9.4
Minería	13.4	22.1
Informática	5.0	8.2
Multiárea	2.7	4.5
Total	60.6	100.0

Fuente: Informe de FONDEF a la Conferencia Forestal organizada por AIC Conferences S.A., Santiago de Chile, 1995.

En los proyectos forestales financiados por FONDEF participan asociativamente 40 empresas, seis universidades y dos institutos tecnológicos y una fundación. Estos proyectos involucran la participación de 200 personas. Los aportes de FONDEF se orientan a bosques y plantaciones; celulosa y papel e industria secundaria de la madera.

### III. LA INVESTIGACIÓN DEL BOSQUE NATURAL

Los bosques naturales en América Latina y el Caribe representan cerca de 46% de la superficie territorial de la región. Comprenden los bosques densos (731.6 millones de hectáreas) y los bosques abiertos (225 millones de hectáreas). El 96% de los bosques densos corresponde a especies latifoliadas y 4% a coníferas. Se puede decir que, en la actualidad, este recurso es un capital natural

inerte, pues en gran magnitud no ha podido ser incorporado a la economía de la región.<sup>7</sup> Donde ha tenido lugar su explotación, se ha visto animada por intereses comerciales cortoplacistas, lo que ha derivado al empobrecimiento y la degeneración del bosque, pues se ha realizado con cortas selectivas de las especies más valiosas o practicando la tala rasa. Hay que decir que estos métodos pueden ser practicados por empresas o por la población rural; por ejemplo, la población nativa de la región central del andén pacífico colombiano practica la extracción selectiva de maderas apetecidas en el mercado regional. Como este aprovechamiento se realiza con instrumentos rudimentarios, el desperdicio alcanza más de 60% del volumen comercial. En el aprovechamiento a tala rasa, se ha calculado que el desperdicio por abandono de trozas, tocones y otro material es de 36.5 metros cúbicos al día (CONIF, 1989). Además, la población rural que por lo general en la región presenta altos niveles de pobreza, lleva una agricultura arcaica sobre el suelo forestal, empobreciendo aún más el recurso con la práctica de roces, explotación de carbón y leña en base a los renovales más accesibles y siembras agrícolas esporádicas sobre el terreno rozado a fuego.

Esta situación ha dado lugar a movimientos que abogan por la conservación del bosque natural y algunos de sus preceptos se han reflejado en legislaciones que prohíben su intervención o la restringen. Estudios en torno a este problema plantean que estas reglamentaciones son inaplicables o que de ponerse en práctica acarrearían consecuencias negativas para el futuro del recurso. La inaplicabilidad de la legislación forestal puede deberse a la inclusión de normas rígidas referidas al área basal a extraer. En algunos casos, los resultados de su aplicación pueden derivar en el auge de especies menos deseadas o en costos antieconómicos, cuando, por ejemplo, las reglas no se adaptan a la composición porcentual de un bosque determinado. Si en las reglamentaciones no se han considerado los factores socioeconómicos, estas pueden ser letra muerta, ya que el comportamiento de las poblaciones aledañas al bosque se puede orientar más por la necesidad que por la ley, explotando en forma incontrolada el recurso. Por otro lado, la prohibición de intervenir el bosque puede, a la postre, derivar en su degeneración, pues ello, por lo general, implica, además de su desaprovechamiento, también la ausencia de manejo. La mantención del bosque sin intervención silvicultural puede provocar sobremaduración de los macizos forestales, lo que significa una disminución drástica de su valor y su resistencia a plagas e incendios.<sup>8</sup>

La experiencia indica que sólo es posible asegurar la permanencia del bosque si se aprovecha como recurso generador de valor, por cuanto sólo así podría adquirir reconocimiento social. Generar valor significa la aplicación de trabajo para el incremento de aquel implícito en este capital natural, por ahora inerte.

La aplicación de trabajo al bosque conlleva, además de la extracción del valor mercantil, la regeneración del capital natural y el substrato donde este se asienta y nutre. Dicho en otras palabras, se requiere la organización de una industria del bosque natural, entendiendo por esta, no solamente lo que atañe a la extracción de madera y el aprovechamiento de sus múltiples beneficios, sino que

---

<sup>7</sup> En Chile, país considerado forestal, los bosques nativos potencialmente productivos (formaciones vegetales con existencias volumétricas superiores a 30 metros cúbicos por hectárea), representan 83% de la superficie cubierta por bosques de producción; sin embargo, el bosque natural aporta apenas el 15% de la materia prima industrial (INFOR/CORFO, 1992).

<sup>8</sup> Se considera que en Chile, los bosques naturales degradados abarcan más de 50% de la superficie que cubren estas formaciones (Hartwig, 1991 y FAO, 1993a).

también la concurrencia de todo un cuerpo de políticas e instituciones que mantengan el equilibrio entre el interés por explotarlo y la necesidad por conservarlo.

Un rol importante en la valoración económica del bosque les cabe a las políticas que resguarden la reinversión en capital humano de las ganancias provenientes de su explotación. El bosque sólo podrá ser respetado y defendido, si también ante la población aledaña representa fuente de ingresos y de desarrollo profesional y humano.

Las contradicciones entre los intereses de los movimientos ecologistas, las inquietudes del sector empresarial y los ingenieros forestales que abogan por la explotación de los bosques naturales, así como la legislación, radican en el conocimiento aún incipiente de la dinámica de los bosques naturales, lo que entorpece la formulación de planes científicos de aprovechamiento, ordenación y manejo en estas áreas.

De tal situación se deriva otra no menos importante, que es la falta de capacitación en esta materia. En Chile, por ejemplo, se constata que en las regiones donde predominan los renovales de especies nativas, los trabajadores y el personal encargado de ejecutar las faenas silviculturales no poseen una formación profesional específica. Se afirma que los daños que puedan ocasionarse por ejecución deficiente, repercuten en los rodales futuros o tornan las faenas no rentables económicamente, pues para el manejo adecuado de los bosques nativos es necesario que las operaciones silviculturales estén en manos de personal técnico capacitado para obtener el máximo de rendimiento de los mismos. Además, se considera que la aplicación de planes de manejo es condición indispensable para evitar la destrucción de los bosques por incendios y plagas, que tantas pérdidas ocasionan en este país, año a año.

### **1. Los bosques tropicales y templados**

En Chile, los estudios dedicados al bosque natural han estado orientados a la determinación del manejo idóneo de los renovales del género *Nothofagus*, consideradas las especies más promisorias, pues muestran tasas de desarrollo relativamente altas. Comúnmente, dichas investigaciones se han llevado a cabo por universidades. En general, en este país, el bosque natural ha sido poco estudiado. Por ello se considera importante que en el proyecto de ley del bosque nativo, que se está discutiendo en la actualidad, se incluya la creación de un fondo concursable de fomento a la investigación de estas formaciones.

En Venezuela, país con cerca de 30 millones de bosques densos húmedos, se han llevado a cabo estudios del ecosistema forestal nativo no perturbado y de regeneración natural por tratamientos de corta a hecho en bandas largas y estrechas en los bosques de Ticoporo, San Pedro y de Imataca.

Hasta fechas recientes, la investigación forestal en Venezuela se había realizado por la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de los Andes. Posteriormente, a esta tarea se han incorporado el Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación (IFLAIC), el Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN), la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), la Compañía Nacional de Reforestación (CONARE), así como otras universidades y empresas públicas y privadas. Además, se ha informado la creación de la fundación Fondo Nacional de Investigaciones Forestales y está en marcha el Plan Nacional de Investigaciones Forestales.

El SEFORVEN, por su parte, cuenta con una Dirección de Investigación que tiene en marcha dos trabajos relacionados con el uso no maderero de especies forestales. Uno de ellos se propone rescatar y sistematizar el conocimiento de estas especies para desarrollar su explotación comercial y, el otro, se centra en el uso industrial de una especie particular de palma.

Según informes del sector, el rasgo común a estas instituciones es la carencia de recursos. Debido a esto, los niveles de investigación son bajos, así como también la divulgación de sus resultados.

En el Istmo centroamericano, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) ha emprendido el único programa consolidado de investigación del bosque natural de la región. Este se desarrolla en Costa Rica. Se refiere a los bosques secundarios y primarios y se apoya en una red de parcelas de observación y de medición muy completa. Además, se sigue la evolución y dinámica de las masas de encina (*Quercus*) de la cordillera de Talamanca.

En este país también existen instituciones académicas que se dedican a estudios del bosque natural como el Instituto Tecnológico y la Universidad de Heredia que aplican un enfoque integral del recurso.

El financiamiento de algunas investigaciones se realiza mediante el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) a través de líneas de crédito blandas. Se apoyan investigaciones para los sectores privado y público.

En Brasil, las investigaciones corren a cargo de los programas oficiales o también de grandes compañías propietarias de minas importantes, además poseedoras de vastas superficies forestales.

En Ecuador, los trabajos de investigación más importantes en el bosque natural han sido realizados en el marco de proyectos internacionales, destacándose el de Esmeraldas, ejecutado por la FAO.

En Colombia existe una compleja estructura institucional para la investigación forestal que comprende el Ministerio del Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental al que pertenecen 33 corporaciones autónomas regionales. Por ley se crearon cinco institutos especializados dependientes de este ministerio. Entre ellos se encuentran: el Instituto de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, encargado de investigar y manejar los recursos biológicos en todo el territorio nacional; el Instituto de Investigaciones Científicas Amazónicas, y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann.

En este país se han realizado interesantes trabajos relacionados con el mejoramiento de semillas de especies forestales tropicales, con el fin de ser aprovechadas en la reforestación. Estas investigaciones y otras dedicadas al conocimiento de bosques situados en diversos microclimas, han sido dirigidas por la Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal (CONIF), con participación de universidades, mediante convenios con el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

Similares estudios se han realizado en Brasil, Costa Rica, Nicaragua y Venezuela. Sus objetivos están encaminados a la conservación de los recursos genéticos forestales, al conocimiento

de la fisiología, la bioquímica y la conservación de las semillas, así como los métodos de establecimiento de huertos semilleros y de recolección.

Otra orientación importante del estudio de las especies nativas lo constituye la agroforestería. En este campo se están realizando proyectos en algunos países (Nicaragua, Venezuela, países andinos) con vistas a conocer experiencias tradicionales de poblaciones rurales relacionadas con la utilización de determinadas especies de árboles y arbustos con el fin de su domesticación y su transferencia a nivel de finca, de otras zonas similares de la región, así como para el mejoramiento de los sistemas silvoagropastoriles. Los estudios persiguen el conocimiento de las interacciones árbol-ganado-pastos y su aplicación en el empeño de encontrar solución a los problemas de deforestación y degradación de pastizales.

Las investigaciones realizadas tanto para bosques tropicales como templados, indican la similitud de carencias en su investigación. Estas en algunos casos se refieren a etapas primarias como son la falta de uniformidad en la clasificación botánica y las metodologías de muestreo, como en los criterios para determinar los parámetros iniciales para las mediciones. Algunos de los problemas necesarios de abordar para el conocimiento de los bosques naturales son los siguientes:

- Composición florística
- Composición porcentual de los macizos boscosos
- La fenología de las especies forestales
- El sitio bajo bosques y los procesos que ahí ocurren en dependencia de la composición porcentual de las especies
  - Las leyes que rigen la regeneración natural del ecosistema
  - Estructura y composición florística del bosque de segundo crecimiento en dependencia de los dos sistemas de aprovechamiento (tala rasa o selectivo)
  - Elaboración de claves dendrológicas para la identificación de especies en diferentes estados de desarrollo
    - Estudio de especies nativas para el desarrollo de plantaciones artificiales
    - Estudio de la regeneración natural de especies en extinción para su reproducción en vivero
    - Determinación de los requerimientos lumínicos de las especies nativas
    - Mediciones en rodales para determinar la evolución dasométrica sobre el crecimiento de los árboles sometidos a planes de ordenación
    - El papel de las micorrizas en la regeneración natural y desarrollo de las especies del bosque húmedo tropical
      - Determinación de especies con posibilidades de generar productos complementarios para la población rural, así como aquellas idóneas para sistemas silvoagropastoriles (cercas vivas, para control de heladas, barreras rompeviento, y otras). En este sentido es necesario el estudio de semillas y la genética de las especies nativas; de la producción de las especies en vivero y los sistemas de plantación; la fisiología de las asociaciones radiculares; el régimen de manejo para cada especie, etc.
      - Estudio de la edad en que culmina el crecimiento medio de cada especie para determinar el turno máximo de producción en volumen.

## 2. Los manglares

El manglar y otros bosques con influencia edafohídrica son casos sobresalientes de conocimiento incipiente del bosque natural en América Latina. En tanto que, según apreciación de la FAO, estos ecosistemas son difícilmente aventajados en productividad natural y en cuanto a la gran variedad de bienes y servicios que proporcionan, como se puede apreciar en el cuadro 3.

Para América Latina constituye gran responsabilidad el estudio de los manglares, pues de los ocho principales países poseedores de estos bosques en el mundo, cuatro se encuentran en la región, a saber: Brasil con 2.5 millones de hectáreas; Venezuela con 0.6 millones; Colombia con 0.3 millones y Panamá con 0.2 millones de hectáreas.

La explotación de los manglares constituye fuente importante de ocupación, alimento (proteínas) e ingresos a la población de escasos recursos de las zonas costeras. En diversas zonas de América Latina estas formaciones se aprovechan intensamente para actividades que requieren madera de alta resistencia y para la obtención de carbón. Por ejemplo, en todos los puertos y ciudades de ambos litorales de Colombia, la población nativa extrae de los manglares prácticamente todo el suministro de maderas para sus viviendas y enseres domésticos. Asimismo, se autoabastece de leña y carbón vegetal de excelente calidad energética, los que también se comercializan.

Se considera que por lo menos 240 000 habitantes en Colombia dependen para su alimentación, de los recursos pesqueros provenientes de manglares, registrándose una producción total de 24 000 toneladas de alimentos (peces, crustáceos, moluscos).

Por lo general, la explotación de este recurso se realiza en condiciones precarias, sin un ordenamiento adecuado, ya que en la región es mínimo el conocimiento de la dinámica y funcionamiento del ecosistema antes y después de aprovechado. Ello, en particular, ha dificultado la puesta a prueba de planes de manejo experimentales.

La ausencia de ordenación de los manglares atenta contra su conservación y desarrollo, pues se trata de sistemas ecológicos complejos. El irrespeto a las leyes que lo rigen ha puesto en peligro la producción de camarones en Ecuador al sobreexplotar el complejo manglar-estuario, que constituye una de las fuentes principales para la obtención de "semillas" con que se abastecen las piscinas de producción.

En Centroamérica, la alta densidad de población y la agudeza de los problemas socioeconómicos están afectando en forma singular a estos ecosistemas. Según un Simposium realizado en San Salvador en 1995 con el auspicio de la Comunidad Económica Europea, la tala del mangle para consumo de leña y construcción es un problema que está afectando a toda la zona costera de Centroamérica. La presión de la población hacia los recursos naturales crece en forma desmedida junto a la falta de una ordenación territorial de la zona.

Consecuencia de ello y de la aguda contaminación de estos recursos es también la pérdida de la biodiversidad de la zona costero-marina y el ecosistema de manglares. La sobreexplotación del recurso pesquero, el camarón y otras especies con valor comercial y de consumo, está amenazando su existencia, hasta el punto de considerar la tortuga marina y unas variedades de Anadara ("conchas") en peligro de extinción.

Cuadro 3  
BIENES Y SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LOS MANGLARES

A. Productos forestales	B. Otros productos naturales
<b>Combustible:</b> - leña - carbón	- pesca/crustáceos - miel - cera - aves - mamíferos - reptiles/otra fauna
<b>Construcción:</b> - madera, andamios - construcción pesada - durmientes de ferrocarril - puntales para minas - construcción de barcos - pilotes para muelles - vigas y postes - tarimas, paneles - cubiertos para techos o esteras - piquetes para cercas, tableros de partículas	<b>C. Servicios proporcionados por los manglares</b> - protección costera - recreación y ecoturismo - refugio y hábitat de fauna silvestre - efecto de sumidero de nutrientes y reducción de cantidades excesivas de contaminantes - recogida de sedimentos de escorrentía de tierras altas - oportunidades para la enseñanza e investigación
<b>Pesca:</b> - estacas para pescar - barcos de pesca - madera para ahumar pescado - tanino para redes - refugios de atracción de pesca	
<b>Textiles y cueros:</b> - fibras sintéticas (rayón) - tintes para telas - tanino para preservación de cueros	
<b>Alimentos, medicinas y bebidas:</b> - azúcar - alcohol - aceite para cocinar - vinagre - sustitutivo del té - bebidas fermentadas - postres - condimentos (corteza) - dulces - hortalizas (frutos/hojas)	
<b>Artículos domésticos:</b> - cola - aceite para el cabello - asas de herramientas - morteros de arroz - juguetes - fósforos - incienso	
<b>Agricultura:</b> - forraje	
<b>Productos de papel:</b> - varios	
<b>Otros productos:</b> - cajas de embalaje - leña para ahumar caucho en láminas, para obtener sal, hornos de ladrillos, panaderías, secado del tabaco. - medicinas	

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), "Directrices para la ordenación de los manglares". Estudio FAO- Montes 117, Roma. 1994.

La falta de atención en El Salvador hacia estos ecosistemas, ha llevado a la contaminación por desechos orgánicos e industriales de las aguas costero-marinas y de estuarios, a niveles alarmantes. Así, en un estudio realizado en 1995 en la Bahía de Jiquilisco, sitio importante de manglares en El Salvador, se encontró contaminación por plaguicidas y por otros organoclorados y organofosforados.

Por otra parte, la contaminación por coliformes (enterobacterias que son índice de contaminación fecal) según estudios realizados en agua superficial y en sedimentos, rebasa en mucho los estándares de la calidad del agua.

Los valores obtenidos en oxígeno disuelto y demanda biológica de oxígeno reflejan una perturbación del ecosistema acuático. Se obtuvo valores promedio de OD de 5 ppm y una DBO promedio de 7 mg-L. Según la Agencia Internacional para el Desarrollo Industrial de los Estados Unidos (USAID), para considerar saludable un cuerpo de agua, el OD debe tener valores arriba de 7 ppm y la DBO no debe sobrepasar los 4 mgL, requisitos que no cumplen las aguas de la Bahía de Jiquilisco.<sup>9</sup>

La agudeza que reviste la destrucción y contaminación de los recursos naturales en El Salvador está obligando a aunar esfuerzos de ONG e instituciones públicas. Se han puesto en marcha proyectos financiados por USAID y el BID. Dentro de ellos, resulta interesante el que se lleva a cabo en la zona de la Barra de Santiago, un ecosistema de manglar. El proyecto incluye estudios de contaminación orgánica, monitoreo de parámetros físico-químicos, indicadores de deforestación, taxonomía botánica y estudios de biodiversidad. Los organismos no gubernamentales involucrados en la zona son Salvanatura y Amar (Amigos del Árbol).

Se puede decir que la poca atención de las políticas públicas a este ecosistema es rasgo común a los países de América Latina. Muestra de ello es la ausencia de información detallada sobre su cuantía e importancia económica, en tanto que, como se observa en el cuadro 4, los manglares podrían constituir un importante aporte a la solución de problemas energéticos, alimentarios, de vivienda y en general del desarrollo, pues su explotación sustentable puede dar lugar a la formación de industrias, cuyos productos se comercializan en los mercados interno y externo.

En relación a la producción de carbón en Centroamérica y Cuba a partir de los manglares, la FAO (1994a) ha podido establecer que "se logra un rendimiento de transformación del orden del 13%. Para hornos de fábrica, la eficiencia de la transformación es del orden de 19% a 22%. Es posible una mayor producción con rollizos previamente secados pero hay que considerar los costos añadidos de mantenimiento de existencias. Un rendimiento mayor de transformación representa la necesidad de producir, aprovechar, secar previamente, transportar y utilizar menos madera para la elaboración del carbón".

Es de suma importancia considerar estos elementos en relación a la producción de carbón en Centroamérica y el Caribe, pues estos países presentan las siguientes características: tienen el mayor consumo de carbón vegetal en América Latina (El Salvador, 54%; Guatemala, 63%; Haití, 84%; Honduras, 65%), presentan las tasas más altas de deforestación en el continente (El Salvador, Haití), cuentan con indicadores de pobreza muy elevados y al mismo tiempo, poseen amplias regiones de manglares aún no estudiados.

---

<sup>9</sup> Información oral de bióloga Gardella E.

## BIENES Y SERVICIOS PROPORCIONADOS POR LOS MANGLARES

Recurso	Producto	País	Característica	Observaciones	Necesidades de investigación
Rhizophora	Carbón	América Central, Caribe	Método de fosos en tierra o montón de tierra.	Menos rendimiento, carbón de calidad variable. Requiere mayor cuidado y control de carbonización. Evaluación de rentabilidad en desarrollo de producción de carbón y camarón.	No se conocen los agentes de cadena extracción, elaboración, transporte, comercialización. Estudiar métodos de procesamiento de mayor rendimiento.
Rhizophora	Tanino de alta calidad, del grupo catechol, productor de llobafeno, importante en procesamiento del cuero	Panamá, Costa Rica, Colombia	La corteza se recolecta sólo de árboles mayores y mejores.	Pudrición de troncos descortezados. Degeneración del manglar.	No se conoce comportamiento de la cadena: extracción, comercialización de corteza, producción de tanino, comercialización en industria.
Diversas especies	Madera	América tropical	Para sustitución o reforestación	Población local recoge propágulos (semilla)	Estudio de cadena recolección, vivero, siembra en aspectos tecnológicos y económicos.
Tagua	Marfil vegetal	Ecuador, Colombia	Industria artesanal, exportación de materia prima	Ecuador exporta a Italia, Francia, Alemania e Inglaterra	Estudios económicos y sociales de la industria artesanal de tagua, estudios de promoción en "mercados verdes".
Avicennia germinans, L. racemosa, Rhizophora mangle	Miel	Cuba, Centroamérica, Ecuador	Apicultura con panales. 25% de producción total anual en Cuba procede del manglar.	Es recurso alternativo en época de lluvias cuando se reduce producción de polen y néctar en vegetación interior.	Factibilidad de utilizar manglares en producción de miel.
Fauna silvestre (Hutia, iguana, garrobo, tortugas, huevos de tortuga)	Alimento proteico	Cuba, México, Ecuador, Centroamérica	Explotación no sustentable	El garrobo se puede criar en cautiverio. En extinción iguanas y tortugas.	Organización de explotación sustentable. Normas de explotación en cautiverio.
Cocodrilo, caimán	Carne, piel, ecoturismo	Centroamérica, países amazónicos, Caribe, México	Explotación no sustentable	Existe experiencia de criaderos bien organizados. Comercio regulado por CITES <sup>a/</sup>	Factibilidad de aprovechar experiencia de criaderos en distintos países. Estudio de mercado para artículos de piel.
Pesca de captura	Salmonetes, pargos, cangrejos, camarones, moluscos	América tropical	Insuficiencia de información sobre aprovechamiento, extinción debido a explotación no sustentable	Información deficiente para evaluar situación económica de pesca y formular ordenación.	Ordenamiento de la explotación. Estudio de cadena pesca-consumidor.
Acuicultura marina (almejas, camarones)	Alimento proteico, potencialmente exportación	América tropical	Anadara tuberculosa (almejas) con buenas perspectivas comerciales.	Poca tradición en este rubro. En Panamá, costa caribeña de Costa Rica se ha estudiado ostra de manglar. Se puede recoger semilla de producción natural y plantarla en otras áreas hasta tamaños comerciales. Buenos métodos de cultivo en Puerto Rico, Cuba, Panamá.	Estudio de procesamiento industrial y mercados. Adaptación de experiencias favorables a otras condiciones.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), "Directrices para la ordenación de los manglares", Estudio FAO-Montes 117, Roma, 1994.

a/ Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre.

Existe poca o nula información volumétrica de los manglares por países, por lo tanto se hace necesario llevar a cabo una evaluación de los recursos forestales de estos sistemas. Es importante destacar que una plantación de pinos con el doble de volumen de madera en pie comparado con un bosque de *Rhizophora* tiene 24% menos de energía potencial por unidad de superficie. Se considera que el valor calórico de la *Rizophora Mangle* de Ecuador presenta un indicador medio de 4 400 Kcal por kilogramo. Dicha especie es la principal colonizadora de los manglares y en los márgenes soleados de los ríos tropicales se regenera con facilidad.

Las actividades forestales de manglar pueden elevar los indicadores de empleo para contrarrestar la cesantía temporal, pues contrario a la agricultura, donde el empleo es estacional, las actividades forestales se pueden realizar todo el año, contribuyendo a la industrialización rural y generando actividades colaterales (transporte, comercio) así como la sustitución de fuentes energéticas de importación.

Como hemos señalado, se han realizado pocas investigaciones específicas de los manglares. Su escaso conocimiento, por lo general, se ha derivado de estudios dedicados a la obtención de datos sobre vegetación, clasificación y para la elaboración de mapas del uso de las tierras.

Con respecto a estos sistemas, se hace necesario realizar estudios del impacto ambiental que ejercen los diversos usuarios del manglar; estudios para evaluar las políticas y programas de ordenación de manglares; investigaciones de mercado regional, nacional e internacional de los productos de manglar, así como también investigaciones socioeconómicas que comprendan: situación social y económica de la población dependiente de los manglares; niveles de ingresos, fuentes y distribución de la población costera e inversiones perspectivas.

De la información contenida en publicaciones consultadas se pudo obtener la siguiente enumeración de investigaciones dedicadas al tema:

- En **México y Colombia** se han obtenido fotografías aéreas en color que muestran las superficies con vegetación de manglar, así como también imágenes de radar, aunque en estas no se pueden identificar las especies forestales.

- En **Costa Rica** se han realizado los siguientes estudios dedicados a los manglares:

- a) Estimación de los volúmenes de masas forestales de manglar, incluyendo la corteza, que en algunos casos es un producto valioso en sí. Se trata de las especies *Rizophora Mangle* y *Rizophora Harrisonii* cortados por entresaca y medidos en Playa Garza.

- b) Elaboración de tablas de existencias para cada especie principal y tipo de bosque, que presentan el volumen en pie para cada clase de edad o diámetro, en base a un inventario de 63 parcelas.

- c) Elaboración de estrategias de planificación de los manglares de Sierpe-Terraba.

- d) Realización de ensayos con sistemas selvícolas de aprovechamiento con el fin de evitar el impacto negativo en otros elementos del sistema ecológico.

e) Elaboración de una lista de especies promisorias, basada en requisitos selvícolas y comerciales.

f) Ejecución en Playa Garza de inventarios de manglares de distintas especies para determinar rendimiento y plazos de rotación.

g) Estudio de métodos de aprovechamiento de la madera que no ejerzan un impacto negativo en el rendimiento de la repoblación.

h) Ejecución de un ensayo de plantaciones de *Rizophora Harrisonii* en la reserva de Sierpe-Torralba donde existían más de 5 000 hectáreas de terrenos pantanosos invadidos de *Acrostichum*.

- En Cuba se ha estudiado la metodología para la construcción de canales de extracción de la madera de los manglares. Se trata de investigaciones para determinar los sistemas de aprovechamiento.

- En Venezuela se realizaron un estudio y un inventario para la ordenación de los manglares. Comprendió la clasificación de los bosques utilizando fotografías aéreas.

- En Colombia se han elaborado estereogramas que muestran diversos tipos de manglar. Asimismo, el Instituto de Recursos Naturales Renovables realizó el Diagnóstico Exploratorio de los Manglares de Colombia, en diciembre de 1991, el cual recomienda iniciar el establecimiento de un banco de datos que sirva de base para proyectos integrales dedicados al ordenamiento y manejo sustentable de los manglares.

Otro estudio colombiano es el Proyecto Guandal, promovido por el Plan de Acción Forestal de Colombia, ejecutado por CORPONARIÑO y la Universidad Nacional, el Departamento Forestal de Medellín y financiado por las Naciones Unidas. Su objetivo es la ordenación de los guandales maderables del Litoral Pacífico, así como sentar las bases técnicas, económicas y sociales para el ordenamiento y manejo de los bosques de guandal, de donde depende el suministro de 60% de las maderas para la industria forestal del Litoral Pacífico.<sup>10</sup>

La Fundación Inguedé, por su parte, ha realizado inventarios detallados de tagua (marfil vegetal);<sup>11</sup> asimismo el estudio del impacto ambiental para la región del Caquetá, con el objeto de promover el aprovechamiento sustentable de los taguales y otros recursos no maderables.

---

<sup>10</sup> El bosque de guandal abarca aproximadamente 0.8 millones de hectáreas, que representan 14% del macizo de la costa del Pacífico.

<sup>11</sup> El tagual y el guandal son formaciones boscosas con influencia edafohídrica.

#### IV. LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM). ESTUDIOS EN AMÉRICA LATINA

Los PFNM cumplen importantes funciones en el aseguramiento de la vida diaria y el bienestar de grandes contingentes de población rural. Asimismo, constituyen materia prima de innumerables industrias que abastecen tanto al mercado nacional como internacional. Sin embargo, según planteamientos de la FAO, han sido desatendidos u omitidos en las políticas públicas, en las investigaciones e incluso en la información estadística. Ello se debe, en parte, porque su valor es mayor en las economías locales, pero también porque su comercialización muchas veces se realiza fuera de canales establecidos de mercadeo.

Son varios los factores que están proporcionando una nueva aceptación de los PFNM, entre ellos, la creciente demanda por productos naturales. Un ejemplo es la popularidad en ascenso de la terapia aromática, un campo dentro de la terapia natural que requiere de aceites esenciales obtenidos de plantas cultivadas sin el uso de fertilizantes químicos (en el Reino Unido se utilizan aceites esenciales por un valor de 15 millones de dólares anuales para terapia aromática). Por otra parte, las conclusiones con respecto a propiedades cancerígenas de los colorantes sintéticos están elevando la demanda de colorantes naturales como el achiote (*Bixa Orellana*) y la púrpura de cochinilla.

La importancia ecológica de estos productos, que se ha puesto en evidencia con el aumento creciente de la preocupación por el medio ambiente y los niveles de pobreza rural, ha contribuido también a poner de manifiesto las grandes perspectivas que abre su aprovechamiento responsable. Estos productos pueden ser la base para la creación de actividades económicas rentables que contribuyan al empleo rural.

Un estudio de la FAO ha identificado como comercialmente importantes 116 ítems de PFNM, incluyendo 26 aceites esenciales y considerando el grupo de plantas medicinales como un solo ítem. La información disponible indica que 500 a 600 plantas medicinales entran al comercio internacional.

Entre los PFNM, un lugar interesante ocupan los diversos productos que aporta el árbol de marañón en Centroamérica y otros países tropicales. Constituye una especie importante para la prevención de la erosión, pues posee un sistema radicular ramificado y crece prácticamente silvestre en los suelos de menor calidad y marginales. Además del fruto (nuez altamente cotizada en el mercado internacional), los macizos de marañón aportan leña de calidad y contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad. De la cáscara del fruto se obtiene un aceite de gran valor en la fabricación de barnices, pinturas y lacas. Con el procesamiento de su falso fruto se pueden producir jugos y vinagre. En El Salvador constituye una especie promisoría de exportación, abarcando en la actualidad cerca de 4 000 hectáreas (Ortega, 1995).

América Latina y el Caribe participa con una parte significativa del tráfico internacional de importantes productos de exportación como nuez del Brasil, aceites esenciales, plantas y extractos medicinales, especias, colorantes para alimentos, gomas, resinas, látex, palmitos y callampas. Ocasionalmente se exportan algunos ítems únicos tales como pájaros ornamentales de Trinidad y Tabago y mariposas de Centroamérica.

El conocimiento de los PFNM ha recibido impulso últimamente a partir de iniciativas de la FAO y de la CNUMAD. Diversas organizaciones internacionales comenzaron a desarrollar iniciativas

para conocer las potencialidades de estos productos, a partir del apoyo prestado a las poblaciones locales dependientes de su recolección. Estas organizaciones fueron, además de la FAO, el Banco Mundial, UNESCO, Unión Mundial para la Naturaleza, asimismo ONG internacionales como Amigos de la Tierra y Cultural Survival. La FAO ha organizado tres consultas regionales de expertos sobre los PFNM y a partir de ahí, en distintos países, se acometió la sistematización de su conocimiento y se dio impulso a diversas investigaciones ejecutadas por instituciones públicas vinculadas al sector forestal.

Según la FAO, algunos estudios sugieren que el retorno económico a largo plazo por el manejo adecuado de los productos forestales no madereros que se encuentran en una hectárea de bosque tropical amazónico, sobrepasaría los beneficios netos de la producción maderera o de la conversión agrícola del área. En el cuadro 5 se resume información sobre su importancia económica, recopilada en seminarios dedicados a estos productos; pero se debe señalar que el verdadero papel que cumplen en la economía aún es desconocido, debido a que su movimiento no está incorporado a las estadísticas y es aún incipiente el estudio de la cadena producción, extracción, acopio, comercialización interna, exportación.

La siguiente es una recopilación de entidades dedicadas a la investigación de los PFNM en América Latina con las respectivas áreas de estudio, donde ello fue posible conocer.

## **ARGENTINA**

ONGs de la Región del Chaco. Estudios: Conservación y uso sustentable de los bosques del Chaco Argentino.

Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Estudio: Características bioecológicas, culturales y propiedades medicinales de las especies correspondientes al género Piper encontradas en la Reserva Forestal Guaraní.

Instituto Subtropical de Investigaciones forestales, de la misma facultad. Estudio: Plantas medicinales del área Guaraní.

## **BRASIL**

Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria. Instituto de Recursos Naturales. Estudios: Investigación en la región amazónica sobre gomas, resinas e insecticidas naturales en conjunto con United Kingdom's Overseas Development Administration (ODA).

Centro para la Investigación Agroforestal, Estado de Acra. Facultad de Ciencias Agrarias de Pará. Estudios: El potencial para la domesticación y producción económica sustentable de aceites esenciales a partir de distintas especies de Aniba. El soporte técnico para este proyecto fue aportado por el Instituto de Ecología Terrestre y el Instituto Forestal de Oxford. Otro estudio realizado es: Viabilidad de las reservas extractivas como modelo de conservación de bosques. Evaluación económica, social y cultural de los PFNM que se obtienen de las reservas extractivas.

Cuadro 5

## CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS

I.	Productos
A.	Alimenticios (para animales y humanos): <ul style="list-style-type: none"> <li>- De origen vegetal: flores, cortezas, bulbos, raíces, nueces, hojas, verduras, forrajes, brotes, frutas, semillas, especias y saborizantes, hongos, brebajes, otros.</li> <li>- De origen animal: carne de animales del bosque, miel, huevos, insectos, nidos, peces, caracoles, otros.</li> </ul>
B.	Medicinales y otros bioactivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Productos medicinales</li> <li>- Insecticidas</li> <li>- Toxinas</li> <li>- Estimulantes</li> </ul>
C.	Extractivos (distintos de A y B): Gomas, resinas, látex, aceites fijos y esenciales, colorantes taninos, goma, laca, anilinas, ceras, otros.
D.	Otros animales y derivados (distintos de A, B y C): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Animales vivos</li> <li>- Derivados: plumas, pieles, cuernos, dientes, cueros, seda, trofeos, estiércol, etc.</li> </ul>
E.	Otras plantas y derivados vegetales (distintos de A, B, C y D): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plantas ornamentales</li> <li>- Material para fabricación de artesanías, utensilios y artículos para el hogar, equipos agrícolas, cuerdas, juegos y componentes para construcción. Incluye: coirón, fibra, corcho, bambú, junco y otros</li> <li>- Material para envolver</li> <li>- Tallos para masticar</li> <li>- Hojarasca, tierra vegetal y paja</li> </ul>
II.	Servicios
A.	Ambientales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversidad</li> <li>- Protección de suelos</li> <li>- Calidad y cantidad de agua</li> <li>- Efectos climáticos</li> </ul>
B.	Sociales y culturales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recreación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- no destructiva</li> <li>- para consumo (caza y pesca)</li> </ul> </li> <li>- Importancia histórica: <ul style="list-style-type: none"> <li>- valores espirituales y rituales</li> <li>- valor cultural</li> <li>- valor patrimonial</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), "Memoria de la Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe", Serie Forestal no. 1, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 1995.

Cuadro 6

## AMÉRICA LATINA: IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS

Producto o actividad	País
Ingreso anual promedio por familia por extracción de caucho y nueces es US\$ 960. 1.5 millones de habitantes de Amazonas obtienen ingresos de estos productos.	Brasil
Se exportan a más de 30 países las semillas de 3 especies de pino y 60 de latifoliadas.	Honduras
En Iquitos, el valor neto actual de estos productos equivale a US\$ 9 000 por hectárea (88.2% corresponde a frutas y látex). Esto es superior al valor neto actual de granjas ganaderas o plantaciones forestales en el Amazonas brasileño.	Perú
Valor neto actual para bosques de plantas medicinales equivale a US\$ 3 327 por hectárea. Los recolectores de plantas medicinales ganan entre 2 y 10 veces más que los agricultores.	Belice
Exportación de boldo por un valor de US\$ 900 000 en 1993.	Chile
Importante producción de corteza de <i>Cinchona sp.</i> (Quinina)	Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica
Producción de pilocarpina (droga contra glaucoma), de emetina (contra disentería amébrica)	Brasil, Colombia, Nicaragua, Panamá
Hojas de diversas especies de palmeras para exportación a los Estados Unidos, Alemania, Holanda. Exportación de US\$ 400 000 de hojas jóvenes de diversas especies en 1991.  La extracción de chicle, xate y pimienta gorda se ha transformado en gran industria, emplea a más de 7 000 personas en Petén, ingreso neto a la economía de US\$ 4 a 7 millones.	Guatemala
Producción de achiote ( <i>Bixa Orellana</i> ) 50 a 60% de producción mundial corresponde a América Latina. Se emplea en productos lácteos y cosméticos. Crece importancia en comercio mundial.	Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Perú
Pigmento de cochinilla (insecto <i>Dactilopius Coccus</i> que crece en cactus). Crece importancia en comercio mundial.	Perú (90% suministro de colorante)
Nuez de Brasil 75 a 80 % de la exportación mundial, con rentabilidad de US\$ 40 millones	Brasil
Producción de colofonia, trementina. Primera se utiliza en pinturas, adhesivos, fungicidas y perfumería. Se extraen de resina de pino.	Brasil, Honduras, México (productores y exportadores)
Látex de <i>Manilkara Zapota</i> (chicle). 600 a 1 000 toneladas por año. Producción de adhesivos, barnices resistentes al agua.	Centroamérica (bioregión maya), México
Espicias y condimentos: cardamomo, nuez moscada, pimienta.	Nuez moscada aporta en Granada 40% de ganancias por exportación. Brasil, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México

Producto o actividad	País
Artesanía de paja de Toquilla. Se utiliza palma tropical <i>Carludovica Palmata</i> .	Ecuador. Existen 40 000 procesadores y tejedores de paja.
Gusanos de seda en base a la morera. En 1992 la producción fue de 18 000 toneladas de capullo y 2 400 toneladas de seda cruda.	Brasil. Responde por 3% de la producción mundial.
Exportaciones globales de PFNM (amazónicos y no amazónicos) alcanzan US\$ 22 250 000 (fob).	Perú
En 1993, las exportaciones de cacao orgánico proveniente de plantaciones agroforestales alcanzaron 1 380 toneladas con un valor de US\$ 1.65 millones.  El palmito es un producto de exportación hacia Brasil y Francia, en 1993 se exportaron 528 toneladas con un valor de US\$ 1.93 millones. Plantaciones de dos años de palmeras productoras de palmito bajo sistemas agroforestales pueden ofrecer un ingreso bruto de US\$ 1 200 por hectárea en cada zafra. Según el consumo de las fábricas, la producción de palmito podría representar ingreso estable para 3 500 familias campesinas.	Bolivia

## BOLIVIA

Instituto para el Hombre, Agricultura y Ecología (IPHAE), Instituto de Investigaciones Forestales de la Amazonía Boliviana. Estudios: Uso racional integrado del monte para fines de ganadería bovina en el Chaco Tarijeño. Aspectos silviculturales de especies tropicales que crecen en el norte amazónico de Bolivia.

Universidad Técnica del Beni. Estudios: Investigaciones sobre los PFNM en los marcos de la Unión Mundial para la Naturaleza. Tratamientos pregerminativos para semillas de castaña del Beni.

En relación a la castaña del Beni, se conoce muy poco el funcionamiento de la cadena de extracción, transporte, comercialización de materia prima, procesamiento, comercialización interna del producto terminado y exportación, mientras que Bolivia ocupa el segundo lugar dentro del mercado de exportación de este producto, con un promedio de 18% del mercado mundial, lo que representa 6 000 toneladas al año.

En los marcos del Tratado de Cooperación Amazónica (Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia, Guyana, Perú, Suriname y Venezuela) se ha formado la Comisión Especial de Ciencia y Tecnología (CECTA). Este tratado fue suscrito el 3 de julio de 1978.

## COLOMBIA

Plan de Acción Forestal para Colombia. Estudio: Posibilidades comerciales de nuevos productos del bosque (1990). En la investigación se identificaron 66 especies vegetales y se recopilieron antecedentes sobre su distribución geográfica, hábitat y requerimientos ecológicos, silvicultura y cultivo, procesos de transformación y mercados. Se determinó que el país, en promedio,

durante la década de 1980-1990 ha importado anualmente alrededor de 50 millones de dólares de PFNM que se podrían obtener de los bosques y áreas forestales nacionales. Se considera que los productos forestales promisorios para el fomento de las exportaciones son: palmitos, achiote, aceites esenciales, bálsamos y productos medicinales, de los cuales se efectuaron algunas exportaciones que no sobrepasan los 5 millones de dólares anuales, en promedio, durante la misma década.

Centro de Investigaciones para el Desarrollo, de la Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA). Estudio: Valoración económica y social de los bosques no maderables del país. La investigación comprendió los bosques de manglares, naidizales, taguales, bosques de barniz, morichales y bosques de chiquichiqui.

Corporación de Investigaciones Amazónicas, Araracuara (1993). Estudio: Las potencialidades del mercado nacional para los siguientes productos amazónicos: Chontaduro en harina y aceites, ajíes en polvo, achiote en polvo, chicles y balata, almendras de marañón, fibras de chiquichiqui y aceites de seje.

Corporación Autónoma Regional del Putumayo. Proyecto: Formulación y ejecución de planes de ordenamiento y manejo de los bosques en Putumayo.

Corporación de Investigaciones Amazónicas, Araracuara. Estudio: Comercialización de productos vegetales amazónicos.

En la actualidad se dedican a estudios sobre PFNM:

- la Corporación Autónoma Regional de la Amazonia Sur, sede Mocoa
- la Corporación Autónoma Regional del Chocó
- la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía.

## CENTROAMÉRICA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Proyecto: Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (OLAFO). Estudios: Investigaciones etnobotánicas que contemplan equipos interdisciplinarios.

Se ha incluido el tema de los PFNM en los cursos internacionales relacionados con el sector forestal.

En la estación experimental de Talamanca se investigó la capacidad de rebrote y se realizaron estudios fitosociológicos, como criterio de manejo, para la población natural de *Quassia Amara* en una superficie de 100 hectáreas. Se está experimentando el procesamiento de esta especie para producir insecticida natural.

Laboratorio de Productos Forestales de Universidad de Costa Rica. Estudios: Creación de metodologías para el análisis de calidad de las fibras. Procesamiento de plantas medicinales para la industria de tisanas.

Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica. Estudios: Desde 1980 se investigan los recursos nativos y exóticos.

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Estudios: Investigaciones sobre cultivo de tejidos en plantas como ipecacuana, jengibre, vainilla y zarzaparrilla.

Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica (UCR). Estudios: Domesticación de *Quassia Amara*, especie nativa de los bosques tropicales de América. Su investigación se inició en 1994. El Laboratorio de Ensayos Biológicos estudia la toxicidad y actividad biológica de *Quassia Amara*.

Facultad de Farmacia de la UCR. Investigaciones químicas y de actividad biológica de *Quassia Amara*, *Smilax* y otras.

Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). Estudios: Investigaciones biológicas y químicas para valorar recursos naturales autóctonos en cuanto a contenido de principios activos para curar enfermedades tropicales.

Universidad de la Paz. Realiza anualmente el Curso Internacional de Valorización del bosque tropical a través de productos no maderables y sus servicios.

Escuela Agrícola para la Región del Bosque Húmedo (EARTH). Realiza un Taller Internacional sobre manejo del bosque donde se incluye el valor de los PFTM.

Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Honduras. Estudios: creación de banco de semillas. Categorización y producción de semillas.

Honduras exporta semillas de tres especies de pino y de 60 especies latifoliadas. De la producción anual de semillas, 55% se exporta y el resto se destina al mercado interno.

La recolección de frutos y semillas genera empleo para 400 personas al año y un ingreso promedio, por día de 170 lempiras (21 dólares). Los principales países importadores de semillas hondureñas son Colombia, Panamá, República Dominicana y Venezuela y aproximadamente 30 países localizados en la regiones tropicales y subtropicales del mundo.

Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Estudio de plantas medicinales de Honduras.

La Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal fue fundada en 1974 por Decreto Ley 103. Este cuerpo legal contiene artículos que mandan la creación del Sistema Social Forestal, lo que significa la incorporación del campesino a los beneficios directos e indirectos del bosque.

Proyecto Piloto Forestal en Petén, Guatemala. Identificación de PFTM de interés comercial. Estudio: Identificación de hojas de diversas especies de palmeras para exportación a Alemania, los Estados Unidos y Holanda. (En 1991, Guatemala exportó 400 000 dólares de hojas jóvenes de diversas especies.)

En este país la extracción de chicle, xate y pimienta gorda se ha transformado en una gran industria, que emplea a más de 7 000 personas en Petén y genera un ingreso neto a la economía de

Guatemala de 4 a 7 millones de dólares. Sin embargo, se tiene poco conocimiento de la cadena de extracción, comercialización de materia prima, procesadores y comercialización del producto terminado (o intermedio).

## CHILE

Escuela de Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Estudios: Ensayos sobre manejo de plantaciones de palma para extracción de miel.

## ECUADOR

Escuela Politécnica del Chimborazo. Estudios: investigación socioeconómica de la producción de cabuya (*Agave americana*) (*Furcraea Andina*).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estudios: En estación experimental de la Amazonía ha establecido un banco de germoplasma con 400 variedades de la palma *B. Gasipaes* del género *Bactris*. Los frutos de esta palma son comestibles y además de ella se obtiene aceite y palmito.

## MÉXICO

Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. Estudios: La ecología de cinco especies importantes en las zonas áridas de Chihuahua. Estudio sobre la industria ixtlera en México (aprovechamiento de *Agave Lechuguilla*).

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Estudio sobre jjoba (*Simmondsia chinensis*).

Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agrícola de México. Estudios: Distribución, ecología, fenología, ingredientes activos, métodos de cultivo, métodos de recolección y uso de especies vegetales seleccionadas.

## VENEZUELA

En relación a los PNFM, se han conocido ocho trabajos en el campo de la etnobotánica, presentados en congresos venezolanos dedicados a la materia.

Cuadro 7

## AMÉRICA LATINA: INVESTIGACIONES DE PPNM

País	Institución	Tema
Brasil	Instituto de Estudios Amazónicos de Xapuri Instituto de Recursos Naturales con ODA <sup>a/</sup> Centro para Investigación Agroforestal, Acra. Facultad de Ciencias Agrarias de Para (apoyo técnico de Instituto Forestal de Oxford)	La extracción forestal y las comunidades amazónicas Potencialidad en gomas, resinas e insecticidas naturales de Amazonas Potencial de producción económica de aceites esenciales a partir de Aniba
Bolivia	Instituto para el Hombre, Agricultura y Ecología (IPHAE). Instituto de Investigaciones Forestales de la Amazonía Boliviana. Universidad Técnica del Beni (apoyo de Unión Mundial para la Naturaleza)	Uso racional integrado del monte para ganadería bovina en Chaco Tarijeño Aspectos silviculturales de especies tropicales en el norte amazónico de Bolivia. Tratamientos pregerminativos para semillas de castañas del Beni.
Chile	Universidad de Chile	Manejo de plantaciones (Palma Chilena)
Colombia	Centro de Investigaciones para el Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Recursos Naturales Renovables. Corporación de Investigaciones Amazónicas, Araracuara. Corporación Autónoma Regional del Putumayo. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) y empresa privada Pizano S.A. <sup>1</sup> CONIF, INDERENA, financiación parcial del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID, Canadá)	Valoración económica y social de bosques no maderables. Potencialidades del mercado nacional para diversos productos amazónicos. Planes de ordenamiento y manejo de bosques en Putumayo (PAFC). Regeneración natural temprana del bosque de cativo en Choco-Colombia. Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras de Colombia
Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones en Productos Naturales Instituto Tecnológico de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Fabio Baudrit. Instituto Nacional de Biodiversidad	Fitosociología, capacidad de rebrote y tecnología para producir insecticida natural de <i>Quassia Amara</i> . Procesamiento de plantas medicinales para industria de Tisana. Desde 1980 estudia especies nativas y exóticas. Investigaciones en cultivo de tejidos en ipecacuana, jengibre, vainilla y zarzaparrilla. Toxicidad y actividad biológica de <i>Quassia Amara</i> . Principios activos en recursos vegetales nativos para curar enfermedades tropicales.
Ecuador	Escuela Politécnica del Chimborazo Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias	Estudio socioeconómico de la producción de cabuya ( <i>Agave Americana</i> ) Banco de germoplasma con 400 variedades de palma <i>B. Gasipaes</i>
Honduras	Escuela Nacional de Ciencias Forestales Universidad Nacional Autónoma de Honduras Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal	Categorización y producción de semillas. Estudio de plantas medicinales. PAFT
México	Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.	Ecología de 5 especies importantes en zonas áridas de Chihuahua. Aprovechamiento de <i>Agave Lechuguilla</i> . Estudio sobre jojoba ( <i>Simmondsia chinensis</i> )
Perú	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana	Silvicultura de plantas medicinales, especies de purma y frutales industrializables, silvicultura y producción de aceite de ungrahui.
Venezuela	Universidad de los Andes, Instituto Forestal Latinoamericano, Servicio Forestal Venezolano, Corporación Venezolana de Guayana, Compañía Nacional de Reforestación	Investigaciones etnobotánicas de distintas regiones del país. Aprovechamiento integral de fuste de palma manaca.

Fuente: Diversos estudios de FAO e instituciones nacionales (se presentan en bibliografía).

<sup>a/</sup> Overseas Development Administration.

### Conclusiones

La investigación e innovación tecnológica en el sector forestal de América Latina presentan una pronunciada diferencia en sus niveles de desarrollo entre los países cuya industria de pulpa y papel ha adquirido gran envergadura (Brasil, Chile) y el resto. Sin embargo, los avances científicos y tecnológicos se han centrado en forma primordial en las plantaciones. El conocimiento del bosque natural, aún en los países con mayor desarrollo en el sector, es reducido.

En casi toda la región se observa la presencia de instituciones cuyo objetivo es acometer la investigación forestal. Por lo general, se trata de entidades públicas, no gubernamentales o universitarias que desarrollan proyectos financiados por la cooperación internacional y las Naciones Unidas.

Según se puede deducir de la bibliografía consultada, el estudio de los sistemas de investigación e innovación tecnológica forestales en la mayoría de los países de América Latina está dando sus primeros pasos.

Está planteada la tarea de conocer su estructura de financiamiento, su eficacia, los canales de transferencia de los resultados, el impacto económico y social, el flujo de información entre instituciones de diversos países y regiones, así como también la existencia o no de un mercado tecnológico en la región.

El conocimiento de estos elementos daría la posibilidad de apoyar el desarrollo en el campo de la investigación e innovación forestales; la coordinación entre países de zonas similares para evitar paralelismos y elevar la eficiencia de los recursos, así como también organizar un mercado tecnológico regional. Esto reviste gran importancia porque es la carencia de apoyo financiero el mayor freno a la investigación de enormes recursos con que cuenta América Latina en esta esfera que, como se ha señalado, pueden convertirse en capacidades industriales volcadas tanto al mercado interno como a la exportación, por lo tanto, en fuente de productos no tradicionales. Ello generaría efectos sinérgicos en otros sectores de la economía, dando lugar a un impacto significativo, sobre todo en el empleo, para amplios sectores de la población rural.

### Bibliografía

- Agroforestería en las Américas (1995), no. 5, Turrialba, Costa Rica, enero- marzo.
- Bercovich, Néstor y Martina Chidiak (1995), "Desarrollo y crisis de la producción de celulosa y papel en Argentina" (LC/R.1492), CEPAL, Santiago de Chile.
- Carter, E. Jane (s/f), The potential of urban forestry in developing countries: a concept paper, Roma.
- Ciencia e Investigación forestal (1989), volumen 3, no. 6, Santiago de Chile.
- Comercio Exterior (1994), "La agrobiotecnología en América Latina y el Caribe: elementos para estrategias nacionales", vol. 44, no. 7, México, D.F., julio.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (1995), "Innovación en tecnologías y sistemas de gestión ambientales en empresas líderes latinoamericanas", Estudios e Informes de la CEPAL 94 (LC/G.1871-P), Santiago de Chile.
- (1990), "Transformación productiva con equidad" (LC/G.1601 (SES.23/4)), Santiago de Chile.
- (1986) "El desarrollo frutícola y forestal en Chile y sus derivaciones sociales", Estudios e Informes de la CEPAL 57 (LC/G.1378), Santiago de Chile.
- Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora (CODEFF) (1995), Boletín Bosques templados, no. 5, año 3, Santiago de Chile, abril.
- Convenio Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal (CONIF)-Holanda (1989), "Los bosques de la subregión central del Andén Pacífico colombiano. Estado actual del conocimiento", Bogotá.
- Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal (CONIF) (1991), "La regeneración natural temprana del bosque de cativo en Choco-Colombia", Bogotá, marzo.
- Fondo de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FONDEF) (1955), Informativo bimestral, no. 5, mayo.
- Hartwig Carte, Fernando (1991), "Chile, desarrollo forestal sustentable", Santiago de Chile.
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (1990), "Biotecnologia: situação atual e perspectivas. Resultados preliminares", Cadernos de economia no. 2, diciembre.
- Instituto Forestal (INFOR)/ Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) (1992), "El sector forestal en Chile: Logros y desafíos", Santiago de Chile.
- Mendoza Jorge, Maurício (consultor) (1995), "Desenvolvimento e competitividade do setor de papel e celulose no Brasil" (LC/R.1505), CEPAL, Santiago de Chile.
- Morales Gamboni, Jorge (1989), "El desarrollo forestal en Concepción", Concepción, Chile.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1995a), "Evaluación de los recursos forestales", Roma.

----- (1995b) "Situación forestal de la región", Santiago de Chile.

----- (1995c) "Memoria de la Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe", Serie Forestal no. 1, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

----- (1994a), Directrices para la ordenación de los manglares, Estudio FAO-Montes 117.

----- (1994b), "Plan de Acción Forestal para Chile. Memoria Mesa Redonda Internacional", Santiago de Chile.

----- (1994c), El estado mundial de la agricultura y la alimentación, Roma.

----- (1994d), "Informe de 18a. Reunión de la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe", Roma.

----- (1993a), Seminario de Estadísticas Forestales para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 19-30 de abril.

----- (1993b), Ordenación y conservación de los bosques densos de América tropical, Estudio FAO Montes 101, Roma.

----- (1992a), "Recursos forestales y su desarrollo", Santiago de Chile.

----- (1992b), "Taller internacional sobre evaluación de programas y proyectos de manejo de cuencas hidrográficas en relación al programa de acción forestal en los trópicos (PAFT)", Tegucigalpa, Honduras, 4-8 noviembre, 1991, organizado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Ortega, Liudmila (1995), "Las cadenas agroindustriales y la diversificación agrícola en El Salvador", documento presentado al Seminario nacional sobre Agroindustria y pequeña agricultura: experiencias y propuestas de política, organizado por la CEPAL y la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, San Salvador 16-17 de noviembre.

Proyecto Cooperativo Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal (CONIF)/Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA)/Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) (1991), "Propagación agámica de seis especies forestales neotropicales en Colombia", serie documentación no. 20, Bogotá.

----- (1990), "Estado de las plantaciones forestales en zonas altas de Colombia", Bogotá.

----- (1989-1990) "Técnicas de manejo de semillas para algunas especies neotropicales en Colombia", serie de documentación no. 19, Bogotá.

Stumpo, Giovanni (1995), "El sector de celulosa y papel en Chile" (LC/R.1521/Corr.1), CEPAL, Santiago de Chile.

Universidad de Chile (1993), "Efectos cuantitativos de la Ley de Fomento Forestal Chilena", documento de trabajo no. 120, diciembre.

Venegas Víctor (consultor) (1993), "El perfil forestal de América Latina: contribuciones económicas, sociales y ambientales" (LC.R.1349), CEPAL, Santiago de Chile.

----- (1992), "La dendroenergía en América Latina y el Caribe. Importancia de los recursos madereros como combustible" (LC/R.1241), CEPAL, Santiago de Chile.