

Historia del aprovechamiento forestal y los tratamientos silviculturales en los bosques de los Llanos Occidentales de Venezuela y perspectivas de manejo forestal sostenible.

Ludwig Kammesheidt^{1,*}, Armando Torres Lezama^{2,**}, Wilfredo Franco², Miguel Plonczak³

¹Universidad de Göttingen, Instituto de Silvicultura Tropical, Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen, Alemania

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ²Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR), Grupo de Investigación Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en Ecosistemas Forestales (BIODESUS), Mérida, Venezuela

³Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Mérida, Venezuela

*Dirección actual: Instituto Mundial de Forestería, Universidad de Hamburgo, Leuschnerstr. 91, D-21031 Hamburg, Alemania. Tel. +49 40 73962-112, Fax +49 40 73962-480, correo electrónico lkammes@ufobi6.uni-forst.gwdg.de

**Traductor de la versión al español, correo electrónico torres@ing.ula.ve

Resumen

Aunque Venezuela posee una de las extensiones de bosque más grande de América Latina, la historia de la explotación maderera está pobremente documentada. En este artículo revisamos la historia del manejo del bosque natural (MBN) en los llanos occidentales. En su fase temprana, iniciada en los años 1920s, la explotación comercial fue altamente selectiva, centrándose en caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), y se basó en permisos anuales, lo que resultó en la eventual conversión de los bosques a pastizales. En los años 1950s y 1960s, el gobierno de Venezuela decretó el establecimiento de reservas forestales, con una superficie cercana al millón de ha en el área de estudio; no obstante, el otorgamiento de concesiones a largo plazo para el MBN no comenzó hasta 1970. Las operaciones de aprovechamiento convencional, que remueven todas las especies maderables valiosas por encima de un tamaño legal, dejan un rodal remanente altamente dañado. La simulación del crecimiento sugiere que los ciclos de cortas anticipados de 30 años no suministran rendimientos sostenibles bajo el régimen de explotación actual. En sitios adecuados, teca (*Tectona grandis*) es una especie promisoría para monocultivos. Debido a las invasiones de los campesinos sin tierras, el área de bosque en las RF se ha reducido fuertemente. El bosque remanente solo puede ser mantenido si: (1) se mejora el MBN, (2) se supera el problema de la subvaloración de los recursos forestales y (3) se resuelve la situación de inequidad en cuanto a la tenencia de la tierra y la tendencia a la ampliación del área agrícola.

Palabras clave: Bosque natural; Caoba; Desarrollo demográfico; Legislación forestal; Métodos de aprovechamiento forestal; Plantaciones forestales; Teca.

Abstract

Venezuela's logging history is poorly documented, although this country is endowed with one of the largest tracts of forests in Latin America. In this paper we reviewed the history of natural forest management (NFM) in the western plains where commercial logging began as early as 1920. Early logging was highly selective, focusing on mahogany (*Swietenia macrophylla*) and cedar (*Cedrela odorata*). An annual permits regime resulted in the eventual conversion of natural forests into pasture. In the 1950s and 1960s, the Venezuelan government set aside four permanent forest estates (PFE; covering ca. 1 Mio. ha) in the study area to sustain timber production. However, NFM under long-term lease contracts (up to 40 years) did not commence until 1970. Conventional logging operations, removing all valuable timber species above the legal size, leave a highly damaged residual stand. Growth modelling suggests that the anticipated 30-yr cutting cycles do not provide sustainable yields under the current logging regime. On suitable sites, teak (*Tectona grandis*) is a promising species for monocultures. Due to the invasion of landless farmers, the forested area in PFEs has been strongly reduced. The remaining forest can be only preserved as timber production area, if (1) NFM is

improved, (2) underpricing of forest resources is surmounted, and (3) disparity in land tenure and the trend to extensifying agriculture is overcome.

Keywords: Demographic development; Forest legislation; Logging methods; Mahogany; Natural forest; Plantation forestry, Teak.

1. Introducción

Cerca de un 48% de la superficie terrestre total de Venezuela (91,2 millones de ha) está cubierta con bosques naturales (FAO, 1997); esto la sitúa entre los cinco países dotados con la mayor área de bosques naturales en América del Sur Tropical. De estos 43,7 millones ha, unos 3,5 millones ha se encuentran bajo el sistema de concesiones a largo plazo con fines de manejo en reservas forestales. Hasta 1993, aproximadamente la mitad de la producción anual de madera rolliza fue abastecida por bosques públicos y privados designados para su conversión a usos agrícolas (Centeno, 1995). En los últimos años, no obstante, el aporte de producción anual de madera rolliza en los bosques no manejados ha declinado de manera gradual hasta alcanzar un 20% en 1996, mientras que en el mismo periodo la proporción de madera proveniente de los bosques naturales manejados y las plantaciones se ha incrementado a 38 y 42%, respectivamente (SEFORVEN, 1997).

La poca atención que el mundo ha puesto en los esfuerzos hacia el manejo sostenible del bosque natural (MBN) que se han adelantado en Venezuela puede atribuirse, principalmente, a que la mayoría de la literatura sobre MBN en este país está escrita en español, mucha de ella publicada en revistas de circulación limitada o se encuentra en informes no publicados. En una extensión menor, se menciona el hecho que Venezuela nunca ha desempeñado un papel importante como exportador de productos de madera.

En este artículo revisamos la historia del MBN en los llanos del río Orinoco (Fig. 1). Después de una introducción a las condiciones climáticas, geología y suelos, y la composición de las especies arbóreas de los bosques, examinaremos: (1) la evolución del marco legal, (2) las prácticas de manejo, (3) el impacto de la explotación maderera sobre la estructura y la composición florística del bosque, (4) el crecimiento y rendimiento de los rodales remanentes, (5) los tratamientos silviculturales, (6) el comportamiento de las plantaciones, (7) las limitaciones políticas y socioeconómicas respecto al manejo forestal, y (8) el desarrollo del abastecimiento de madera y la demanda desde una perspectiva histórica. Sobre la base de los hechos establecidos analizaremos, entonces, las perspectivas del manejo forestal sostenible en los llanos occidentales de Venezuela.

2. El marco natural

Los llanos de Venezuela se extienden desde el piedemonte de la cordillera de los Andes en el oeste hasta el río Orinoco en el este, y desde la cordillera de la Costa en el norte hasta la frontera con Colombia en el sur; lo que representa aproximadamente un tercio (274.000 km²) del total de la superficie terrestre del país (Fig. 1).

2.1. Condiciones climáticas

La precipitación anual promedio oscila entre 2500 mm, cerca del piedemonte andino, y 1250 mm en la parte más oriental de los llanos próximos al delta del Orinoco (Veillon, 1989). La temperatura promedio anual, de aproximadamente 25 °C, varía solo ligeramente en las diferentes partes de la región. Existe una estación seca bien definida de noviembre a marzo. Durante esta época prevalecen los vientos alisios provenientes del este/norte/este. En la parte restante del año la región se ubica en la zona de convergencia intertropical, con alta precipitación.

2.2. Geología y suelos

Los llanos de Venezuela se formaron por deposición de material andino durante el pleistoceno-holoceno. Muchos ríos nacen en los Andes, fluyen a través de los llanos y, eventualmente, drenan en el río Orinoco. El proceso de sedimentación en curso, particularmente en los llanos occidentales, ha conformado un micro-relieve que se caracteriza por la fluctuación en cortas distancias de sitios de dique areno-francosos, bien drenados, a depresiones ricas en arcilla, pobremente drenadas, las cuales se inundan durante la época lluviosa. La intensidad de la inundación depende del micro-relieve y la textura del suelo (Franco, 1979). Debido al material aluvial, los suelos son ricos en nutrientes en comparación a otros bosques neotropicales zonales (Hase, 1981). El abastecimiento de agua es un factor limitante durante la estación seca.

2.3. Tipo de vegetación y composición florística

Existe un cinturón contiguo natural de bosque húmedo semi-deciduo hasta una distancia de 100-150 km del piedemonte andino, con algunos parches de sabana y vegetación achaparrada (“chaparrales”) (Fig. 2). Mas hacia el este, este tipo de bosque –que originalmente cubría unos 4-5 millones de ha– es reemplazado por vegetación de sabana y matorrales, y bosque ripario y bosque seco, respectivamente (Hueck y Seibert, 1981).

Tanto en las depresiones periódicamente inundadas (“bajíos”) como en los sitios bien drenados (“bancos”) se desarrolla el bosque alto con árboles emergentes que alcanzan alturas máximas de unos 40 m. La palma *Attalea maracaibensis* es un componente importante de los bosques, tanto en bancos como en bajíos. El número de especies arbóreas > 10 cm dap (diámetro a la altura de pecho) oscila entre 33 y 53 por hectárea (Plonczak, 1989; Kammesheidt, 1994) con sólo diferencias ligeras entre

ambos tipos de sitio (Kammesheidt, datos no publicados). Si la inundación excede aproximadamente los seis meses por año, el bosque alto puede ser reemplazado por arbustos, *Heliconia* o vegetación herbácea (“esteros”).

En la mayoría de los bosques altos de los llanos occidentales, *Bombacopsis quinata* (Bombacaceae) representa la mayor proporción de volumen del fuste (hasta un 30%) y área basal (hasta un 26%). Otras especies comunes con árboles grandes son *Brosimum alicastrum* (Moraceae), *Pouteria anibaefolia* (Sapotaceae), *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae), *Cordia thaisiana* (antes *C. apurensis*) y *C. alliodora* (ambas Boraginaceae); la mismas exceden, algunas veces, una participación individual de 5% en volumen del fuste y área basal. *Swietenia macrophylla* y, particularmente, *Cedrela odorata* (ambas Meliaceae) son especies raras pero con una amplia distribución (Veillon, 1997).

3. Etapa inicial del aprovechamiento forestal: 1920-1969.

En el periodo de 1920 a 1950 Venezuela sufrió una dramática transformación económica. La exportación de café y cacao fue la principal actividad económica del país hasta la caída de los precios a finales de 1920. Mientras tanto, el auge del petróleo estimuló el crecimiento de la economía nacional. Una mejorada infraestructura, la aceleración de la urbanización y el rápido crecimiento de la población condujeron a una expansión de las tierras agrícolas y a un incremento en la demanda de madera para la construcción y otros usos. La explotación comercial de madera en Venezuela comenzó en los años 1920 en los estados Portuguesa y Cojedes (Fig. 2). La cercanía a los centros industriales del país, especialmente Valencia y Caracas, y la relativa riqueza de las especies maderables valiosas hizo de estos bosques los principales objetos de la explotación. Con base en los trabajos de Veillon *et al* (1949) y Veillon (1955, 1971) se puede elaborar el resumen siguiente:

La extracción de madera, en sus comienzos, se concentró exclusivamente en *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cedrela odorata* (cedro). A finales de la década de 1930, se inició la explotación de *Bombacopsis quinata* (saqui-saqui) y *Tabebuia rosea* (apamate), aunque todavía en pequeñas cantidades. Hasta el final de la II Guerra Mundial la demanda de madera fue baja. Para 1946, la producción de madera había aumentando bruscamente y se mantuvo creciendo hasta finales de los años 1960 (Cuadro 1). Para satisfacer la demanda en aumento, otras especies maderables de menor calidad, como *Anacardium excelsum* (mijao) llegaron a ser comercializables. El mijao ocurre cerca a las orillas de los ríos y, algunas veces, constituye rodales casi puros, lo que resulta en la extracción de un volumen excepcionalmente alto de madera en estos sitios, incluso superior a 100 m³/ha. En general, no obstante, la intensidad de explotación fue baja. En promedio, se removieron 0,7 árboles/ha de caoba y cedro con un volumen de fuste de 2,8 m³/ha, y 0,9 árboles/ha de saqui-saqui y apamate con un volumen de fuste de 3,6 m³/ha.

Debido al agotamiento del recurso (Cuadro 1) y la consecuente declinación de los bosques de Portuguesa en la participación general en la producción nacional de madera rolliza, las actividades de aprovechamiento se desplazaron hacia el sur. En el estado Barinas, la explotación forestal con fines comerciales se inició en 1939 (Fig. 2). Como en Portuguesa, sólo se extrajo caoba y cedro en los primeros años. En 1944, el aprovechamiento comenzó a abarcar otras especies maderables con un incremento constante de la tasa de extracción en volumen. A principios de la década de 1960, Barinas sustituyó a Portuguesa como el estado con mayor producción de madera en Venezuela (MAC, 1964).

Las operaciones de explotación se basaron en permisos anuales, donde se prescribió la corta permisible y el diámetro mínimo de corta (DMC) por especie. Todas las formas de tenencia de la tierra; es decir, bosques estatales, comunales y privados, fueron sujetos a contratos de aprovechamiento. La explotación fue adelantada por los propietarios de bosques privados, los contratistas o directamente por los compradores de madera. El control del aprovechamiento por el Servicio Forestal del Estado generalmente se restringió a una inspección superficial previo a la extracción de la madera. No se realizó un control oficial durante la operación, tendente a impedir el daño excesivo al rodal remanente, o cualquier otro tipo de registro posterior. Por tanto, no se podía hacer cumplir la regulación de plantar tres individuos de caoba y cedro por cada árbol removido. Para 1948, el personal del Servicio Forestal de Portuguesa consistía en dos inspectores y 13 guardias, quienes estaban a cargo de un área boscosa de aproximadamente 700.000 ha. Esto puede arrojar alguna luz sobre el problema. Comparado con otros estados de Venezuela, no obstante, este Servicio Forestal estaba bien dotado de personal.

De las 1.352.500 ha de bosques existentes en Barinas, a principios de los años 1950, 59% pertenecía a la nación, 5% eran propiedades comunales, y 36% se consideraba propiedad privada. Debido al relativamente fácil acceso, los bosques comunales fueron explotados más intensivamente; seguidos por los privados. Para 1954, 95% y 80% de todos los bosques comunales y privados, respectivamente, habían sido explotados. Los bosques propiedad de la nación, generalmente ubicados en áreas remotas, fueron los menos aprovechados (3%). En la mayoría de los casos, la explotación selectiva en áreas privadas y comunales fue solo la primera etapa para convertirlos a otros usos de la tierra, especialmente ganadería.

En los inicios de la década de 1950, el gobierno de Venezuela comenzó a reservar la zona forestal permanente (ZFP; “reservas forestales” y “lotes boscosos”) en tierras públicas con fines de producción sostenida de producción de madera. En los estados Portuguesa, Barinas y Apure, entre 1950 y 1961, se decretaron cuatro reservas forestales: Turén, Ticoporo, Caparo y San Camilo, con una superficie inicial aproximada de 116.400, 270.000, 170.000 y 450.000 ha, respectivamente; en otras partes de

Venezuela también se reservaron áreas entre 1961 y 1969 (Fig. 3). Con relación al estado Barinas, un 55% de las antes tierras boscosas públicas (795.000 ha) llegaron a ser ZFP (Veillon, 1955). Sin embargo, debido a la creciente presión sobre estas reservas, a finales de la década de 1950 se desafectaron oficialmente 50.000 y 40.000 ha, en las ZFPs de Turén y Ticoporo, respectivamente, para ser destinadas a un uso agrícola y de establecimiento de asentamientos campesinos (Veillon, 1971; Briceño, 1991). Previo a la introducción del sistema de concesiones en 1970, las áreas accesibles de Ticoporo fueron explotadas extensivamente por caoba, cedro y algunas otras especies (Rangel y Aguirre, 1985); en Caparo, sólo se extrajeron las primeras dos especies (L. Ballesteros, com. pers.).

4. Aprovechamiento forestal bajo el sistema de concesiones (desde 1970)

4.1. El marco legal y las concesiones de aprovechamiento

El estatus legal de las ZFPs se introdujo con la Ley Forestal de 1942; sin embargo, fue sólo como una respuesta a la Ley de Reforma Agraria de 1960 que la nueva Ley Forestal de 1965 y la detallada regulación sobre manejo de bosques, promulgada en 1969, suministraron el marco legal para iniciar un sistema de concesiones de ZFPs (Franco, 1989). La ley perseguía el aumento gradual de una industria de procesamiento de la madera abastecida de manera sostenida por madera proveniente de las ZFPs. Por tanto, sólo las compañías en capacidad de ofrecer una línea integrada de producción fueron consideradas para el otorgamiento de los derechos de concesión. Las ZFPs se dividieron en unidades de manejo. Los primeros derechos de concesión fueron concedidos a CONTACA (40.775 ha; Unidad II) y EMALLCA (60.300 ha; Unidad III) en 1970 y 1972, respectivamente, en la ZFP de Ticoporo (Fig. 3). Ambas eran compañías locales establecidas bastante antes de que se iniciara el manejo bajo el sistema de concesiones. Refiriéndose a CONTACA, Schmithüsen (1969) y Plonczak (1989) describen las características generales del sistema de concesiones en Venezuela como sigue:

El contrato de aprovechamiento se otorgó por 40 años, lapso inferior al máximo de 50 años permitido en la Ley Forestal. El área total se dividió en 30 compartimientos de unas 1300 ha cada uno. Se aplicó un sistema de corta selectiva con un turno de 60 años, correspondiente a dos ciclos de corta de 30 años. Para determinar la corta permisible anual (CPA), el concesionario gestionó la realización de un inventario forestal con una intensidad del 1% de la superficie total del área. El muestreo consideró todas las especies comerciales > 35 cm dap. En general, se calculó un volumen de madera en pie de 1.792.000 m³ (44 m³/ha, de esto 57% comercializable). En promedio, el volumen comercial (> 60 cm dap) es de 24 m³/ha. No obstante, en algunos tipos de bosque las especies comerciales alcanzaron hasta 71 m³/ha. Las especies con la mayor participación en el volumen total fueron: saqui-saqui (31%), chupón (26%, *Pouteria anibaefolia*) y mijao (15%). La CPA es de 30.100 m³ con un volumen variable para todas las especies, excepto para saqui-saqui con una cuota fija de 15.300 m³. El DMC

es de 65 y 35 cm, respectivamente, para maderas finas para muebles (caoba y cedro) y maderas duras, y 50 cm para maderas blandas (e.g. saqui-saqui). La explotación se realiza cada año en uno de los 30 compartimientos. La plantación de enriquecimiento o a campo abierto se adelanta en 30-40% del área aprovechada, mientras que la restante se deja sin tratar. El concesionario está a cargo del establecimiento y mantenimiento de la infraestructura, la protección del bosque y la investigación. Todas estas actividades son contempladas en el plan de manejo, el cual es evaluado quinquenalmente por el Servicio Forestal, una dependencia del Ministerio del Ambiente desde 1977.

En la Unidad I (45.750 ha) de Ticoporo se otorgaron derechos de concesión en 1982 a EMIFOCA (una compañía mixta, en la cual tuvo una participación el Instituto Agrario Nacional, organismo encargado de implementar la reforma agraria) por 23 años, con el propósito de establecer sistemas de agroforestería en el área ya fuertemente deforestada (Gutiérrez, 1996) (Fig. 3). La Unidad IV (24.000 ha) se asignó en 1983 a la Universidad de Los Andes (ULA; Mérida) por 12 años, para adelantar el aprovechamiento y la investigación silvicultural (Briceño, 1991). La ZFP de Turén nunca fue manejada bajo un sistema de concesiones, debido principalmente a la ya avanzada degradación de los recursos forestales a comienzos de los 1970s.

La ZFP Caparo se dividió inicialmente en tres unidades de manejo. La parte más occidental de la Unidad I (7.000 ha) fue asignada a la ULA en Comodato con el MARN en 1983, con fines de aprovechamiento, investigación y docencia, si bien estas actividades venían siendo realizadas por la ULA desde finales de los 1960; mientras que el área restante (48.907 ha) de esta Unidad y la Unidad II fueron cedidas en concesión en 1983, y, finalmente, la Unidad III en 1988. (López *et al.*, 1996). En San Camilo, 97.000 ha han sido asignadas a un concesionario privado desde 1977 (SEFORVEN, 1997), mientras que el resto del área ha sido penetrada y degradada a un ritmo constante por los cultivadores migratorios. En síntesis, sólo un 40% de la ZFP original está o fue manejada bajo un sistema de concesiones.

4.2. Espectro de especies aprovechadas

EMALLCA es la única concesionaria en el área de estudio que ha conservado un registro consistente de todas las actividades de campo, desde el comienzo del aprovechamiento. Las fases operativas para establecer un sistema de manejo son comparables a las de CONTACA. La CPA es de 22.000 m³ con una cuota fija para saqui-saqui (12.600 m³). El número de especies aprovechadas se incrementó en dos etapas durante el periodo de estudio (Cuadro 2). Además de saqui-saqui, solo mijao mostró una constante y considerable participación (11%) en el volumen general explotado. De 40 especies aprovechadas, 20 representaron apenas un 1,2% del volumen total. Las restantes (18) mostraron una participación altamente variable del volumen cosechado, lo que podría deberse a la proporción

fluctuante de las mismas en volumen en pie entre los compartimientos. En promedio, se extrajeron 3-5 árboles por hectárea con un volumen de fuste de 13 m³ oficiales (Cuadro 2).

4.3. Métodos de aprovechamiento y daños al rodal remanente

La Ley Forestal no establece prescripción alguna en cuanto a la explotación controlada. Por tanto, no se aplican medidas para reducir el impacto del aprovechamiento, tales como corta de lianas previa a la cosecha de la madera o caída direccional. Desde el cambio de la explotación selectiva, o "descremado", hacia la extracción de un espectro más amplio de especies, las actividades de aprovechamiento se han concentrado en las áreas que muestran una ocurrencia gregaria de especies comerciales. En estas áreas se establecen los patios. Las vías se construyen en la última fase de la extracción, para conectar un área de patio al próximo.

La introducción de maquinaria más pesada en tiempos más recientes parece estimular el agrandamiento de los patios, donde el rodal remanente es casi completamente removido. Por ejemplo, Kammesheidt (1994) documentó el impacto de la explotación, por medio de un muestreo sistemático, y encontró que en un rodal aprovechado a principios de los 1970s, 13% del área fue de antiguos patios, mientras que el valor correspondiente en rodales explotados en los 1980s fue de 27 y 40%, respectivamente. Plonczak (1989), quien estudió el impacto del aprovechamiento forestal durante las fases de tumba y arrastre, previo e inmediatamente después de la explotación, reportó que cerca de la mitad de todos los individuos registrados, previo a la explotación, fueron dañados, derribados o removidos. Aproximadamente un 80% de las pérdidas de tallos fueron causadas por el arrastre, lo que indica la manera no planificada del aprovechamiento.

En síntesis, los métodos de explotación en el área de estudio causan un daño excesivo a los rodales residuales, tanto en términos de la proporción del área donde los árboles fueron casi completamente destruidos (patios), como en el porcentaje de árboles dañados en las zonas de tumba y arrastre. Mayores detalles sobre el impacto del aprovechamiento sobre la vegetación pueden encontrarse en Plonczak (1989), Kammesheidt (1994), Kammesheidt *et al.* (1995, 1999).

4.4. Estructura y composición florística de los rodales remanentes

Las operaciones de aprovechamiento convencional alteran considerablemente la estructura vertical y horizontal de los rodales remanentes. Kammesheidt (1994), por ejemplo, encontró un promedio de sólo 3 árboles > 70 cm dap por hectárea en rodales de 5-19 años después de la explotación, mientras que se registraron 58 árboles por encima de este diámetro límite en rodales no explotados. En el estrato superior (> 25 m) se encontraron, respectivamente, 12, 23 y 38 árboles por hectárea en rodales aprovechados 5, 8 y 19 años antes del muestreo; mientras que se registraron 80 árboles en este estrato, en el rodal no explotado.

En general, las operaciones de aprovechamiento remueven casi todos los individuos de las especies maderables más valiosas; es decir, caoba, cedro y saqui-saqui, que alcanzan y superan el DMC (Plonczak, 1989; Kammesheidt, 1994). Los individuos remanentes por encima del DMC, de estas especies, mostraron un fuste deformado o fueron más susceptibles a la pudrición del duramen, o poseían ambas condiciones (Cuadro 3). *Brosimum alicastrum* (charo amarillo), *Pouteria anibaefolia* (chupón rosado), *Spondias mombin* (jobo) y *Terminalia guianensis* (guayabón) fueron las únicas especies maderables potenciales con una participación considerable en el volumen de fuste total de árboles > 30 cm dap en los rodales aprovechados. Sin embargo, ninguna de estas especies alcanzó un volumen de fuste comparable al saqui-saqui en el bosque maduro.

Además, las especies maderables potenciales mostraron una distribución moderadamente errática, tanto en términos de abundancia como de volumen de fuste, lo que sugiere que en un segundo ciclo de corta se cosecharía un juego de especies bastante diferente de un rodal a otro. De las 42 especies > 30 cm dap encontradas en rodales explotados y no explotados (área de muestreo total: 4,6 ha), ocho especies todavía no habían sido comercializadas. La mayoría de estas especies eran raras, con la excepción de *Ochroma lagopus* y *Cecropia peltata*, las cuales representaron 4,9 y 14,0% del área basal en rodales de 5 y 8 años después de la explotación, respectivamente (Kammesheidt, 1998).

La distribución espacial de las especies más comerciales (> 10 cm dap) cambió de un patrón regular en un rodal no aprovechado a uno más aleatorio en rodales explotados, esto indica el carácter en manchas de las áreas perturbadas después del aprovechamiento. Aparte de pardillo negro, que está bien representado en las clases de tamaño inferiores (< 30 cm dap) en rodales explotados, todas las otras especies aprovechadas estuvieron ausentes (cedro) u ocurrieron con muy pocos individuos (caoba y saqui-saqui) en rodales explotados. Existen muy pocas especies maderables potenciales; tales como charo amarillo, *Luehea cymulosa* (guácimo cimarrón) y *Sapium stylare* (lechero), las cuales mostraron suficiente regeneración (> 35 latizales por hectárea); lo que sugiere que estas especies alcanzarán una posición dominante en la composición florística en el largo plazo (Kammesheidt, 1998).

Observaciones similares fueron hechas por Plonczak (1989), quien encontró que, con la excepción de mijao, todas las otras especies de valor comercial alto y medio se regeneran de manera insuficiente en los rodales explotados, mientras que pocas especies de bajo valor y valor potencial se benefician de la perturbación causada por el aprovechamiento. En general, hay un claro cambio en la composición florística de especies altamente comercializables en rodales no explotados a especies con muy bajo o, incluso, ningún valor comercial en rodales aprovechados, como también fue encontrado en rodales explotados experimentalmente y monitoreados por más de 10 años (cf. Lozada, 1998).

4.5. Predicción del crecimiento y rendimiento

Entre 1956 y 1978, el Instituto de Silvicultura de la ULA, en Mérida, estableció 62 parcelas de investigación (PI) en diferentes zonas de vida, a través de Venezuela, con el propósito de monitorear el crecimiento y rendimiento en bosques naturales (Veillon, 1985). En el área de estudio se estableció un total de 12 PIs (superficie total: 4,25 ha). Las PIs del bosque El Caimital (Barinas) se establecieron en 1962 y poseen el registro más largo (35 años). Este bosque fue descremado por caoba y cedro en 1940 y 1951 (Finol, 1964). El incremento anual promedio en diámetro, área basal y volumen de fuste en este bosque, excluyendo las palmas, varió de 0,36-0,51 cm (\bar{x} = 0,41; DE = 0,05), 0,53-0,74 m²/ha (\bar{x} = 0,61; DE = 0,05), y 3,98-5,33 m³/ha (\bar{x} = 4,41; DE = 0,47), respectivamente (Veillon, 1985). Sin embargo, el autor no suministra información alguna acerca de la participación de las especies comerciales en el crecimiento y rendimiento.

Lozada (1998) encontró, en rodales explotados con fines experimentales, donde todos los árboles \geq 20, 40 y 60 cm dap, respectivamente, fueron cortados y removidos, que con la aplicación del límite de corta más bajo, 74% del incremento anual en área basal total (1,48 m²/ha), en los primeros cinco años después de la perturbación, estuvo representado por especies secundarias de rápido crecimiento con bajo o ningún valor comercial. En los años 6 y 7, posteriores al aprovechamiento, el incremento anual en área basal descendió a 0,62 m²/ha, lo que se debió principalmente al incremento en mortalidad de las especies secundarias, las cuales consecuentemente declinaron en su importancia (39%). Con el incremento en el límite de corta, disminuyó tanto el incremento anual en área basal como la proporción de especies secundarias (\geq 40 cm dap, 0,89 m²/ha, 40%; \geq 60 cm dap, 0,53 m²/ha, 32%). La participación de especies oportunistas de claros, en su mayoría especies valiosas como el saqui-saqui, en el incremento en área basal, aumentó a medida que se incrementó el límite de corta (12, 26 y 27%, respectivamente).

Desde 1984, las obligaciones contractuales de los concesionarios han incluido el establecimiento de parcelas permanentes en rodales aprovechados, a fin de evaluar las perspectivas de rendimiento para un segundo ciclo de corta. En EMALLCA, como en otras áreas bajo concesión, las PIs se establecieron pero los datos no se han analizado todavía (J. Duque, com. pers.). Las simulaciones hechas con el modelo de crecimiento –orientado hacia procesos- FORMIND2.0 sugieren que con la explotación convencional, tal como se practica en el área de estudio, no se puede alcanzar un rendimiento sostenible \geq 45 m³/ha con ciclos de corta de 30 años (Kammesheidt *et al.*, 2001).

5. Tratamientos silviculturales

Las especies maderables más valiosas muestran una distribución errática con una proporción muy baja de individuos entre 20 – 40 cm dap en rodales no explotados (saqui-saqui, 5%; caoba, 1% y cedro, 1%) (Veillon, 1997). En consecuencia, la aplicación de un bajo DMC elimina la reserva de regeneración potencial. La situación es incluso peor después del aprovechamiento debido a que la explotación remueve todos los individuos bien formados y de mayores dimensiones de estas especies, antes de que los frutos maduren al final de la época, lo que impide cualquier reclutamiento después de la extracción de madera. Pero incluso las especies comerciales que están bien representadas en las clases de tamaño inferiores muestran, en la mayoría de los casos, un número insuficiente de latizales (Kammesheidt, 1998). Por tanto, se necesita la aplicación de tratamientos silviculturales para sostener el valor comercial del bosque explotado.

5.1. Sistema “shelterwood” modificado

Aparentemente, la caoba co-evolucionó con perturbaciones periódicas a gran escala, tales como fuego y huracanes (Snook, 1996). Esto también podría aplicarse al saqui-saqui y el cedro. Estas tres especies son demandantes de luz y tienen semillas pequeñas dispersadas por el viento, que se regeneran más exitosamente sobre el suelo mineral libre de hojarasca. Algunos autores (e.g. Finol, 1964; Plonczak, 1989) han sugerido que la presente posición dominante de saqui-saqui en los bosques de los llanos occidentales se debe al hecho de que grandes áreas fueron deforestadas durante el apogeo de la agricultura entre 1750 - 1810 y abandonadas posteriormente (Veillon, 1977). Saqui-saqui, así como caoba y cedro, podrían haberse beneficiado de las perturbaciones a gran escala y frecuentes eventos de fuego, de manera que ellas eventualmente ganaron su posición actual en estos mayoritariamente bosques secundarios tardíos (esto es particularmente aplicable para la parte superior de los llanos occidentales que comprenden a Turén y Ticoporo; cf. Veillon, 1977).

En las décadas de 1960 y 1970 se establecieron ensayos silviculturales para imitar el nicho de regeneración natural de estas especies. La evolución de los tratamientos silviculturales, nombrado Regeneración natural dirigida “Sistema El Caimital”, se documenta en Finol (1974, 1978). En el primer ensayo se cortó el sotobosque y las lianas en el área explotada, la cual había sido aprovechada selectivamente el año previo. Antes de que los frutos maduraran, al final de la época, se removió la hojarasca y los restos de madera por medio de una quema controlada. Aunque se estableció suficiente regeneración de las especies comerciales, se encontró que el método era demasiado costoso. En un ensayo subsiguiente se confinó la preparación del sitio a la apertura de fajas de 3 m de ancho, separadas 8 m, un año después del aprovechamiento. La comparación con el método original mostró que el costo podía reducirse en un 50%, pero la densidad de regeneración de las especies comerciales fue inferior; lo que quizá pueda atribuirse a la omisión de la quema controlada. Adicionalmente,

debido a lo angosto de las fajas, las especies comerciales pronto fueron suprimidas por la sombra de las pioneras que crecían a su alrededor. Por tanto, en el tercer ensayo las fajas se ampliaron a 6 m de ancho, mientras que el área total tratada se redujo al utilizar una distancia de separación entre franjas de 25 m. Durante un periodo de dos años se practicó la liberación del reclutamiento de las especies comerciales.

En general, se pudo incrementar la regeneración de dichas especies en todos los ensayos, comparado con las parcelas no tratadas. La aplicación de los tratamientos a mayor escala contribuyó a la reducción de costos. El sistema, sin embargo, nunca fue aplicado por concesionario alguno, debido probablemente, aparte de la elevada mano de obra requerida para la preparación del sitio y los cuidados silviculturales, al carácter heterogéneo y distribución irregular del conjunto de especies comerciales establecido en las franjas.

5.2. Plantaciones de enriquecimiento

Como llegó a ser evidente que los tratamientos silviculturales basados en la regeneración natural no podían sostener el valor comercial de los rodales explotados, las plantaciones de enriquecimiento fueron consideradas como una alternativa. A partir del trabajo pionero de Catinot (1965) sobre plantaciones de enriquecimiento con la especie “limba“ (*Terminalia superba*) en África, a principios de los 1970s la ULA estableció, en la Unidad I de Caparo, plantaciones de enriquecimiento (Vincent y Bustamante, 1973; Torres-Lezama, 1975). La preparación del sitio incluyó el envenenamiento de árboles no comerciales > 20 cm dap, eliminación manual de la vegetación baja (dap < 10 cm), corta de palmas y la eventual quema controlada de los restos. Los brinzales se plantaron cada 2 m entre líneas separadas 6,6 m, lo que resultó en un número total de 758 individuos/ha. Sólo se usaron especies nativas, como apamate, pardillo negro, saqui-saqui, caoba y cedro, las cuales prosperaron tanto en sitios bien drenados como pobremente drenados.

Jerez y Vincent (1995) resumieron los resultados principales, 20 años después del establecimiento. La especie más promisoría fue el apamate. De 760 individuos, 8 árboles excedieron el dap límite de 40 cm, otros 22 árboles se encontraron en el rango entre 35-40 cm dap, correspondiente a un incremento promedio anual en diámetro de 2 y 1,75 cm, respectivamente. Ningún individuo en las otras especies superó el dap límite de 35 cm. No obstante, los 40 y 81 individuos de más rápido crecimiento (> 15 cm dap) de pardillo negro y saqui-saqui, respectivamente, excedieron el incremento promedio anual en diámetro de 0,75-1 cm; valores similares a los encontrados en la misma clase de tamaño en rodales ligeramente explotados (cf. Luna, 1994).

Asumiendo dos operaciones de aprovechamiento en los años 20 (remoción de los ocho individuos de más rápido crecimiento) y 25 (18 individuos que exceden el dap límite de 40-cm), respectivamente,

Jerez y Vincent (1995) calcularon, para apamate, un volumen comercial total de 37,2 m³/ha, lo que representa un rendimiento anual promedio de 1,49 m³/ha. Alternativamente, una operación de raleo para remover 10-15 individuos co-dominantes a la edad de 20 años y un aprovechamiento subsiguiente de 54-58 árboles a la edad de 30 años rendiría 65-70 m³/ha, lo que representa un incremento en volumen de fuste de 2,17-2,33 m³/ha por año. Los autores sugieren, sin embargo, que la proyección del rendimiento podría ser muy optimista, debido a que no todos los individuos de rápido crecimiento tienen un fuste limpio y saludable de 16 m de altura, como se asumió en los cálculos.

El comportamiento del crecimiento de las especies a largo plazo bajo diferentes condiciones de drenaje no fue estudiado por los autores. Torres-Lezama (1975) encontró diferentes tasas de mortalidad y de crecimiento en altura en las etapas iniciales entre tipos de drenaje. Empero, esto también podría deberse a técnicas de plantación inconsistentes, diferentes grados de cierre del dosel y al ataque de *Hypsipyla* (en el caso de las Meliaceae). En síntesis, las plantaciones de enriquecimiento muestran unos resultados preliminares alentadores, aunque la viabilidad a largo plazo de este sistema, soportado por un análisis de beneficio-costos, que abarque el turno, todavía no ha sido probada. Además, es necesario destacar que estos resultados solamente se refieren al llamado Método Limba-Caparo; las especies incluidas en las plantaciones en líneas tradicionales mostraron un comportamiento mucho menos alentador, como se ha encontrado en otros países.

En EMALLCA, las plantaciones de enriquecimiento, con y sin fuego como herramienta para preparar el terreno, cubren un área de 2437 y 6669 ha, respectivamente (EMALLCA, datos no publicados); superficie que ha sido fuertemente afectada con las invasiones recientes. En CONTACA no se utilizó la quema en las plantaciones de enriquecimiento. En total, se establecieron 2744 ha entre 1973-1981. Para 1982, CONTACA abandonó este método de plantación, al argumentar que implicaba costos demasiado altos (cf. Plonczak, 1989). Ambas empresas plantaron, principalmente, apamate, mijao, saqui-saqui, pardillo negro y caoba (EMALLCA, datos no publicados; Plonczak, 1989). No hay información disponible sobre la superficie de plantaciones de enriquecimiento en Caparo (aparte de la existente en las 7000 ha manejadas por la ULA) y San Camilo.

6. Establecimiento de monocultivos

6.1. El espectro de las especies usadas y la escala de las plantaciones forestales

Los primeros monocultivos a una mayor escala presumiblemente se establecieron en Turén, a principios de los 1950s. Mendoza (1976) reporta sobre un área de aproximadamente 250 ha con especies nativas (principalmente cedro, caoba, pardillo negro y apamate) y exóticas (mayormente *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* y *Eucalyptus* spp.). En los 1970s estas

plantaciones se encontraban abandonadas (Mendoza, 1976). El mismo autor fecha en 1965 los ensayos más tempranos en Ticoporo (Unidad IV). En un área total de 20 ha se plantó principalmente *T. grandis* (teca). Entre 1971-74 se establecieron 676 ha de monocultivos; notablemente con teca, en la Unidad IV. Hasta el presente, existen 800 y 400 ha, respectivamente plantadas con teca y *G. arborea* (melina) (L. Lugo, com. pers.). Todos estos monocultivos, incluyendo las 42 ha plantadas predominantemente con teca en la Unidad I de Caparo entre 1970-78, se originaron de programas de investigación de la ULA, parcialmente adelantados en cooperación con el Ministerio de Agricultura y Cría (MAC).

Para 1999 CONTACA había establecido un total de 5000 ha de monocultivos, principalmente con melina (2880 ha) y teca (1647 ha) (A. Ramírez, com. pers.). Asimismo, en el área de concesión de EMALLCA existían 5680 ha de plantaciones forestales; especialmente de teca, melina y apamate (EMALLCA, datos no publicados). Estos monocultivos se han establecido en áreas explotadas. No obstante, las mismas son ocupadas frecuentemente por finqueros ilegales, muy pronto después del aprovechamiento forestal. Anteriormente se intentó resolver el problema a través del pago de una compensación (*pago de bienhechurías*) a los ocupantes ilícitos y su reubicación fuera de la ZFP (Mendoza, 1976). Sin embargo, esta práctica resultó *ser* inefectiva debido a que incluso estimuló aún más la colonización por campesinos sin tierras (Rojas, 1993). Por tanto, la misma fue eventualmente abandonada. En su lugar, los barbechos de los pequeños ocupantes ilegales fueron usados para establecer monocultivos. El conflicto de reconquistar tierra ocupada ilegalmente puede ser la explicación lógica del área relativamente pequeña cubierta por plantaciones. Como en el caso de las plantaciones de enriquecimiento, no hay información disponible en cuanto a la superficie de monocultivos en Caparo y San Camilo.

Fuera de las ZFPs, apenas unas 45 ha de monocultivos se establecieron durante el período 1949-1974 (Rodríguez, 1976). Sólo a principios de los 1980s, Smurfit-Cartón de Venezuela, una empresa privada, comenzó a comprar tierras para establecer monocultivos en el estado Portuguesa con el fin de producir madera para pulpa. Para 1999, se habían establecido 22.665 ha de monocultivos, principalmente con *Eucalyptus urograndis* (híbrido de *E. urophylla* × *E. grandis*, 9.500 ha), *Pinus caribaea* (7.300 ha) y *Gmelina arborea* (5.500 ha) (R. Arrieche, com. pers.).

6.2. Comportamiento de las especies

Teca y melina son las especies más prometedoras para plantaciones forestales en el área de estudio (cf. Torres-Lezama, 1975). En Ticoporo y Caparo la teca es altamente productiva en sitios bien drenados con un contenido de arcilla inferior al 30%, valores de pH de 6.0-6.9, y un moderado contenido de calcio en el suelo (Torres-Lezama, 1982; Hase y Fölster, 1983; Franco, 1990; Márquez, 1994). Melina,

en contraste, prospera también en áreas ligeramente inundadas (Torres-Lezama, 1975; Guillén y Rodríguez, 1986).

Aunque los resultados preliminares sugirieron que ninguna de las especies nativas era adecuada para plantación en monocultivos, tanto en sitios bien drenados como pobremente drenados (cf. Torres-Lezama, 1975), cerca del 20% de todos los monocultivos en EMALLCA se establecieron con apamate (EMALLCA, datos no publicados) aparentemente con buenos resultados en ambos sitios. Otras especies, que también prosperan en áreas periódicamente inundadas, como pardillo negro y saquisaqui, resultaron inadecuadas para el establecimiento de monocultivos. Ambas especies requieren algo de sombra lateral de árboles remanentes, como la provista por las técnicas de enriquecimiento, para formar un fuste largo y limpio (Torres-Lezama, 1975; Lamprecht, 1989). Caoba y cedro no resultaron prometedoras en ningún tipo de sistema de regeneración artificial debido al fuerte ataque de la larva de *Hypsipyla* (Torres-Lezama, 1975).

6.3. Proyecciones de crecimiento y rendimiento

Las plantaciones de teca, en los llanos occidentales, muestran una alta variabilidad en el incremento en altura, diámetro y área basal, debido a diferencias en densidad del rodal y calidad de sitio (Zambrano *et al.*, 1995). En los mejores sitios se ha calculado un incremento anual en volumen rollizo de 20 m³/ha (Franco, 1990), correspondiente a calidades de sitio I y II según el sistema de clasificación de Keogh (1982). Con el drenaje impedido, el rendimiento de las plantaciones declina a 8-14 m³/ha/año, el cual se ubica en la calidad de sitio III - V definida por Keogh (Torres-Lezama *et al.*, 1993). Las altas tasas de incremento están confinadas a los estadios tempranos del ciclo de vida de la teca. En estadios posteriores el crecimiento se reduce, independientemente de la densidad del rodal y la calidad de sitio (Zambrano *et al.*, 1995).

Lo mismo se puede aplicar a melina, especie que crece ligeramente más rápido que teca en sitios adecuados (Guillén y Rodríguez, 1986; Delgado y Angarita, 1995). Para una plantación de teca de 24 años de edad, Osorio (1997) calculó un volumen de 255 m³/ha, excluyendo el volumen correspondiente a los raleos en los años 6 y 17, cuando se removieron 39,5 y 70 m³/ha, respectivamente. El mismo autor realizó un análisis costo-beneficio de una plantación de teca de 21 años de edad y encontró que la más alta tasa de retorno (17%) se obtuvo con una densidad de rodal inicial media (1111 Ind./ha) y dos raleos. Si se extiende el turno más allá de un periodo de 30 años, esto puede no ser recomendable, desde el punto de vista económico, puesto que el diámetro medio a las edades de 24 y 40 años, respectivamente, bajo una densidad de rodal similar, sólo difiere ligeramente (Zambrano *et al.*, 1995; Osorio, 1997). Sin embargo, ciclos de corta cortos podrían tener un impacto negativo en el balance de nutrientes, particularmente sobre el calcio, elemento detectado como un factor limitante en el área de estudio (Hase y Fölster, 1983).

7. La zona forestal permanente y el factor humano

7.1. Desarrollo demográfico y patrón de migración

Durante los últimos 50 años, los llanos occidentales han sido una de las áreas más dinámicas en Venezuela, en términos de crecimiento poblacional. La población se incrementó de 214.000 en 1950 a más de 363.000 en 1961, y de 563.000 en 1971 a 788.000 en 1981. En porcentajes, el crecimiento poblacional fue de 69.5, 54.8 y 40.0, respectivamente, en la primera y subsecuentes décadas. Los valores generales correspondientes para Venezuela fueron de 49.4, 42.5 y 36.0%, respectivamente (Rojas, 1993).

Este desarrollo demográfico se debe en gran parte a la inmigración de gente proveniente de la sobrepoblada y sub-industrializada zona de los Andes, así como de la vecina Colombia (Rojas, 1993). En 1961, la tasa de inmigración a los estados Barinas y Portuguesa fue dos a tres veces más alta que la tasa de migración (López, 1968). La alta tasa de inmigración se debió, notablemente, al hecho que las grandes áreas de bosque público, fuera de las ZFPs, fueron asignadas al Instituto Agrario Nacional para los fines de la Reforma Agraria (cf. Ade, 1992). Adicionalmente, la erradicación de la malaria y el mejoramiento de los sistemas de carretera, durante el periodo de estudio, contribuyeron a incrementar el atractivo de la región para los campesinos sin tierra (Rojas, 1993; Gutiérrez, 1996).

7.2. Colonización agraria ilegal en las ZPFs: patrón, desarrollo y sus agentes.

De 1950 a 1975 se incrementó la escasez de áreas de bosques públicos fuera de las ZFPs (cf. Veillon, 1977) de manera que aumentó la percepción de las últimas como áreas alternativas para la agricultura. La ocupación de la tierra en las ZFPs es un proceso bi-etápico. En la primera fase, los campesinos cortan y queman un parche de bosque explotado para dedicarlo a cultivos agrícolas. A medida que el rendimiento decae a un nivel donde la obtención de un excedente de dinero en efectivo ya no es posible, los campesinos venden sus lotes a grandes propietarios y se mueven a otras áreas para comenzar nuevamente el ciclo. En la segunda fase, los grandes propietarios convierten a pastizales los conucos (agricultura nómada) comprados a los pequeños ocupantes (Delgado *et al.*, 1986).

En la Unidad I de Ticoporo, el número de ocupantes relativamente grandes (> 60 ha) se incrementó de 37 en 1975 a 106 en 1980, mientras que el número de pequeños ocupantes (< 20 ha) declinó de 57 a 18 en el mismo periodo (Rojas, 1993). Es notable que la mayoría, si no todos los campesinos encontrados en Ticoporo y Caparo se establecieron después de que estas áreas fueron reservadas para la producción forestal en 1955 y 1961, respectivamente (cf. Rojas, 1993). En 1972, otra desafectación de 43.000 ha de tierra fuertemente invadida en Ticoporo, con el propósito de destinarla

al programa de colonización de la reforma agraria, no pudo aliviar la presión sobre el área boscosa remanente (Delgado *et al.*, 1986). Observaciones similares se hicieron en San Camilo (Rojas, 1993).

En 1984, la invasión ilegal de ZFPs cobró impulso con el advenimiento al poder del principal partido político para entonces, puesto que ellos apoyaron el movimiento agrario, el cual abogó por la legalización de la ocupación de tierras en los bosques públicos (Rojas, 1993). Desde entonces, la invasión ilegal fue bien organizada por asociaciones campesinas y abiertamente respaldadas por al menos algunos políticos locales y la iglesia. A mediados de los 1980s, cerca de 86% de la Unidad IV de Ticoporo, asignada a la ULA, fue invadida por ocupantes ilegales de la tierra (Rojas, 1993). Similarmente, la Unidad I experimentó una rápida tasa de deforestación; como resultado de una licencia de aprovechamiento dada a una asociación de campesinos que fue mal utilizada para la conversión de la tierra, sin el establecimiento de sistemas agroforestales y monocultivos de algún tamaño significativo (cf. Gutiérrez, 1996).

Para finales de 1999, CONTACA (Unidad II) cerró las operaciones de aprovechamiento en los bosques naturales, a 10 años de la culminación del contrato de concesión. Para el 2001, de las 8.975 ha de bosque remanente en esta unidad, 6.967 se clasificaron como bosque intervenido y 2.008 ha como bosque secundario (Osorio, 2002). También las plantaciones forestales se habían reducido a 1.525 ha. La parte restante está en manos de ocupantes ilegales. Igualmente, en EMALLCA (Unidad III) sólo un 12% de la cobertura boscosa permanecía como bosque no explotado (2970 ha), el resto (21812 ha) lo conformaba el bosque intervenido y el bosque secundario; la superficie de monocultivos se había reducido a 1.267 ha (Osorio, 2002). En general, la superficie boscosa de la reserva se contrajo de 171.172 ha en 1963 a 39.740 ha en el 2001 (Osorio, 2002).

Para 1994, una superficie boscosa de 124.500 ha se había dejado en Caparo; la tasa de deforestación más alta se observó en la parte sur de la ZFP (Unidad III), mientras que las otras unidades estaban menos afectadas por las invasiones (Fig. 3) (López *et al.*, 1996). Durante el último quinquenio, sin embargo, la superficie boscosa se ha reducido drásticamente, como ocurrió en Ticoporo.

8. Desarrollo de la demanda y abastecimiento de madera

Después de la depresión a principios de los 1980s, la producción anual de madera rolliza se incrementó gradualmente hasta alcanzar 1.618.075 m³ in 1997 (SEFORVEN, 1990, 1993, 1997, 1999) (cf. Cuadro 1). Hasta 1990, la especie más importante fue saqui-saqui, principalmente aprovechada en los bosques naturales del estado Barinas (SEFORVEN, 1990, 1993). En 1991, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, plantado en gran escala al sur de los estados Monagas y Anzoátegui (Fig. 3) reemplazó al saqui-saqui como la especie maderera más común (SEFORVEN, 1993). Barinas, el estado con la

mayor producción de madera desde los inicios de la década de los 1960s, fue substituido por el estado Bolívar en 1992 (SEFORVEN, 1993) (Fig. 3). En 1995, Monagas alcanzó la mayor participación en la producción de madera (38%, predominantemente de *P. caribaea*) seguido por Bolívar (23%) y Barinas (17%); la madera de estos últimos dos estados provino casi exclusivamente de los bosques naturales. Para 1996, las estadísticas revelaron que Monagas produjo tanta madera como la suma de Bolívar y Barinas, los dos estados que le siguieron en orden de importancia (43, 22 y 21%, respectivamente) (Arrieta *et al.*, 1999).

De los equivalentes 3,1 M m³ de madera consumida en 1992, un tercio correspondió a los productos de madera rolliza industrial, un cuarto a madera para combustible y el resto se destinó a la fabricación de papeles y cartones (Centeno, 1995). La proporción de las importaciones de productos de madera rolliza fluctuó entre 5-15% de 1990 a 1996, mientras que las exportaciones sólo jugaron un papel menor durante el mismo periodo (< 3%) (SEFORVEN, 1993, 1997). Centeno (1995) predice una demanda anual en madera rolliza de 2,5 M m³ para la industria mecánica en el 2020, siempre que se mantenga el rápido crecimiento poblacional y se produzcan modestos aumentos en el consumo de madera por habitante. Asimismo, puede asumirse que la demanda para combustible aumentará debido al crecimiento poblacional y al incremento de los precios del petróleo y el gas. En 1993, 36% de la demanda en pulpa y papel fue cubierta por las importaciones, mientras que esta proporción declinó a 27% en 1996 (SEFORVEN, 1997). Centeno (1995) predice que la demanda en pulpa y papel se duplicará en los próximos 25 años; no obstante, las estadísticas recientes sugieren un consumo bastante estable de estos bienes (SEFORVEN, 1997).

9. Perspectivas del manejo forestal sostenible

Venezuela tiene probablemente la experiencia más extensa de manejo del bosque natural (MBN) bajo contratos de aprovechamiento a largo plazo en América Latina (Rodríguez *et al.*, 1997). Desde el punto de vista legal, la introducción de un sistema de concesiones a comienzos de los 1970s fue una etapa significativa hacia el MBN sostenible. Con el tiempo, sin embargo, tanto las prácticas de manejo como la legislación forestal resultaron inapropiadas para preservar los bosques de los llanos occidentales como un recurso de madera viable. Las mayores deficiencias se discuten a continuación:

- Volumen de madera aprovechable: aunque se prescribe un turno de 60 años con dos ciclos de corta selectiva, todo el volumen comercial, por encima del DMC legal de las especies maderables más valiosas (caoba, cedro, saqui-saqui y pardillo negro) es explotado en el primer ciclo de corta (Centeno, 1995). Tan temprano como en 1956, Lamprecht argumentó que los bajos DMC aplicados para las especies comerciales conducirían a su eventual desaparición. Trabajos recientes (Plonczak, 1989, Kammesheidt, 1994) respaldan este hallazgo, en general. Por tanto, el segundo ciclo de corta en 30 años estará basado en especies con un valor más bajo

del mercado (cf. SEFORVEN, 1993, 1997). En consecuencia, para conservar la relación costo/beneficio del ciclo previo, inevitablemente se deben cosechar más árboles. En ninguno de estos dos ciclos, la corta permisible anual (CPA) estará basada en estudios de crecimiento y rendimiento, como debería ser, a fin de alcanzar una producción de madera sostenible. Empero la situación es incluso peor. El inventario forestal calcula el volumen comercial del área total con base en un área de muestreo del 1%, sin dar información detallada alguna acerca de la distribución espacial de los recursos madereros (de Camino, 1983). El MBN está basado en el método de control de área; es decir, al área bajo manejo se divide en compartimientos de un tamaño aproximadamente igual. Si la CPA no se obtiene en el compartimiento asignado para ese año, se le permite al concesionario pasar al próximo. Aparentemente, esto ocurre con menos frecuencia al comienzo del aprovechamiento, debido a que el concesionario escoge los primeros compartimientos con un alto volumen comercial. Con el tiempo, sin embargo, se alcanzan compartimientos menos atractivos comercialmente, lo que conduce a un incremento del área total explotada (cf. Cuadro 2). De esta manera, el último compartimiento puede ser intervenido con bastante anticipación al inicio del segundo ciclo de corta.

- Daños de la explotación: la simulación del crecimiento de rodales explotados con FORMIND2.0, sobre un periodo de 240 años, indica que los métodos de aprovechamiento tienen un impacto importante sobre la longitud de ciclos de corta sostenibles (Kammesheidt *et al.*, 2001). Al aplicar un aprovechamiento de impacto reducido, se podría obtener un rendimiento sostenible de hasta 45 m³/ha (DMC = 50 cm) en incluso periodos de 30 años; mientras que los métodos de explotación convencional implican la extensión de los ciclos de corta a 60 años para conseguir un volumen similar. Operaciones de aprovechamiento planificadas no son solo el pre-requisito más importante para el manejo de los bosques naturales remanentes de los llanos occidentales, sino que ellas también son beneficiosas para los concesionarios. Los estudios de Johns *et al.* (1996) y Barreto *et al.* (1998) sugieren que los costos asociados con la explotación planificada no son solo compensados, sino que incluso se puede obtener un beneficio financiero más alto por metro cúbico, en comparación con métodos convencionales de aprovechamiento.
- Fijación de los precios de las concesiones forestales: cuatro tipos de impuestos se recaudan con los contratos de aprovechamiento: (1) un impuesto superficial por cada hectárea del compartimiento a ser explotado (\$0,6/ha), (2) un impuesto anual por el área total bajo manejo (\$0,6/ha), (3) pagos por gastos de supervisión del Servicio Forestal (\$0,7/ha), y (4) una regalía sobre el volumen a ser cosechado (inicialmente 20% del precio de la madera rolliza en el mercado nacional; ca. \$16/m³ en los 1970s) (Centeno, 1995). Debido a que los impuestos se cargan en bolívares (la moneda nacional), la cual se ha venido devaluando con respecto al US dólar desde 1982, la regalía sobre las trozas ha declinado en promedio a \$2/m³ en 1993. En 1994 se incrementaron los impuestos, pero a un nivel todavía muy por debajo de las cifras previas al periodo de devaluación (Centeno, 1995). La sub-valoración de los recursos del bosque ha

estimulado la explotación casi exclusiva de unas pocas especies maderables valiosas, donde los márgenes de ganancia son más altos. Como sólo las trozas que realmente se extraen están sujetas a regalías, ningún cuidado se presta a la reducción de los desperdicios de trozas y al daño general ocasionado al rodal remanente. Además, los precios de la madera en rolas no proporcionan incentivo alguno para mejorar el funcionamiento ineficiente de los aserraderos (cf. Centeno, 1995).

- Reinversión inadecuada de los recursos provenientes de la madera: se requiere un manejo intensivo del bosque explotado, a objeto de asegurar un volumen comercial similar al existente en la etapa previa al aprovechamiento, dentro de un marco de tiempo razonable. Esto amerita una asignación adecuada de fondos; sin embargo, no está legalmente prescrito un fondo de reforestación al cual los concesionarios deberían aportar una cierta cantidad de sus ganancias (cf. Centeno, 1995). El suministro de fondos para cumplir con los compromisos contraídos en relación al enriquecimiento de los rodales remanentes y reforestación quedan a criterio del concesionario. Por lo tanto, al argumentar acerca de los costos irrazonablemente altos del MBN, los compromisos se pueden diluir fácilmente (cf. Plonczak, 1989).

Aparte de las deficiencias en el MBN, en los llanos occidentales existe un conflicto general sobre los recursos de la tierra que amenaza los bosques remanentes. Como los bosques públicos, fuera de las ZFPs, asignados a la Reforma Agraria escasearon a finales de los 1970s (Ade, 1992), las asociaciones de campesinos comenzaron a argumentar contra los derechos de la tierra exclusivos de los concesionarios sobre grandes áreas boscosas (Rojas, 1993). Un intento de responder al debate lo constituyó la licencia de aprovechamiento a largo plazo de EMIFOCA, en Ticoporo, donde se acordó integrar los pobladores locales al MBN y al establecimiento de sistemas agroforestales (Gutiérrez, 1996).

También en la fuertemente invadida parte sur de la ZFP Caparo se estimuló a agricultores ilegales a participar en la conversión de los rodales explotados a sistemas silvopastoriles (Rojas, 1993). No obstante, a diferencia de los proyectos forestales comunitarios en Palcazú/Peru y Quintana Roo/México donde los agricultores tienen algún compromiso con el MBN (Silva, 1994), los finqueros en los llanos occidentales, en su mayoría recién llegados, están sólo interesados en la ganadería. La plantación y cuidado de árboles es percibido como un negocio demasiado riesgoso.

¿Pero es la agricultura permanente una alternativa sostenible a la forestería, y crea más empleos que este último sector? La situación política y socio-económica de Venezuela hace surgir dudas en cuanto a esto. La inicialmente bien financiada Reforma Agraria ha contribuido a mejorar el sector agrícola en la parte superior de los llanos occidentales. Aquí, incluso para pequeños finqueros, una agricultura intensiva y producción diversificada parece ser una actividad económicamente viable (Ade, 1992). La

parte inferior del área de estudio (Barinas y Apure), en contraste, donde se encuentra la mayoría de la cubierta forestal permanente, muestra una agricultura extensiva y pobremente desarrollada (Rojas, 1993). Esto se debe al hecho que esta área fue desarrollada en una época relativamente reciente, cuando los fondos para los programas de colonización habían sido considerablemente recortados en razón de la política de austeridad iniciada a principios de los 1980s.

En general, se observa una clara tendencia, durante las últimas dos décadas, hacia la agricultura extensiva, debido al mantenimiento de los bajos precios de los productos agrícolas y un descuido global del sector. La incapacidad para proveer de un medio de vida al creciente número de campesinos sin tierras es documentada por el incremento del tamaño de las fincas ocupadas ilegalmente en las ZFPs, principalmente consistente de pastizales, la todavía cruda disparidad en la tenencia de la tierra (9% de los propietarios poseen el 87% de la tierra; OCEI, 1998), y la ausencia de procesamiento de los productos agrícolas en la región (Ade, 1992). Bajo estas circunstancias, los 399 empleados de EMALLCA, incluyendo los trabajadores del aserradero y sub-contratistas (J. Duque, com. pers.) , puede considerarse como un nivel de empleo relativamente alto para un área de 60.000 ha.

La forestería de plantaciones es una manera potencial de combinar la generación de empleos, fuera de la agricultura, con la mitigación de la dependencia de Venezuela de importaciones de madera industrial (cf. Centeno, 1995). En 1992, el Servicio Forestal Venezolano (SEFORVEN) lanzó, con escasos resultados, un programa de plantaciones forestales centrado en tierras privadas y comunitarias. Mayores detalles son suministrados por Seijas (1995). Las plantaciones de Smurfit, la única inversión grande en este sector, en el área de estudio, están bajo una fuerte presión social. El argumento más tangible de la empresa, para la ocupación de grandes áreas con plantaciones, es el alto número de empleos (5950 personas empleadas directa o indirectamente) (R. Arrieche, com. pers.). Empero, la baja disposición actual de Smurfit a expandir su área de plantación indica claramente la inseguridad de la tenencia de la tierra.

10. Conclusiones y recomendaciones

El manejo forestal es una “cadena con eslabones ecológicos, económicos y sociales; si alguno de estos componentes es débil, el sistema completo fallará” (Buschbacher, 1990). Este estudio sugiere que todas las partes de la cadena muestran deficiencias importantes. Primero y principal, todos los pensamientos sobre la preservación de los bosques remanentes en los llanos occidentales, a través del mejoramiento del MBN, pueden estar obsoletos si no se enfrentan exitosamente los grandes asuntos en agricultura; es decir, la disparidad en la tenencia de la tierra conjuntamente con una intensificación de los sistemas agrícolas. Un factor clave para el MBN sostenible es un sistema efectivo de captura de rentas que refleje los valores directos e indirectos de los recursos forestales. Con la aplicación de este sistema se dispondría de suficientes fondos para monitorear el manejo del bosque y regenerar los

rodas remanentes, a fin de superar uno de los factores principales que obstaculiza el MBN sostenible, la escasa regeneración de especies comerciales y su lento crecimiento (cf. Reid y Rice, 1997). La inversión en el MBN fortalecerá el compromiso de las empresas privadas hacia los recursos forestales públicos.

Además, concesiones de manejo forestal renovables a intervalos cortos, con base en un comportamiento satisfactorio demostrado, como sugerido por Gray (1997), podría ser más apropiado que los contratos a largo plazo. Potencialmente, la forestería bajo las condiciones prevalecientes, caracterizadas por un microrelieve variable a cortas distancias de sitios bien drenados y pobremente drenados, con una vegetación arbórea bien adaptada parece ser un sistema de uso de la tierra más adecuado que la agricultura, la cual necesita una mayor inversión a objeto de alcanzar sostenibilidad (Beyer-Müntzel, 1983). Actualmente es difícil predecir si los decisores en Venezuela tratarán apropiadamente los problemas planteados en este artículo. Si es así, la forestería sostenible podría no solo conservar recursos renovables sino también podría contribuir a la recuperación de la economía del país.

Agradecimientos

La versión original en inglés de este artículo fue publicada en *Forest Ecology and Management* 148:1-20. 2001. Agradecemos el permiso otorgado por Elsevier Science para publicar esta versión en español, ligeramente actualizada y resumida. Agradecemos a las siguientes personas por suministrarnos valiosos datos e información: José Domingo Duque (EMALLCA); Rafael Arrieche, Jürgen Stock y Jesús Espinoza (Smurfit-Cartón de Venezuela); Alcira Ramírez (sector privado); Alí D'Jesús y Leonardo Lugo (ULA). Martin Pahl (Universidad de Hannover) asistió en la preparación de los mapas. Asimismo, reconocemos la valiosa asistencia de la Prof. Hirma Ramírez Angulo. Dedicamos este artículo a la memoria del Prof. Jean-Pierre Veillon.

Referencias bibliográficas

- Ade, T., 1992. Die Agrarreform als Strategie der Entwicklung des ländlichen Raumes in Venezuela. *Stuttgarter Geographische Studien*, Vol. 119, Stuttgart, Germany.
- Arrieta, Y., Díaz, R., Morillo, M. 1999. Mercado de productos forestales en Venezuela. Informe presentado al curso sobre Ordenación Forestal II de la carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Baretto, P., Amaral, P., Vidal, E., Uhl, C. 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *For. Ecol. Manage.* 108, 9-26.
- Beyer-Müntzel, P., 1983. *Produktionstechnische Grundlagen der Weidewirtschaft in den West-Llanos Venezuelas unter besonderer Berücksichtigung der standörtlichen Faktoren.* Diss. Landwirtschaftliche Fakultät. Universität Göttingen.
- Briceño, A. M., 1991. *Reseña histórica de las actividades en la Reserva Forestal de Ticoporo, con especial referencia a la Unidad Experimental, Barinas, estado Barinas.* Trabajo de pasantía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.

- Buschbacher, R.J., 1990. Natural forest management in the humid tropics: ecological, social, and economic considerations. *Ambio* 19, 253-258.
- Camino, de R., 1983. The actual situation of forest management in Venezuela. In: Carcea, F. (Ed.), *Forest Management in various countries of the World*, IUFRO, Bucharest, Romania, pp. 303-316.
- Catinot, R., 1965. Sylviculture tropicale en forêt dense africaine. *Bois et Forêts Trop.* 100, 5-18; 101, 3-16; 102, 3-16; 103, 3-16; 104, 17-29.
- Centeno, J.C., 1995. Estrategia para el desarrollo forestal de Venezuela. Fondo Nacional de Investigación Forestal. Caracas, Venezuela.
- Delgado, M.T., Rojas, J., Valbuena, J. 1986. Estudio socioeconómico de los ocupantes de la Unidad Experimental de Ticoporo. Cuadernos Comodato ULA-MARNR No.5, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Delgado P., J., Angarita, E., 1995. Extracción de materia prima proveniente de clareos en una plantación de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*), en la Unidad III de la Reserva Forestal de Ticoporo, Edo. Barinas (EMALLCA). Informe de pasantía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- FAO, 1997. State of the world's forests. FAO, Rome.
- Finol, H., 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el Bosque Universitario 'El Caimital'- Estado Barinas. *Rev. For. Vene.* 10, 17-63.
- Finol, H., 1974. Regeneración natural dirigida 'Sistema El Caimital'. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.
- Finol, H., 1978. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Rev. For. Vene.* 26, 17-44.
- Franco, W., 1979. Die Wasserdynamik einiger Waldstandorte der West-Llanos Venezuelas und ihre Beziehung zur Saisonalität des Laubfalls. Diss. Fortwiss. Fachbereich. Universität Göttingen. Göttinger Bodenkundliche Berichte Nr. 61, 201 pp.
- Franco, W., 1989. La problemática de manejo de bosques en Venezuela, con énfasis en las Reserva Forestal de Ticoporo y alternativas para su solución. *Rev. For. Vene.* 31, 163-178.
- Franco, W. 1990. Evaluación preliminar del rendimiento de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en la Unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo, Llanos Occidentales de Venezuela. Mérida, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Grupo de Trabajo "Productividad, Ecología y Suelos en Plantaciones Forestales Industriales".
- Guillén, Y., Rodríguez, M. 1986. Comportamiento de la melina (*Gmelina arborea*) en dos parcelas permanentes de clareo y rendimiento, Reserva Forestal de Caparo, Edo. Barinas. Informe de pasantía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Gutiérrez, O.R., 1996. La empresa forestal en función de reforma agraria: el caso de EMIFOCA, Barinas-Venezuela. Cuadernos Geográficos 11. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Gray, J.A., 1997. Underpricing and overexploitation of tropical forests: forest pricing in the management, conservation, and preservation of tropical forests. *J. Sust. For.* 4, 75-97.
- Hase, H., 1981. Nährstoffreserven auf Banco-Standorten der Waldreserve Caparo/Venezuela unter besonderer Berücksichtigung der Plantagenwirtschaft mit Teak (*Tectona grandis*). Göttinger Bodenkundliche Berichte Nr. 66, 170 pp.
- Hase, H., Fölster, H., 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. *For. Ecol. Manage.* 6, 33-57.
- Hueck, K., Seibert, P., 1981. Vegetationskarte von Südamerika. G. Fischer-Verlag, Stuttgart.
- Jerez, M., Vincent, L., 1995. Plantaciones en líneas Método Caparo de 20 años de edad en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. *Rev. For. Vene.* 39, 25-39.
- Johns, J.S., Baretto, P., Uhl, C. 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *For. Ecol. Manage.* 89, 59-77.
- Kammesheidt, L., 1994. Bestandesstruktur und Artendiversität in selektiv genutzten Feuchtwäldern der westlichen Llanos Venezuelas, unter besonderer Berücksichtigung einiger autökologischer Merkmale wichtiger Baumarten. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Heft 100. Göttingen, Germany.
- Kammesheidt, L., 1998. Stand structure and spatial pattern of commercial species in logged and unlogged Venezuelan forest. *For. Ecol. Manage.* 109, 163-174.

- Kammesheidt, L., Köhler, P., Huth, A. 2001. Sustainable timber harvesting in Venezuela: a modelling approach. *J. Appl. Ecol.* 38:756-770.
- Kammesheidt, L., Torres-Lezama, A., Franco, W. 1995. Efecto de la Explotación Selectiva sobre la estructura del bosque tropical: un caso de los llanos occidentales venezolanos. *Rev. For. Vene.* 39(1): 9-24.
- Kammesheidt, L.; Torres-Lezama, A., Franco, W. 1999. Impacto de la Explotación Selectiva sobre la diversidad de especies arbóreas en un bosque de los llanos occidentales venezolanos. *Rev. For. Vene.* 43(1):59-67.
- Keogh, R.M., 1982. Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. *For. Ecol. Manage.* 4, 143-153.
- Lamprecht, H., 1956. Unos apuntes sobre el principio del rendimiento sostenido en la ley forestal y de aguas venezolana. *Boletín de la Facultad de Ingeniería Forestal* 10, 9-34.
- Lamprecht, H., 1989. *Silviculture in the tropics.* GTZ Eschborn, Germany.
- López, J.E., 1968. Tendencias recientes de la población venezolana. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, Mérida.
- López, J., Pernía, E., Pozzobón, E. 1996. Avance de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas, Venezuela, entre 1987 y 1994. *Rev. For. Vene.* 40, 29-36.
- Lozada, J.R. 1998. Impacto de diferentes intensidades de aprovechamiento forestal sobre la capacidad de recuperación de la masa remanente, en la estación experimental de Caparo. Tesis MSc. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- Luna, A. 1994. Estudio sobre el crecimiento de 20 especies forestales comerciales de los bosques naturales venezolanos. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela.
- MAC, 1964. Anuario estadístico agropecuario. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- Márquez, C., 1994. Cartografía de suelos y evaluación de las plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en la Unidad II de la Reserva Forestal de Ticoporo. *Rev. For. Vene.* 38, 17-23.
- Mendoza, S., 1976. Plantaciones forestales establecidas en áreas de Reservas Forestales en Venezuela. In: II Seminario Nacional de Plantaciones Forestales, Mérida, 3-5 Nov. 1976. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales, Seccional Mérida.
- OCEI, 1998. Censo agrícola. Oficina Central de Estadística e Informática. Caracas, Venezuela.
- Osorio, O., 1997. Regímenes de espesura y sus efectos sobre la rentabilidad en plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Caparo, Venezuela. Tesis M.Sc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- Osorio, R. 2002. Evaluación de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, estado Barinas, en base al análisis de imágenes de percepción remota. Tesis M.Sc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- Plonczak, M., 1989. Struktur und Entwicklungsdynamik eines Naturwaldes unter Konzessionsbewirtschaftung in den westlichen Llanos Venezuelas. *Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen*, Heft 43. Göttingen, Germany.
- Rangel, I., Aguirre, L., 1985. Análisis de la producción forestal (periodo 1965-1984), Reserva Forestal de Ticoporo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Reid, J.W., Rice, R.E., 1997. Assessing natural forest management as a tool for tropical forest conservation. *Ambio* 26, 382-386.
- Rodríguez, R., 1976. Estado de las plantaciones forestales existentes en el país, fuera de las Reservas Forestales. In: II Seminario Nacional de Plantaciones Forestales, Mérida, 3-5 Nov. 1976. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales, Seccional Mérida.
- Rodríguez, L.E., Jaimez, R., Plonczak, M., Jerez, M. 1997. Consideraciones conceptuales sobre el manejo forestal en Venezuela en el marco del desarrollo sustentable. *Rev. For. Vene.* 41, 77-85.
- Rojas, J., 1993. La colonización agraria de las reservas forestales: ¿Un proceso sin solución? Cuadernos Geográficos No. 10. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Schmithüsen, F., 1969. Untersuchung über forstliche Konzessionen. *Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg*, Vol. 30. Stuttgart, Germany.
- SEFORVEN, 1990. Estadísticas forestales – periodo 1980-1988. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Servicio Forestal Venezolano, Caracas, Venezuela.

- SEFORVEN, 1993. Estadísticas forestales – años 1991-1992. MARNR, Servicio Forestal Venezolano. Caracas, Venezuela.
- SEFORVEN, 1997. Boletín estadístico forestal No. 1 – periodo 1993-1996. MARNR, Servicio Forestal Venezolano, Caracas, Venezuela.
- SEFORVEN, 1999. Boletín estadístico forestal No. 2 año 1998. MARNR, Dirección General Sectorial del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela.
- Seijas, A., 1995. Evaluación de plantaciones en las etapas iniciales de desarrollo con especies latifoliadas nativas y exóticas en el estado Portuguesa. Informe de Pasantía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Silva, E., 1994. Thinking politically about sustainable development in the tropical forests of Latin America. *Development and Change* 25, 697-721.
- Snook, L., 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Bot. J. Linn. Soc.* 122, 35-46.
- Torres-Lezama, A. 1975. Ensayos de especies latifoliadas en la Unidad I de la Reserva Forestal Caparo. Tesis MSc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- Torres-Lezama, A. 1982. Influencia del sitio y la espesura en el crecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en Caparo, Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.
- Torres-Lezama, A., Márquez, O., Hernández, R., Franco, W., 1993. Respuesta inicial de crecimiento a la fosforita en plantaciones de teca en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Turrialba* 43, 113-118.
- Veillon, J.P., Turner, M.R., Curran, M., Cieslinski, L., 1949. Estudio de las zonas forestales del estado Portuguesa. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela.
- Veillon, J.P., 1955. Geografía, composición, importancia y costo de las explotaciones madereras en el estado Barinas, Venezuela. *Boletín de la Facultad de Ingeniería Forestal* 9, 71-124.
- Veillon, J.P., 1971. Importancia económico-social de los bosques del estado Portuguesa, Venezuela. Universidad de Los Andes, Mérida.
- Veillon, J.P., 1977. Las deforestaciones en los llanos occidentales de Venezuela desde 1950 hasta 1975. In: Hamilton, L.S.; Steyermark, J.; Veillon, J.P.; Mondolfi, E. (Eds.). *Conservación de los Bosques Húmedos de Venezuela*. Sierra Club, Caracas, Venezuela, pp. 97-112.
- Veillon, J.P., 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Rev. For. Vene.* 29, 5-121.
- Veillon, J.P., 1989. Los bosques naturales de Venezuela. Parte I: El medio ambiente. Instituto de Silvicultura, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Veillon, J.P., 1997. Los bosques naturales de Venezuela. Parte III: Los bosques tropófitos de la zona de vida Bosque Seco Tropical. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Vincent, L., Bustamante, C., 1973. El método limba ensayado en el Proyecto Caparo. *Rev. For. Vene.* 23, 101-104.
- Zambrano, T., Jerez, M., Vincent, L., 1995. Modelo preliminar de simulación del crecimiento en área basal para la teca (*Tectona grandis* L.) en los Llanos Occidentales de Venezuela. *Rev. For. Vene.* 39, 40-48.

Cuadro 1

Producción de madera en el estado Portuguesa y Venezuela de 1930 a 1969 (en Veillon, 1971, modificado); las cifras se dan en valores promedios anuales para cada periodo.

	Portuguesa					Venezuela		
	Caoba y cedro			Total		Caoba y cedro	Total	
	m ³ /año	% ¹⁾	% ²⁾	% ³⁾	m ³ /año	% ³⁾	m ³ /año	
1930-34	2500	87	22	7	2927	9	11227	32354
1935-39	8586	92	51	19	9377	21	17222	46261
1940-44	14146	79	47	23	18449	29	31307	63787
1945-49	27081	63	41	18	44626	29	66879	149497
1950-54	34923	48	43	17	72500	34	80350	206827
1955-59	36270	40	50	14	90209	35	71277	254130
1960-64	24282	29	39	8	85598	28	61349	311837
1965-69	20515	23	39	4	90776	20	53722	443294

1) Porcentaje en relación al total en Portuguesa

2) Porcentaje en relación al total de caoba y cedro en Venezuela

3) Porcentaje en relación al total en Venezuela

Cuadro 2

Volumen anual promedio explotado por especie, área aprovechada, volumen explotado por hectárea y número de especies aprovechadas (media±DE), en diferentes periodos desde 1972 hasta 1997 en el área de concesión de EMALLCA, ZPF Ticoporo, Venezuela.

Especie (Familia)	1972-76	1977-81	1982-86	1987-91	1992-97	Total	%
	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año		
<i>Bombacopsis quinata</i> (Bombacaceae)	11091±242	11450±936	12672±134	13696±3785	11498±410	317,807	55,5
<i>Anacardium excelsum</i> (Anacardiaceae)	3920±1716	1939±756	1946±360	1896±228	1995±171	63,240	11,0
<i>Swietenia macrophylla</i> (Meliaceae)	728±278	835±187	2047±697	1154±200	863±354	28,692	5,0
<i>Cordia thaisiana</i> (Boraginaceae)	1268±274	1250±732	984±542	685±500	84±96	21,975	3,8
<i>Brosimum alicastrum</i> (Moraceae)	874±416	467±582	17 ¹⁾	1136±871	836±727	16,765	3,0
<i>Terminalia</i> sp. (Combretaceae)	628 ¹⁾	485±622	565±154	527±253	1038±817	16,648	2,9
<i>Tabebuia rosea</i> (Bignoniaceae)	419±246	948±107	758±422	513±424	133±75	14,818	2,6
<i>Pouteria anibaefolia</i> (Sapotaceae)	319±320	570±435	372±312	968±720	557±222	14,501	2,5
<i>Spondias mombin</i> (Anacardiaceae)	1068±1227	246±190	19±23	502±395	333±198	10,650	1,8
<i>Ceiba pentandra</i> (Bombacaceae)	247±175	450±160	159±99	329±173	539±134	9,442	1,6
<i>Terminalia guianensis</i> (Combretaceae)	662±430	215±68	220±179	345±273	160±90	9,020	1,6
<i>Mouriria barinensis</i> (Melastomaceae)	121±97	406±323	552±171	497±515	86±119	8,431	1,5
<i>Symmeria paniculata</i> (Polygonaceae)	-	37±53	1±2	438±146	529±273	8,274	1,4
<i>Astronium graveolens</i> (Anacardiaceae)	197±136	66±42	29±10	251±194	447±173	5,660	1,0
<i>Parinari excelsum</i> (Chrysobalanaceae)	-	8±45	1 ¹⁾	19±27	34±34	5,568	1,0
<i>Sapium stylare</i> (Euphorbiaceae)	-	2 ¹⁾	-	241±131	515±218	4,298	0,7
<i>Luehea cymulosa</i> (Tiliaceae)	-	-	-	105±147	492±210	3,480	0,6
<i>Cedrela odorata</i> (Meliaceae)	186±90	171±9	90±57	109±140	15±21	3,198	0,6
<i>Pterocarpus acapulcensis</i> (Papilionaceae)	-	4±5	-	61±118	307±264	2,169	0,4
<i>Vitex orinocensis</i> (Verbenaceae)	-	12±18	72±42	91±16	135±59	1,684	0,3
Otras especies (20)	43±42	120±82	95±46	555±412	2056±580	6,032	1,2
Volumen promedio anual explotado (m ³ /ha)	21466±2804	19686±2447	20592±1328	24052±5322	22578±2132		
Area explotada (ha)	1562±36	1591±125	1596±113	1892±300	2397±258		
Volumen aprovechado por hectárea	13.7±2.1	12.5±1.9	13.0±1.4	12.9±3.0	9.5±1.1		
No. de especies aprovechadas	14.8±0.8	18.6±4.2	18.2±1.5	28.0±6.1	28.0±1.6		

1) Especies aprovechadas solamente en un año

Cuadro 3

Número de fustes (No. ha⁻¹) y volumen de fuste (m³ ha⁻¹) de especies comerciales ≥ 30 cm dap rodales explotados y no explotados en la APF Caparo, Venezuela; resultados basados en el juego de datos de la disertación doctoral de L. Kammesheidt.

Especies (Familia)	RE5		RE8		RE19		Bosque maduro	
	No. ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	No. ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	No. ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹	No. ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹
Especies aprovechadas								
<i>Bombacopsis quinata</i> (Bombacaceae)	-	-	1	2,68	-	-	12	78,25
<i>Cordia thaisiana</i> (Boraginaceae)	-	-	1	2,87	2	1,77	3	15,26
<i>Cedrela odorata</i> (Meliaceae)	-	-	-	-	-	-	1	5,13
<i>Swietenia macrophylla</i> (Meliaceae)	-	-	-	-	-	-	1	3,27
Especies maderables potenciales								
<i>Pouteria anibaefolia</i> (Sapotaceae)	4	6,16	3	4,88	8	22,78	13	36,66
<i>Spondias mombin</i> (Anacardiaceae)	4	7,92	3	19,75	3	5,60	10	26,66
<i>Brosimum alicastrum</i> (Moraceae)	5	12,24	1	1,00	4	20,26	2	17,09
<i>Terminalia guianensis</i> (Combretaceae)	4	9,74	6	12,42	3	6,39	5	13,35
<i>Sapium stylare</i> (Euphorbiaceae)	1	1,07	1	3,87	3	2,46	6	13,12
<i>Trichilia palmerorum</i> (Meliaceae)	1	0,84	2	3,05	2	1,12	1	5,67
<i>Lonchocarpus pictus</i> (Papilionaceae)	1	0,86	1	0,41	1	1,32	3	3,55
<i>Fissicalyx fendleri</i> (Papilionaceae)	2	2,08	-	-	3	3,60	1	1,28
<i>Luehea cymulosa</i> (Tiliaceae)	2	1,57	2	1,31	5	1	1	0,84
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Papilionaceae)	-	-	2	2,12	3	7,05	-	-
<i>Mouriri barinensis</i> (Melastomaceae)	1	1,55	-	-	3	4,99	-	-
<i>Pleurothryrium</i> aff. <i>reflexum</i> (Lauraceae)	1	0,89	3	5,59	-	-	-	-
Especies maderables potenciales raras ¹⁾	3	2,57	2	2,98	6	10,96	5	17,04
Total	29	47,49	28	62,93	46	89,30	64	237,17

¹⁾ Especies que ocurren con < 3 individuos en el área total de muestreo

RE5, RE8 y RE19 = rodales 5, 8 y 19 años después de la explotación, respectivamente.

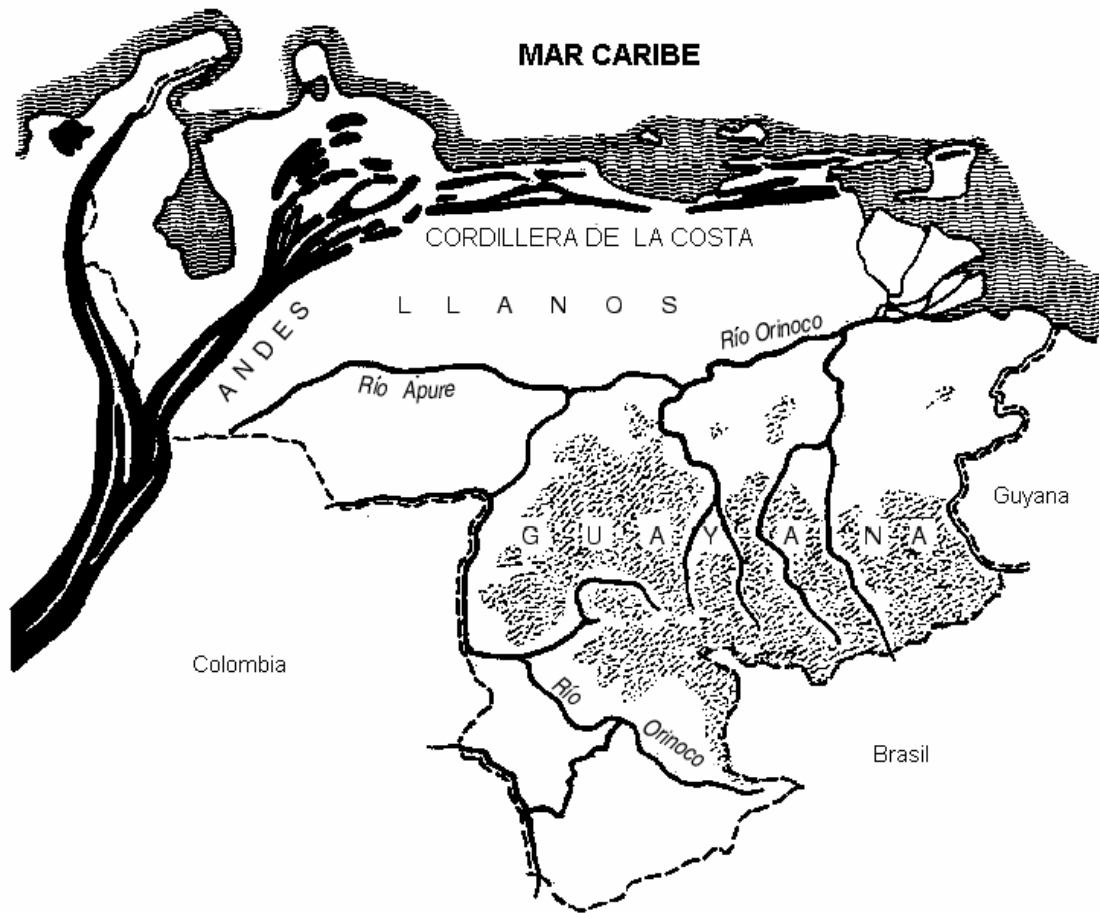


Fig. 1. Regiones naturales de Venezuela.

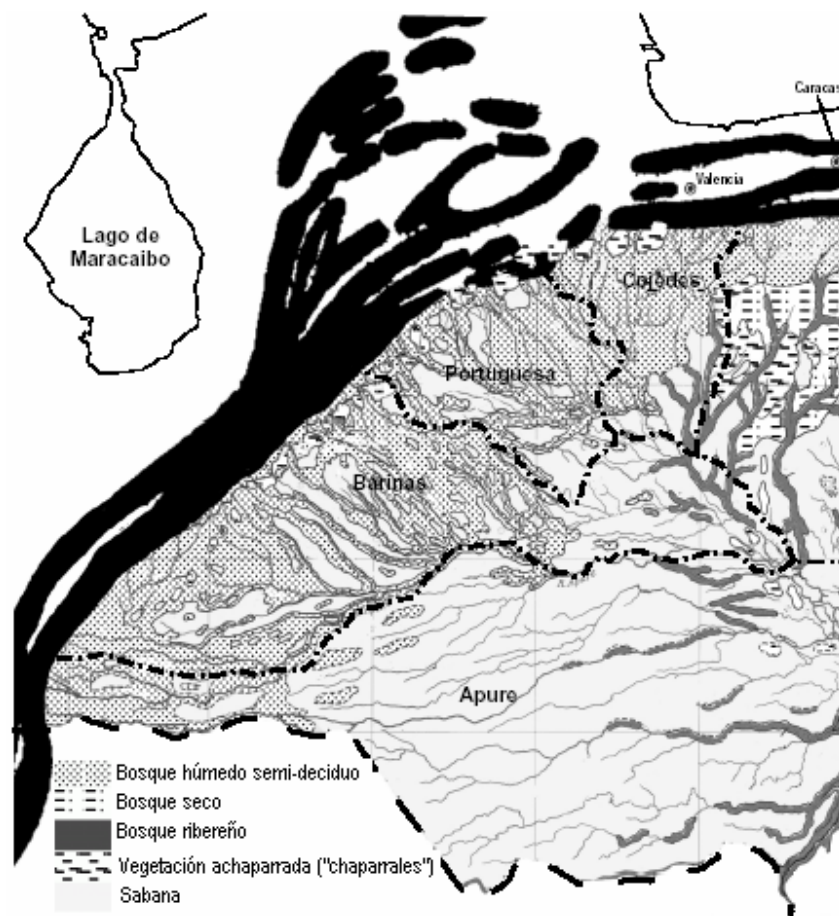


Fig. 2. Tipos de vegetación en los llanos occidentales venezolanos.

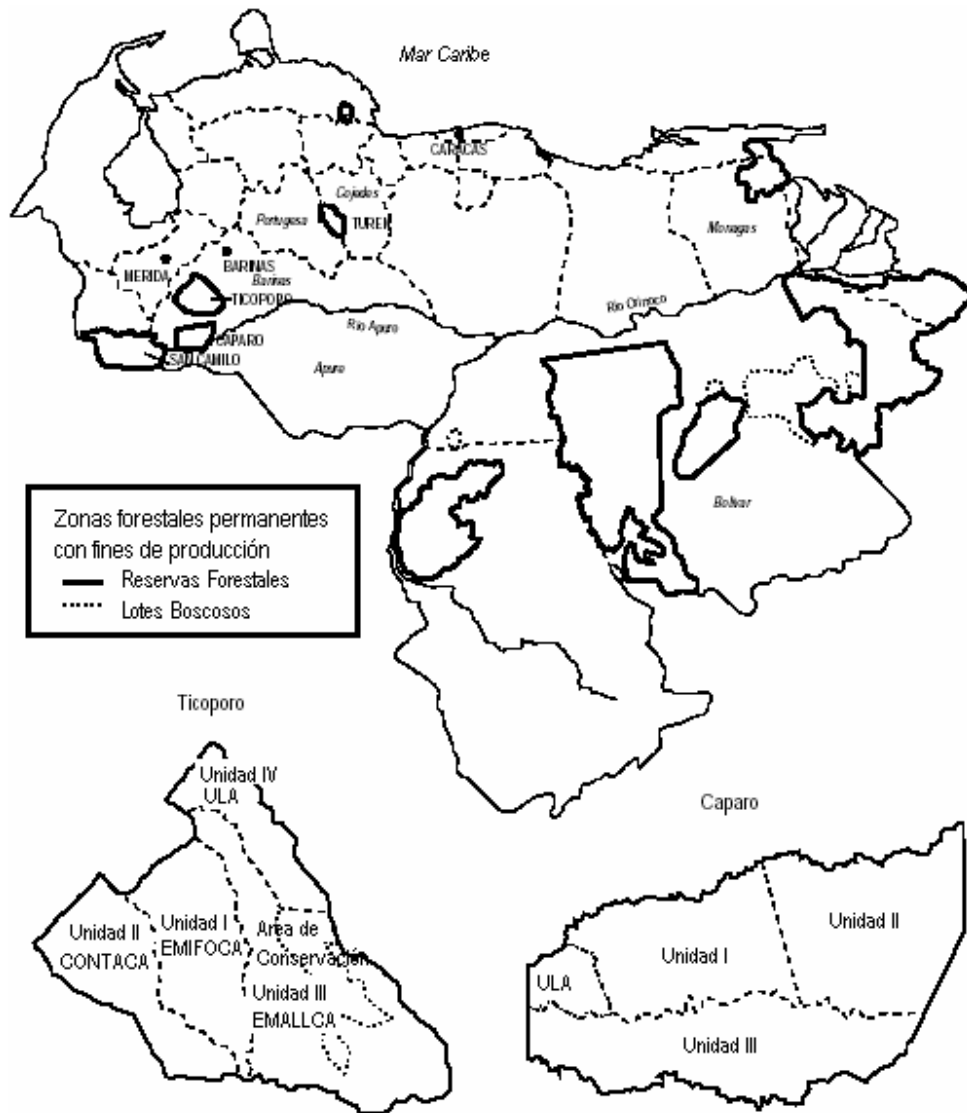


Fig. 3. Zonas forestales permanentes con fines de producción en Venezuela y Unidades de manejo de Ticoporo y Caparo.