

CONSECUENCIAS DE LA EXPLOTACIÓN MADERERA SOBRE EL CRECIMIENTO Y EL RENDIMIENTO SOSTENIBLE DE UN BOSQUE HÚMEDO DECIDUO EN LOS LLANOS OCCIDENTALES DE VENEZUELA

Alí D'Jesús C.¹, Armando Torres Lezama¹ e Hirma Ramírez Angulo^{1,2}

Universidad de Los Andes, ¹Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR), Grupo de Investigación Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de Ecosistemas Forestales, ²Facultad de Ingeniería, Centro de Simulación y Modelos (CESIMO), Mérida-Venezuela.

E-mail: torres@ing.ula.ve / rhirma@ing.ula.ve

RESUMEN

La producción de madera en los bosques tropicales debe ser una práctica sostenible. En este trabajo se compara el crecimiento de la masa forestal del bosque explotado selectivamente con rodales no intervenidos recientemente. Asimismo, analizamos la oferta futura de madera. El área de estudio se encuentra ubicada en las planicies aluviales de los Llanos Occidentales de Venezuela. El clima se caracteriza por una precipitación anual de 1750 mm, una época seca de 4-5 meses y una temperatura media anual de 24,6 °C. Inmediatamente después de la explotación, en 1989, se utilizó un diseño de muestreo sistemático con arranque aleatorio para establecer 34 parcelas lineales (transectas) de 1 ha (1000 m de longitud por 10 m de ancho); 14 en bosque explotado y 20 en sitios no intervenidos. Hasta 1995 se midieron anualmente todos los árboles ≥ 10 cm de diámetro a la altura de pecho. Aunque el incremento diamétrico anual promedio de los árboles correspondientes a las especies de muy alto, alto y mediano valor comercial fue superior en el bosque explotado (0,51 cm), en comparación con el bosque no intervenido (0,43 cm), se encontró que el ciclo de corta (30 años) establecido para la región no es realista. Además, se demuestra que la cosecha del segundo ciclo deberá estar basada, en su mayoría, en especies maderables de menor valor comercial y/o en individuos de menores dimensiones. En consecuencia, se sugiere una revisión del concepto adoptado de diámetros mínimos de cortabilidad y de los ciclos de corta, de manera de asegurar la sostenibilidad de la producción de madera.

Palabras clave: bosque tropical, Caparo, crecimiento del bosque, explotación selectiva, manejo forestal, rendimiento sostenible, Venezuela.

ABSTRACT

Tropical forest wood production must be a sustainable practice. In this work, we compare the forest stand growth of the logged forest with stands not logged with in the last 40 years. Furthermore, we analyze the forest's future supply of wood. The study area is located in alluvial plains of western Venezuela. The climate is characterized by a mean annual rainfall of 1750 mm, a 4-5 months dry season and an average annual temperature of 24.6 °C. In 1989, immediately after logging, a systematic sampling design with a random start was used to establish 34 1 ha transects (N-S), 1000 m long and 10 m wide; 14 of them in logged forest and 20 in non disturbed areas. Until 1995 all trees ≥ 10 cm in diameter breast height were measured on a rigorous annual basis. Although mean annual diametric growth of the trees classified as very high, high and medium commercial value was superior in the logged stands (0.51 cm) than in the undisturbed forest (0.43 cm), we found the prescribed cutting cycle (30 years) to be unrealistic. In addition, we show that the future wood offering of the logged stands must be mostly based upon timber of lower commercial value and/or trees of lower dimensions. In consequence, a revision of the minimum felling diameter concept and the prescribed cutting cycle is proposed in order to assure wood production sustainability.

Key words: Caparo, forest growth, forest management, selective logging, sustainable yield, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El manejo forestal sostenible es ahora una preocupación mundial. Satisfacer las necesidades humanas futuras de alimento, agua, salud, energía

y asentamientos depende fundamentalmente de cómo se ordenen los bosques a nivel mundial. Estos representan el cuerpo principal del sistema ecológico

terrestre y una base de recursos completa. La sostenibilidad, por lo tanto, no es solo una alternativa conveniente, sino un imperativo para el desarrollo forestal (Chandrasekharan, 1997; Wijewardana, 1997).

Los bosques tropicales constituyen un componente esencial de este desarrollo; no obstante, los mismos están desapareciendo a un ritmo tan alarmante y acelerado que este proceso se ha convertido en un asunto de interés mundial en los últimos años. Solamente durante el lapso 1980–85 se han perdido, en promedio, 13 millones de hectáreas por año de bosques tropicales (FAO, 1993, 1997). Según la misma fuente, para la década de los ochenta, en América Latina y el Caribe la tasa de deforestación anual se situó en 7,4 millones de ha. Específicamente, en el área de estudio, los Llanos Occidentales, se deforestaron 50.000 ha/año entre 1950-1975 (Veillon, 1975). El ritmo de deforestación aumentó a unas 140.000 ha/año durante el período 1975-1988 (Catalán, 1991). En este lapso se cortó un 45,3% de la superficie bajo bosque, lo que representa una tasa anual de deforestación del 3,3%.

En esta región, el proceso de destrucción suele iniciarse con explotaciones madereras donde sólo se extraen los árboles de mayores dimensiones de las especies de mayor valor comercial. Esta selectividad, aunado a la deficiente planificación del aprovechamiento y el impacto de las prácticas de saca de madera (Dykstra y Heinrich, 1996), puede ocasionar la degradación genética, ecológica y económica del bosque. En casos extremos queda un bosque disminuido, propenso a ser destruido, para incorporar las tierras a otros usos que tienen una mayor demanda social, fundamentalmente, para fines de producción de alimentos, urbanismo e industrialización.

La producción de madera debe ser sostenible, o las implicaciones sociales, económicas y ecológicas pueden tener serias repercusiones (Silva *et al.*, 1995). Este rendimiento sostenible es apenas un componente de la sustentabilidad ambiental (Goodland, 1995). Uno de los problemas más perniciosos en el manejo es que los rendimientos no son sostenibles durante el desarrollo inicial del aprovechamiento de poblaciones naturales que tienen una acumulación sustancial de individuos sobremaduros (Hilborn, Walters y Ludwig, 1995). En forestal, este fenómeno conduce a una caída en rendimiento después de un periodo inicial de

explotación intensa, problema que ya había sido planteado por Dawkins (1961).

Un pre-requisito para la planificación y desarrollo del manejo forestal sostenible es la existencia de información confiable sobre crecimiento y rendimiento para diferentes regímenes de manejo y opciones silviculturales (FAO, 1967; Silva *et al.*, 1995). Sin embargo, la estimación de la tasa de crecimiento de los bosques tropicales no es fácil. Por ejemplo, en el área de Caparo no se había estudiado el incremento diametral de las especies de valor potencial, después de la explotación, durante un largo período.

En este contexto, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) Determinar el crecimiento de la masa forestal del bosque explotado y no intervenido recientemente de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo, con énfasis en las especies comerciales de muy alto, alto, mediano y bajo valor; y 2) Definir la oferta futura de madera, con base en el incremento promedio anual en diámetro, área basal y volumen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio e historia de la explotación

La Reserva Forestal Caparo, con una superficie de 173.516 ha, se localiza en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela (07° 18' 00" - 07° 39' 50" N y 71° 03' 35" - 70° 28' 35" W), 40- 50 km al pie de la cordillera de Los Andes y a unos 100 m.s.n.m. La Unidad Experimental (7.000 ha), área de estudio, se encuentra ubicada en el extremo noroeste de dicha reserva (Figura 1). Según la clasificación bioclimática de Holdridge, la zona de vida corresponde a un bosque seco en transición a húmedo tropical (Ewel, Madriz y Tossi, 1968). El clima se caracteriza por presentar una precipitación anual de 1750 mm, con una marcada distribución estacional; existe un periodo de sequía bien definido de 4 - 5 meses (diciembre-abril). La temperatura media anual es de 24,6 °C.

El área se encuentra enclavada en una planicie aluvial de desborde (pleistoceno-holoceno). La intensa sedimentación por inundación de varios ríos y arroyos formó diques arenosos (bancos), napas (sub-bancos) con textura limosa y cubetas (bajíos) donde

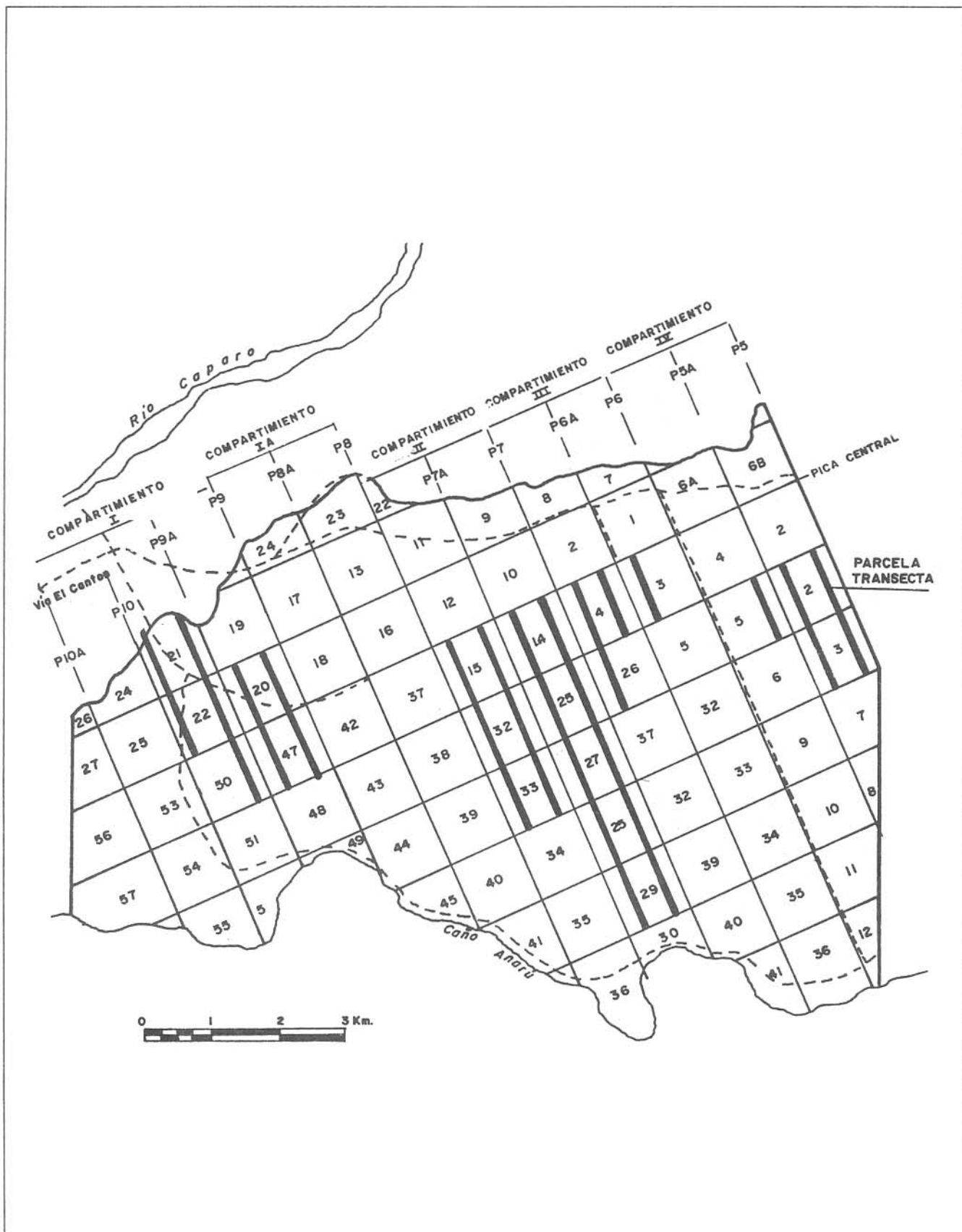


Figura 1. Area de Estudio en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo, edo. Barinas-Venezuela.

predomina la textura arcillosa. Los sitios más bajos se inundan en la época de lluvias, mientras que en el período de sequía la disponibilidad de agua puede ser insuficiente para la vegetación, especialmente en los bancos arenosos (Franco, 1979). La disponibilidad de nutrientes es buena, comparada con otras áreas tropicales, debido al material aluvial (Hase y Folster, 1983).

La región en que se encuentra ubicada la Reserva Forestal Caparo constituye un área única, es considerada un refugio del pleistoceno de marcado interés biogeográfico, ya que en ella confluyen elementos de las biotas andina, caribeña y amazónica (Whitmore y Prance, 1987; Torres-Lezama, 1993). En general, los bosques de Caparo se clasifican como "bosques húmedos deciduos de bajura" (Lamprecht, 1990). Los mismos han sido descritos en otros trabajos (Vincent, 1970; Veillon, 1997). La vegetación se caracteriza por su extrema variabilidad; se consigue desde bosque alto (25 - 30 m) hasta sabanas de gramíneas. En pequeñas áreas se encuentran bosques altos y bajos, ricos y pobres en palmas, así como todas las transiciones desde bosque siempreverde hasta deciduo, incluyendo la transición hacia la sabana libre de árboles (Pulido, 1968; Jurgenson, 1994). Esta variabilidad está íntimamente relacionada con la duración y profundidad de la inundación y la capacidad de reserva de agua del suelo, las cuales dependen de la textura del suelo, la estratificación, el relieve, la altura y oscilaciones del nivel freático (Franco, 1979).

Es de destacar que los bosques de los Llanos Occidentales se vienen aprovechando desde los años 30, aportando, hasta hace poco, el mayor porcentaje de la materia prima requerida por la industria maderera del país, fundamentalmente maderas valiosas (cf. Kammesheidt *et al.*, 2001). Los bosques de Caparo fueron explotados selectivamente por cedro y caoba en la década de los 50 (Finol, com. pers.). El compartimiento 1 de la Unidad Experimental se explotó en 1985 y 1988, y el 4 en 1984 y 1988, aprovechándose principalmente las especies: *Bombacopsis quinata* (saqui-saqui); *Cedrela odorata* (cedro); *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cordia thaisiana* (pardillo negro); esporádicamente se aprovecharon *Terminalia amazonica* (guayabón); *Brosimum alicastrum* (charo) y *Guarea guidonia* (trompillo).

A pesar de que dicho aprovechamiento fue de baja intensidad, extrayéndose, en promedio, 4 árboles y

18 m³/ha de volumen rollizo en pie, las labores propiamente de tumba, roleo y, fundamentalmente, la extracción de los productos forestales afectó fuertemente el área de ambos compartimientos. Este impacto se cuantifica en otro trabajo realizado en el área de estudio (Kammesheidt, Torres-Lezama y Franco, 1995). No se aplicó tratamiento silvicultural alguno ni antes ni después de la explotación. En la zona se sigue un sistema de manejo policíclico, con ciclos de corta de 30 años.

Métodos

Para los fines de este estudio se siguió la ordenación de la Unidad en compartimientos (estratos) y rodales (100 ha). Se seleccionaron cuatro compartimientos, dos no explotados recientemente (2 y 3) y dos explotados (1 y 4), alinderados por picas de orientación norte-sur (Figura 1).

Muestreo

Se utilizó un diseño sistemático de parcelas lineales (transectas), con arranque aleatorio. De esta manera se procuró abarcar las diferentes formaciones boscosas presentes en los cuatro compartimientos muestreados. Se establecieron 20 parcelas en los compartimientos no explotados y 14 en los explotados. La unidad última de muestreo es una parcela de forma lineal de 1 ha (1.000 m de longitud por 10 m de ancho). La unidad de registro, producto de la subdivisión longitudinal en 100 cuadrículas de 10 m de ancho, cubre un área de 100 m². Mayores detalles sobre el muestreo se encuentran en D'Jesús (1999).

Para realizar el inventario inicial de la masa forestal se seleccionaron las especies de acuerdo a su valor comercial actual; incluyendo todas las tradicionalmente explotadas en la reserva y en Los Llanos Occidentales, así como las de porte comercial, pero poco conocidas o desconocidas (Anexo 1). Se midió la circunferencia (mm) de todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm, no se consideraron las palmas. Aunque se efectuaron varias observaciones (ver D'Jesús, 1999), el presente trabajo se centra en el diámetro, la altura total y la altura del fuste comercial. Las mediciones se realizaron anualmente, a partir de 1989 en las parcelas establecidas en los compartimientos 1, 2 y 3, y 1990 en el 4, hasta 1995. En las mediciones sucesivas se remarcaron los árboles ya identificados

y se incorporaron aquellos que alcanzaron el diámetro mínimo prefijado (reclutamiento). Igualmente se registraron los árboles muertos en pie, caídos o moribundos.

Agrupación de especies

Se utilizó el esquema de agrupación de especies maderables propuesto por Plonczak (1993), el cual se basa en el trabajo de Arroyo (1972), donde se establecen las siguientes categorías según el peso específico básico de la madera: blandas ($< 0,60$), semiduras ($0,60$ a $< 0,80$) y duras ($> 0,80$). Además, según el criterio de especificación florística y unión de grupos de especies (ver Vincent, 1993), y tomando en cuenta el valor comercial de cada grupo, se conformaron 13 especificaciones florísticas (Cuadro 1). La última reúne a todas las especies comerciales consideradas de muy alto, alto, mediano y bajo valor comercial, conjuntamente con un grupo de especies no determinadas ni por su valor, ni por su dureza; presentes en el área de estudio.

Método de cálculo del crecimiento y rendimiento

El crecimiento promedio en diámetro, área basal y volumen se calculó a partir de las mediciones anuales de la circunferencia a la altura de pecho (CAP) de los árboles registrados, durante el período 1989-1995. El volumen medio y mínimo esperado al final del ciclo de corta se calculó utilizando la tabla de volumen elaborada para el bosque seco tropical (Veillon y Silva, 1979). Para tal fin se elaboró un programa de computación.

El crecimiento real (bruto) medio en área basal se determinó por hectárea y año. El mismo se presenta por especies y clases diamétricas a partir de la 10-30 cm hasta 80 cm y más. Este cálculo se considera bastante aproximado, por cuanto se basa en la medición, con la mayor exactitud posible, todos los años y en forma sucesiva de la CAP. El crecimiento porcentual anual en área basal se obtuvo por la comparación aritmética del crecimiento real para el período, con la magnitud que le dio origen, referida al promedio de su etapa inicial y final. Se estimó aplicando la fórmula de Pressler (Parde, 1958). El crecimiento en volumen se determinó en función del volumen inicial, del crecimiento porcentual del área basal y de un factor de transformación (Veillon, 1985).

La estimación del incremento medio anual en diámetro (período 1989-1995) permitió hacer las proyecciones correspondientes, determinándose el diámetro mínimo, volumen medio y mínimo, por hectárea esperado, al final del ciclo de 30 años. También se estimó el número de años requeridos para alcanzar un DMC de 40 a 60 cm. Estas proyecciones toman en cuenta las especificaciones florística y diamétrica establecidas y los compartimientos explotados, no explotados y todos los compartimientos juntos. Considerando el ciclo de corta de 30 años se calculó el volumen para las clases diamétricas a partir de 10 cm de dap y hasta 40 cm. En las proyecciones del volumen se determinó el tiempo requerido para alcanzar los diámetros de 40, 45, 50, 55 y 60 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento diamétrico, en área basal y volumen

En el bosque no explotado, dentro de las especies de muy alto valor, las blandas (*Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*), experimentaron un crecimiento medio anual en diámetro de 0,45 cm/árb, siendo *S. macrophylla* la que mayor incremento mostró (0,62 cm/árb). Ambas especies se consideran como oportunistas de claro (cf. Kammesheidt, Torres-Lezama y Franco, 1995; Ramírez, Torres-Lezama y Acevedo, 1997; Kammesheidt, 1998). El crecimiento de *S. macrophylla* aumentó a 1 cm/árb en el bosque explotado. El grupo en general mostró, en el bosque no explotado, un crecimiento similar al de las especies de alto valor y ligeramente inferior al de las especies de mediano y bajo valor (Cuadro 2). Se resalta que en este último grupo se encuentran las especies pioneras (blandas) de rápido crecimiento. Asimismo, en el bosque explotado el crecimiento fue superior en todos los grupos florísticos, pero especialmente en las especies de muy alto valor comercial.

En el bosque no explotado las especies de alto valor mostraron un crecimiento promedio anual en diámetro, área basal y volumen de 0,42 cm/árb; 0,045 m²/ha y, 0,351 m³/ha, respectivamente (Cuadro 2). *Lonchocarpus sericeus* fue la que mostró el mayor incremento diamétrico. En contraste, para el bosque explotado, el mismo grupo presentó un crecimiento promedio anual en diámetro, área basal y volumen

Cuadro 1. Especificaciones florísticas consideradas en el muestreo realizado en las parcelas establecidas en la Unidad Experimental Caparo.

Especificación florística	Especies
1	Blandas de muy alto valor comercial
1U2	Blandas y semiduras de muy alto valor
1U2U3	Blandas, semiduras y duras de muy alto valor
1U2U3U4	Blandas, semiduras y duras de muy alto valor y blandas de alto valor
1U2U3U4U5	Blandas, semiduras y duras de muy alto valor y blandas y semiduras de alto valor
1U2U3U4U5U6	Blandas, semiduras y duras de muy alto valor y blandas, semiduras y duras de alto valor
1U2U3U4U5U6U7	Muy alto y alto valor blandas, semiduras y duras y blandas de mediano valor
1U2U3U4U5U6U7U8	Muy alto y alto valor blandas, semiduras y duras y blandas y semiduras de mediano valor
1U2U3U4U5U6...U9	Muy alto, alto y mediano valor blandas, semiduras y duras
1U2U3U4U5U6...U10	Muy alto, alto y mediano valor blandas, semiduras y duras y blandas de bajo valor
1U2U3U4U5U...U11	Muy alto, alto y mediano valor blandas, semiduras y duras y blandas y semiduras de bajo valor
1U2U3U4U5U.....U12	Muy alto, alto, mediano valor y bajo valor blandas, semiduras y duras
1U2U3U4U5U...U13	Muy alto, alto, mediano valor y bajo valor blandas, semiduras y duras y otras especies presentes

Cuadro 2. Crecimiento anual en diámetro (cm/ind), área basal (m²/ha) y volumen (m³/ha) por grupo de especies en las parcelas establecidas, en bosque explotado y no explotado en la Unidad Experimental Caparo (periodo 1989-1995).

Especies	Bosque no explotado			Bosque explotado		
	Diámetro (cm/ind)	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	Diámetro (cm/ind)	AB (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Muy alto valor comercial	0,413	0,009	0,077	0,673	0,011	0,086
Alto valor	0,420	0,045	0,351	0,557	0,053	0,402
Mediano valor	0,443	0,165	1,181	0,520	0,198	1,464
Bajo valor	0,487	0,202	1,415	0,653	0,313	2,233

de 0,56 cm/árbo; 0,053 m²/ha y 0,402 m³/ha, respectivamente.

De manera similar, el crecimiento promedio anual en diámetro, área basal y volumen fue de 0,443 cm/árbo, 0,165 m²/ha y 1,181 m³/ha, respectivamente, para las especies de mediano valor, en el bosque no explotado; mientras que los valores correspondientes para el bosque explotado fueron de 0,52 cm/árbo, 0,198 m²/ha y 1,464 m³/ha.

En la selva mesofítica de Surinam, Schulz (1967) registró para las especies de muy alto y alto valor, de madera pesada hasta medianamente liviana (entre ellas, *Cedrela odorata* y *Ocotea sp.*), un incremento promedio en diámetro de aproximadamente 1 cm/año, bajo la influencia de intervenciones intensivas, a partir de lo cual, el autor estimó un ciclo de corta de 60 a 80 años, para árboles de 15 cm de DAP.

En el caso particular del bosque no explotado, el crecimiento es muy bajo, debido a que el ecosistema se limita a sustituir lo que se agota naturalmente. En un bosque de la India se consiguió un crecimiento promedio en volumen de 0,43 m³/ha y en Brasil, para un bosque maduro, apenas 0,09 m³/ha (Lamprecht, 1990). En Venezuela, se han reportado valores para el bosque nublado de La Mucuy de 3,02 m³/ha y para el bosque seco tropical de Barinas, en la región de estudio, de 2,91 m³/ha (Veillon, 1985). Por el contrario, los bosques secundarios jóvenes muestran crecimientos muy elevados. Por ejemplo, en un bosque secundario de la India, Wilhemi (1952), citado por Lamprecht (1990), encontró un crecimiento promedio anual de la masa arbórea de 9,2 m³/ha, entre los 10-15 años de edad.

Silva *et al.* (1995) obtuvieron información sobre el rendimiento de los bosques pluviales amazónicos después de explotaciones selectivas. En 36 parcelas permanentes establecidas en un área explotada en 1979 (volumen medio extraído: 75 m³/ha) y sin intervención posterior, en el Bosque Nacional Tapajos, cerca de Santarén, en Brasil, encontraron que el incremento promedio anual durante el período 1981-1992, de todas las especies arbóreas de más de 20 cm de dap fue de 5,2 m³/ha. De este total, 0,8 m³/ha correspondieron a especies comerciales, aunque la incorporación de 29 nuevas especies colocó este valor en 1,8 m³/ha. Los autores sugieren que los tratamientos silvícolas para liberar los árboles de la competencia podrían impulsar aún más el crecimiento arbóreo y la producción de madera, como encontrado por de Graaf, Poels y van Rompaey (1999), en Surinam, y Finegan y Camacho (1999) para un bosque lluvioso en Costa Rica. No obstante, Silva *et al.* (1995) señalan que el crecimiento estimulado por la explotación tiene un efecto de corta duración, tan breve como tres años.

Volumen y diámetros esperados de la cosecha futura del bosque explotado

Se predice que el diámetro mínimo esperado al final del ciclo de corta de 30 años, para los árboles de la especificación florística 3, ubicados en la especificación diamétrica ≥ 10 cm, será de 27,7 cm (Figura 2a). Las siguientes especificaciones florísticas, especies de alto y mediano valor, se mantienen dentro de este valor. Excepcionalmente, se espera que las especies blandas de muy alto valor (grupo 1) alcancen 43 cm de diámetro.

En cuanto al volumen medio esperado, para los árboles de la especificación diamétrica ≥ 10 cm, se estima que la especificación florística 3 sólo aportaría 12,97 m³/ha a los 30 años (Figura 2b). Al reunir las especies de muy alto, alto y mediano valor se alcanza 149 m³/ha. No obstante, los individuos de la especificación diamétrica ≥ 10 cm, de la especificación florística 3 (muy alto valor comercial), no habrán alcanzado el DMC al final del ciclo de corta de 30 años, requiriendo 46 años, para lograr los 40 cm, al ritmo de crecimiento promedio encontrado (Figura 3a). Una situación similar se presenta para los individuos de la especificación florística 6. En general, se observa que los individuos, que actualmente se encuentran en la especificación diamétrica ≥ 10

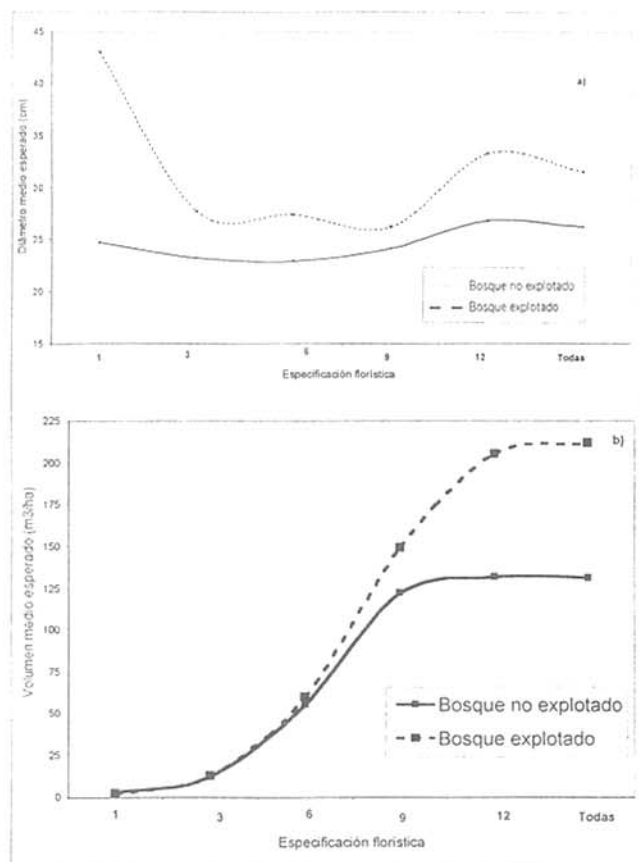


Figura 2. Estimación del diámetro mínimo esperado (a) y del volumen medio esperado (b) al final del ciclo de corta de 30 años, para los individuos que actualmente tienen un dap mayor de 10 cm y menor de 40 cm, para las principales especificaciones florísticas, en las parcelas establecidas en la Unidad Experimental Caparo, estado Barinas, Venezuela.

cm, no habrán alcanzado el DMC establecido al final del ciclo de corta de 30 años.

Kammesheidt, Torres-Lezama y Franco (1995), en un estudio realizado en la misma área, encontraron que, sin manejo silvicultural, ha tenido lugar un proceso que ha conducido a la existencia de menos árboles gruesos (DAP > 50 cm) en comparación con el bosque no explotado recientemente, lo que se refleja en la más reducida área basal de árboles potencialmente comerciales 19 años después de la explotación del rodal, en 1973. En los rodales explotados más recientemente, 5 y 8 años (1984 y 1987) el desarrollo es aún más negativo, ya que a través de los métodos de explotación más impactantes se han abierto claros mucho más grandes, sobre los cuales se han establecido y dominan especies pioneras de muy poco valor comercial. En consecuencia, los autores consideran que los ciclos de corta planificados de 30 años parecen, desde el punto de vista del manejo

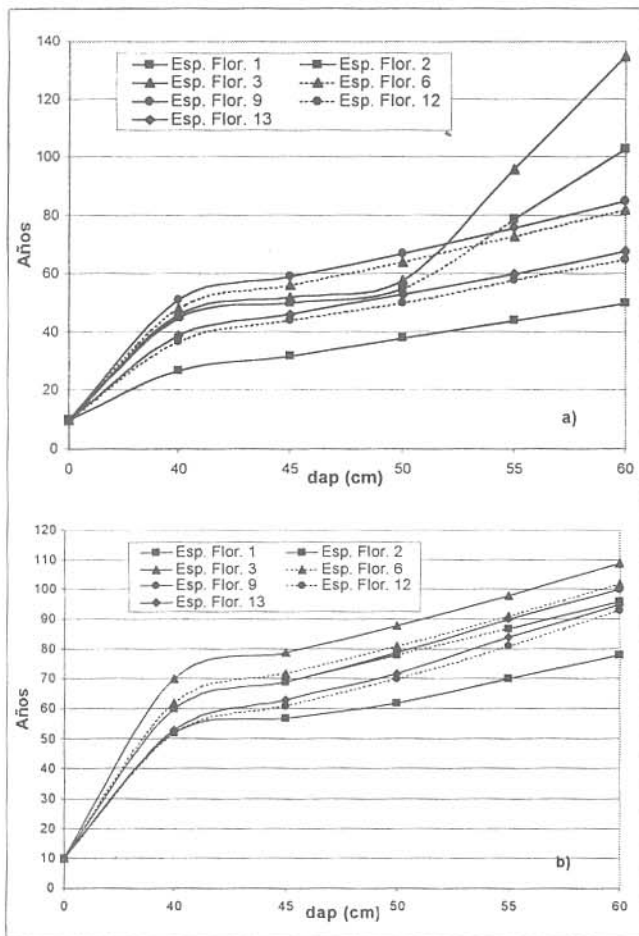


Figura 3. Predicción del crecimiento diamétrico de los individuos que actualmente se encuentran en la categoría de 10 cm de dap, para las principales especificaciones florísticas, en las parcelas establecidas en bosque explotado (a), y no explotado (b) en la Unidad Experimental Caparo, estado Barinas, Venezuela.

sostenible, como muy alejados de la realidad. Resultados similares se encontraron en un bosque de la región aplicando el modelo de simulación ZELIG (Torres-Lezama, Ramírez y Baldoceca, 1998; Ramírez, Torres-Lezama y Acevedo, 1999). Silva *et al* (1995) arribaron a la misma conclusión para un bosque lluvioso de la Amazonía brasileña, aunque sostienen que tratamientos silviculturales periódicos, que permitirían aumentar y sostener las tasas de crecimiento corrientes, podrían utilizarse como un mecanismo para reducir los ciclos de corta.

CONCLUSIONES

Aunque el incremento diamétrico promedio anual de los árboles correspondientes a las especies de muy

alto, alto y mediano valor comercial fue ligeramente superior en el bosque explotado, en comparación con el bosque no explotado, se encontró que en 30 años los árboles no alcanzarán los diámetros mínimos de corta aplicados en la región. Además, se demostró que la oferta de madera del bosque explotado deberá estar basada, en su mayoría, en especies maderables de menor valor comercial y/o en individuos de menores dimensiones. En consecuencia, se sugiere una revisión del concepto de diámetros mínimos de cortabilidad y de los ciclos de corta, de manera de asegurar la sostenibilidad de la producción de madera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al perito forestal Julio Serrano, por su aporte y colaboración en el procesamiento de los datos de campo. El ingeniero forestal Alberto Villarreal y los técnicos y obreros del Comodato Universidad de Los Andes – Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (ULA-MARNR) hicieron posible, año a año, la medición de las parcelas. Este trabajo fue financiado parcialmente por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la ULA y el Comodato ULA-MARNR, a través de los proyectos FO-313-94 y CC2-4, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, J. 1972. *Estudio tecnológico de las maderas de los llanos occidentales*. LABONAC-CORPOANDES. Mérida, Venezuela.
- CATALAN, A. 1991. El proceso de deforestación en Venezuela 1975-1978. *Suplemento Revista Ambiente* No. 49. Fundación de Educación Ambiental. Caracas, Venezuela.
- CHANDRASEKHARAN, C. 1997. Cooperación internacional y movilización de recursos para el desarrollo forestal sostenible. *Memorias del XI Congreso Forestal Mundial*. Antalya, Turquía.
- DAWKINS, H.C. 1961. New methods of improving stand composition in tropical forest. *Caribbean Forester*, January-June: 12-20.
- DYKSTRA, D.P. y R. HEINRICH. 1996. *Código de aprovechamiento forestal*. FAO. Roma, Italia.
- D'JESÚS, A. 1999. Evaluación de la masa forestal en compartimientos explotados y no explotados de la

- Estación Experimental de la Reserva Forestal Caparo, Barinas, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR). Mérida, Venezuela.
- EWEL, J.J., A. MADRIZ y J. TOSSI. 1968. *Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa*. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas, Venezuela.
- FAO. 1967. *Técnicas y métodos para obtener un máximo rendimiento económico de los bosques tropicales naturales*. Comité sobre el Desarrollo Forestal en los Trópicos. Roma.
- FAO. 1993. Forest resource assessment 1990. Tropical countries. *FAO Forestry Papers*, 128. Roma.
- FAO. 1997. Forest resource assesment. 1995. Tropical countries. *FAO. Forestry Papers*, 135. Roma.
- FINEGAN, B. y M. CAMACHO. 1999. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1998-1996. *Forest Ecology and Management*, 121:177-189.
- 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.61:1-201.
- GOODLAND, R. 1995. The concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26:1-24.
- GRAAF, N.R. de; R.L.H. POELS y R.S.A.R. van ROMPAEY. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. *Forest Ecology and Management*, 124:123-135.
- HASE, H. y H. FOELSTER, 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. *Forest Ecology and Management*, 6:33-57.
- HILBORN, R.; C.J. WALTERS y D. LUDWIG. 1995. Sustainable exploitation of renewable resources. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26:45-67.
- JURGENSON, O. 1994. Mapa de vegetación y uso actual del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. *Cuaderno del Comodato ULA-MARNR* No. 22. Mérida, Venezuela.
- KAMMESHEIDT, L. 1998. Stand structure and spatial pattern of commercial species in logged and unlogged Venezuelan forest. *Forest Ecology and Management*, 109:163-174.
- KAMMESHEIDT, L.; A. TORRES LEZAMA y W. FRANCO. 1995. Efecto de la explotación selectiva sobre la estructura y sostenibilidad del bosque tropical: un caso de los llanos occidentales venezolanos. *Revista Forestal Venezolana*, 39(1):9-34.
- KAMMESHEIDT, L.; A. TORRES-LEZAMA; W. FRANCO y M. PLONCZAK. 2001. History of logging and silvicultural treatments in the western Venezuelan plain forest and the prospect of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 148:1-20.
- LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. de la ed. alemana por A. Carrillo. GTZ. Eschborn, Alemania.
- PARDE, Y. 1958. Tarrière de Pressler sans temps de pasaje: la méthode de différence des tarifs. *Revue Forestiere Francaise*, No. 6.
- PLONCZAK, M. 1993. *Estructura y dinámica de desarrollo de bosques naturales manejados bajo la modalidad de concesiones en los llanos occidentales de Venezuela*. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela.
- PULIDO, H. 1968. Algunos tipos de vegetación de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis MSc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- RAMÍREZ, H.; A. TORRES-LEZAMA y M. ACEVEDO. 1997. Simulación de la dinámica de grupos especies vegetales en un bosque de los llanos occidentales venezolanos. *Ecotrópicos*, 10(1):9-20.
- RAMÍREZ, H.; A. TORRES-LEZAMA y M. ACEVEDO. [cd-rom]. Predicción del Impacto Ecológico y Rentabilidad Económica de Diferentes Estrategias de Aprovechamiento Forestal en un Bosque Tropical Venezolano. En: *Actas de las I Jornadas Venezolanas de Impacto Ambiental*, 2 al 5 de marzo de 1999. Maturín, Venezuela.
- SCHULZ, P.J. 1967. La regeneración natural de la selva mesofítica tropical de Surinam. *Boletín IFLAIC*, N° 23.
- SILVA, J.N.M.; J.O.P. de CARVALHO; C.A. LOPES; de ALMEIDA; D.H.M. COSTA; L.C. de OLIVEIRA; J.K. VANCLAY y J.P. SKOVSGAARD. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*, 71:267-274.
- TORRES-LEZAMA, A. 1993. Informe del Primer Taller para la Conservación de la Biodiversidad en la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida,

- Venezuela. *Cuaderno Comodato ULA-MARNR* No. 21. 102p.
- TORRES-LEZAMA, A.; A. RAMÍREZ y R. BALDOCEDA. 1998. Predicción de la respuesta de un bosque tropical venezolano a diferentes estrategias de manejo. In: *Memoria del Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 15-20 de julio de 1997. BOLFOR; CIFOR; IUFRO. Santa Cruz, Bolivia. Editora El País. pp:234-240.
- VEILLON, J.P. 1975. *Las deforestaciones de los llanos occidentales de Venezuela. 1950-1975*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.
- VEILLON, J. P. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Revista Forestal Venezolana*, 29: 5-120.
- VEILLON, J.P. 1997. *Los bosques naturales de Venezuela*. Tomo III. Bosques tropófitos o veraneros de la zona de vida bosque seco tropical. Universidad de los Andes, Consejo de Publicaciones – Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA) - Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida, Venezuela.
- VEILLON, J.P. y R. SILVA. 1979. *Tablas de volumen para árboles en pie y tablas de producción de plantaciones forestales en América Latina*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela.
- VINCENT, L. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis de grado. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- VINCENT, L. 1993. *Métodos Cuantitativos de Planificación Silvicultural*. Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- WHITMORE, T.C. y G.T. PRANCE. 1987. *Biogeography and quaternary history in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford.
- WIJEWARDANA, D. 1997. Síntesis de estudios monográficos sobre la forma de integrar investigación y extensión al manejo sostenible de bosques. http://nrcan.gc.ca/cfs/kochi/papers/search_s.html.

Anexo 1. Agrupamiento de las especies arbóreas muestreadas en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, según el valor comercial y la densidad de la madera.

	Nombre científico	Familia	P. E.*
1. Especies de muy alto valor comercial			
Blandas			
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	0,47
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	0,38
SEMIDURAS			
Pardillo negro	<i>Cordia thaisiana</i>	Boraginaceae	0,66
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	0,64
DURAS			
Gateado	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	0,94
Roble	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Papilionaceae	0,78
2. ESPECIES DE ALTO VALOR COMERCIAL			
Blandas			
Saqui-Saqui	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae	0,36
SEMIDURAS			
Apamate	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	0,54
Jebe (zapato cacho)	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Papilionaceae	0,54
DURAS			
Chupón	<i>Pouteria anibaefolia</i>	Sapotaceae	0,78
3. ESPECIES DE MEDIANO VALOR COMERCIAL			
Blandas			
Camoruco	<i>Sterculia apetala</i>	Sterculiaceae	0,34
Cedrillo	<i>Trichilia trifolia</i>	Meliaceae	-
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	0,34
Coco mono	<i>Couroupita guianensis</i>	Lecythidaceae	0,36
Cuero sapo	<i>Guapira olfersiana</i>	Nyctaginaceae	0,42
Guamo	<i>Inga sp.</i>	Mimosaceae	0,49
Guarataro	<i>Mouriri myrtifolia</i>	Melastomataceae	0,41
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	0,36
Lechero	<i>Sapium stylare</i>	Euphorbiaceae	0,38
Palo de agua	<i>Symmeria paniculata</i>	Poligonaceae	0,46
Semiduras			
Carabali	<i>Albizia caribaea</i>	Mimosaceae	0,67
Charo	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	0,68
Charo negro	<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	0,64
Guácimo cimarrón	<i>Guazuma sp.</i>	Sterculiaceae	0,61
Guamo negro	<i>Inga sp.</i>	Mimosaceae	0,64
Guayabón	<i>Terminalia amazonica</i>	Combretaceae	0,68
Laurel amarillo	<i>Pleurothryrium reflexum</i>	Lauraceae	0,59
Orura barrialera	<i>Swartzia diversifolia</i>	Caesalpiniaceae	0,64
Sangre de drago	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Papilionaceae	0,60
Trompillo	<i>Guarea guidonia</i>	Meliaceae	0,66
Duras			
Perhuétamo	<i>Mouriri barinensis</i>	Melastomataceae	0,90
4. ESPECIES DE BAJO VALOR COMERCIAL			
Blandas			
Balso	<i>Ochroma pyramidale</i>	Bombacaceae	0,21
Bototo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	-
Bucare	<i>Erythrina sp.</i>	Papilionaceae	0,23
Candilero	<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	0,43
Caraño	<i>Trattinickia sp.</i>	Burseraceae	0,40
Fruto de paloma	<i>Margaritaria nobilis</i>	Euphorbiaceae	0,45
Guácimo blanco	<i>Luehea sp.</i>	Tiliaceae	0,33
Higuerón	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	0,23
Quesito	<i>Dendropanax arboreum</i>	Araliaceae	0,37
Semiduras			
Anime	<i>Protium tenuifolium</i>	Burseraceae	0,60
Canalete	<i>Vitex sp.</i>	Verbenaceae	-
Madroño	<i>Rheedia madruno</i>	Guttiferae	0,70
Mapurite	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	0,55
Majagua	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Tiliaceae	-
Peonio	<i>Ormosia macrocalyx</i>	Papilionaceae	0,64
Duras			
Caimito	<i>Chrysopyllum sericeum</i>	Sapotaceae	0,92
Carauto	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae	-
Guamo caramacate	<i>Inga marginata</i>	Mimosaceae	0,75

*Peso específico de la madera