

# IMPACTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL SOBRE LA MASA REMANENTE, EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CAPARO

José Rafael Lozada y Ernesto Arends

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR), Grupo de Investigación en Manejo Múltiple de Ecosistemas Forestales, Mérida - Venezuela. E-mail: jolozada@forest.ula.ve.

## RESUMEN

Desde 1987 se inició una investigación con el objeto de evaluar los daños que se generan en operaciones de aprovechamiento forestal de diferentes intensidades. Para lograr este objetivo se aplicaron tres tratamientos, determinados de acuerdo al diámetro mínimo de cortabilidad (dmc). Se aplicó un dmc de 20 cm, 40 cm y 60 cm. En cada tratamiento se levantaron 3 réplicas, además de dos parcelas testigo, con superficies de 1 ha. Se realizaron mediciones antes de la intervención (1987) y en los años posteriores, hasta 1997. Los resultados muestran que los efectos del aprovechamiento se extienden hasta unos 5 años después de la tumba y, además de los árboles cortados intencionalmente, se mueren adicionalmente entre 22 y 48% de los individuos, lo cual representa 6 a 23% del área basal. Se discute la importancia de evaluar este impacto sobre el recurso aprovechado y sus implicaciones para el logro del rendimiento sostenido.

**Palabras clave:** impacto ambiental, aprovechamiento forestal, bosque tropical, Caparo.

## ABSTRACT

From 1987 an investigation began in order to evaluating the damages that are generated in operations of different intensities of logging. To achieve this objective three treatments were applied, according to the minimum cutting diameter (mcd). It was applied an mcd of 20 cm, 40 cm and 60 cm. In each treatment 3 replications were surveyed, besides two control parcel, with surfaces of 1 ha. Mensurations were made before the intervention (1987) and in the later years, up to 1997. The results show that the effects of logging extend until about 5 years after the felling and, besides the intentionally cut trees, additionally die between 22 and 48% of the individuals, which represents 6 to 23% of the basal area. It is discussed the importance of evaluating this impact on the logged forest and their implications for the achievement of the sustained yield.

**Key words:** environmental impact, logging, tropical forest, Caparo.

## INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento forestal es una modalidad de uso del bosque que mantiene este ecosistema debido a la selectividad de la extracción. Sólo unas pocas especies son comerciales y además los individuos deben tener un tamaño mínimo para que se adapten a los equipos de procesamiento. Sin embargo, aunque permanece una comunidad arbórea (al contrario de las deforestaciones con fines agropecuarios), ésta es afectada inevitablemente por ciertos impactos generados por las operaciones de tumba y extracción.

Nicholson (1958) fue el pionero en la investigación del impacto generado por el aprovechamiento fores-

tal; encontró que 45% de los árboles remanentes sufrieron daños de consideración por efecto de una corta de 11,6 arb/ha en Borneo. Más tarde se realizaron numerosos trabajos que han ratificado las significativas pérdidas que puede sufrir el bosque aprovechado: en Malasia, Johns (1988) determinó que el aprovechamiento de 3,3% de los árboles (24 m<sup>2</sup>/ha) destruyó adicionalmente 47,6% de la masa remanente; Uhl y Guimaraes (1989) indican que, en la Región de Pará - Brasil, 26% de los individuos remanentes resultaron dañados o destruidos por una extracción de 4-8 arb/ha; en la región de Tailandia

(amazonas brasileño) se abrieron 36 m<sup>2</sup> de carreteras por m<sup>3</sup> de madera aprovechado y se dañaron 26 árboles adicionales por árbol aprovechado (Uhl *et al.*, 1991); también en Brasil, Verissimo *et al.* (1992) encontraron 27 arb dañados / arb aprovechado.

Johns *et al.* (1996) encontraron un total de 51 arb dañados/ arb aprovechado, pero establecieron una clasificación de las afectaciones (menor, moderado y severo) para el fuste y la copa. Sin embargo, es muy importante resaltar que Nicholson (1958) había establecido que los daños ligeros sólo tenían pequeñas consecuencias en la pérdida de crecimiento durante unos pocos años.

Por otra parte, Gullison y Hardner (1993) comprobaron que el daño está directamente relacionado con la intensidad de aprovechamiento; a bajas intensidades, la mayoría de las pérdidas ocurren por la construcción de la carretera principal; en muy altas intensidades, las vías de arrastre y la tumba son los mayores responsables de la destrucción del bosque.

Lozada y Arends (1998) han señalado que el perjuicio generado a la masa remanente es uno de los impactos que, al lado del efecto de claro y de las consecuencias sobre el suelo y la fauna, puede producir un cambio en la composición florística, inadecuado para alcanzar los objetivos del rendimiento sostenido. Aún cuando el deterioro es inevitable, el mismo debe ser evaluado para diseñar sus medidas correctivas y/o mitigantes. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue determinar los daños que se generan en tres intensidades de aprovechamiento forestal, sobre la densidad y área basal del bosque sometido a las operaciones de tumba y arrastre.

### Descripción del área de estudio

La Reserva Forestal de Caparo está ubicada en los Llanos Occidentales de Venezuela, Municipio Ezequiel Zamora, al Sur-oeste del Edo. Barinas. La Estación Experimental está situada al oeste de la Reserva (Lat. N 7°25', Long. W 70°50') y posee cerca de 7.000 ha. Se encuentra a una altitud de aproximadamente 140 msnm (Jurgenson, 1994), con una temperatura media anual de 27°C (Servicio de Meteorología – FAV, 1984) y una precipitación estacional con una media anual de 1750 mm. Los suelos forman un mosaico que comprende desde posiciones de bajío, con textura arcillosa, hasta el banco con textura franco-areno-limoso (Franco, 1982).

La vegetación pertenece a una transición entre las zonas de vida bosque seco y bosque húmedo tropical (Arends *et al.*, 1993) y en el sistema del MARNR son bosques tropófilos piemontanos semi-decíduos (Huber y Alarcón, 1988). De acuerdo al Sistema de Vincent (1970), en el lugar donde se instalaron las parcelas predomina la selva subsiempreverde de bajío, la selva subdecídua de bajío y la selva decídua de bajío. Las especies más importantes antes de la intervención son: Palma de Agua (*Attalea maracaibensis*-Arecaceae), Chupón (*Pouteria reticulata*-Sapotaceae), Palma Sarare (*Syagrus sancona*-Arecaceae), Jobo (*Spondias mombin*-Anacardiaceae), Lechero (*Sapium sp.*-Euphorbiaceae), Yátago (*Trichantera gigantea*-Acanthaceae), Saqui-saqui (*Bombacopsis quinata*-Bombacaceae) y Guamo Negro (*Inga sp.*-Mimosaceae).

## METODOLOGÍA GENERAL

En 1987 se estableció un ensayo mediante un diseño estadístico de bloques completos al azar con 3 tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos se aplicaron según diámetros mínimos de cortabilidad (dmc) para toda la masa arbórea, el tratamiento 9 con un dmc de 20 cm, el tratamiento 10 con un dmc de 40 cm, el tratamiento 11 con un dmc de 60 cm y dos parcelas testigo (sin intervención), denominadas tratamiento 0. De esta manera, las 11 parcelas fueron identificadas con la siguiente nomenclatura: 9.1, 9.2, 9.3, 10.1, 10.2, 10.3, 11.1, 11.2, 11.3, 0.1 y 0.2.

Estos tratamientos se ubicaron aleatoriamente en cada bloque, pero es necesario aclarar que por razones operativas no se pudo ejecutar el arrastre en las réplicas número 3 y tampoco se pudo ejecutar el tratamiento 9 (como estaba prescrito) en la parcela 9.3; en ella se tumbaron pocos árboles, de muy variadas dimensiones, para un estudio de biomasa. Por ello, esta parcela fue excluida del análisis.

Cada réplica constituyó una parcela cuyas dimensiones fueron 100 x 100 m (1 ha), dividida en 16 subparcelas de 25 x 25 m. Se registraron todos los individuos con dap<sup>3</sup> 10 cm, anotando el nombre vulgar, ubicación según un sistema de coordenadas, DAP, altura (total y de fuste), calidad de fuste, vitalidad y posición sociológica.

Con la ayuda del Programa EXCEL se realizaron ordenamientos para conocer la cantidad de individuos

mueritos y nuevos en cada medición por parcela. Posteriormente se calcularon los siguientes índices:

$$\text{Índice de Mortalidad: IM(\%)} = \frac{(\text{Individuos Muertos} \times 100) / \text{Total de Individuos}}{\text{Período Transcurrido (años)}}$$

$$\text{Índice de Nuevos Ingresos: INI(\%)} = \frac{(\text{Individuos Nuevos} \times 100) / \text{Total de Individuos}}{\text{Período Transcurrido (años)}}$$

El impacto generado por la tumba y el arrastre se estudió a través de los individuos muertos adicionalmente (no tumbados intencionalmente), después de las labores de aprovechamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a lo observado en la Figura 1 puede notarse una mortalidad inter-anual que oscila entre 1 y 4% en las áreas no intervenidas, lógicamente producida por muertes naturales. Apenas ocurrida la intervención, el porcentaje de individuos que mueren anualmente sube a un promedio de 10% en el T9 y T10 y 7% en el T11. Posteriormente, este índice logra bajar a los valores naturales en el período 93-94, para luego volver a aumentar. Una vez pasado el punto mínimo (años 93-94) se aprecia una menor variabilidad y una mayor cercanía al nivel natural (1 a 4%), en los tratamientos 10 y 11. No se sabe si los altos niveles obtenidos en el T9 (año 97), van a seguir aumentando, pero es de esperarse que en algún momento retornen al rango 1-4%. Por otra parte, merece destacarse que los tratamientos sin arrastre (10.3 y 11.3) presentan en general una mortalidad inferior a los que si ejecutaron esta operación.

En la Figura 2 se observa una tasa de nuevos ingresos que varía entre 1 y 7% en las parcelas no intervenidas. En este caso es muy obvio que con la intervención más intensa la tasa de nuevos ingresos alcanza los mayores niveles, lo cual es de esperarse por los espacios creados por los individuos tumbados y los impactados adicionalmente. Otro elemento claro es que los nuevos ingresos aumentan hasta más o menos el año 93-94 y luego disminuyen. Esto coincide con la mínima mortalidad y puede interpretarse

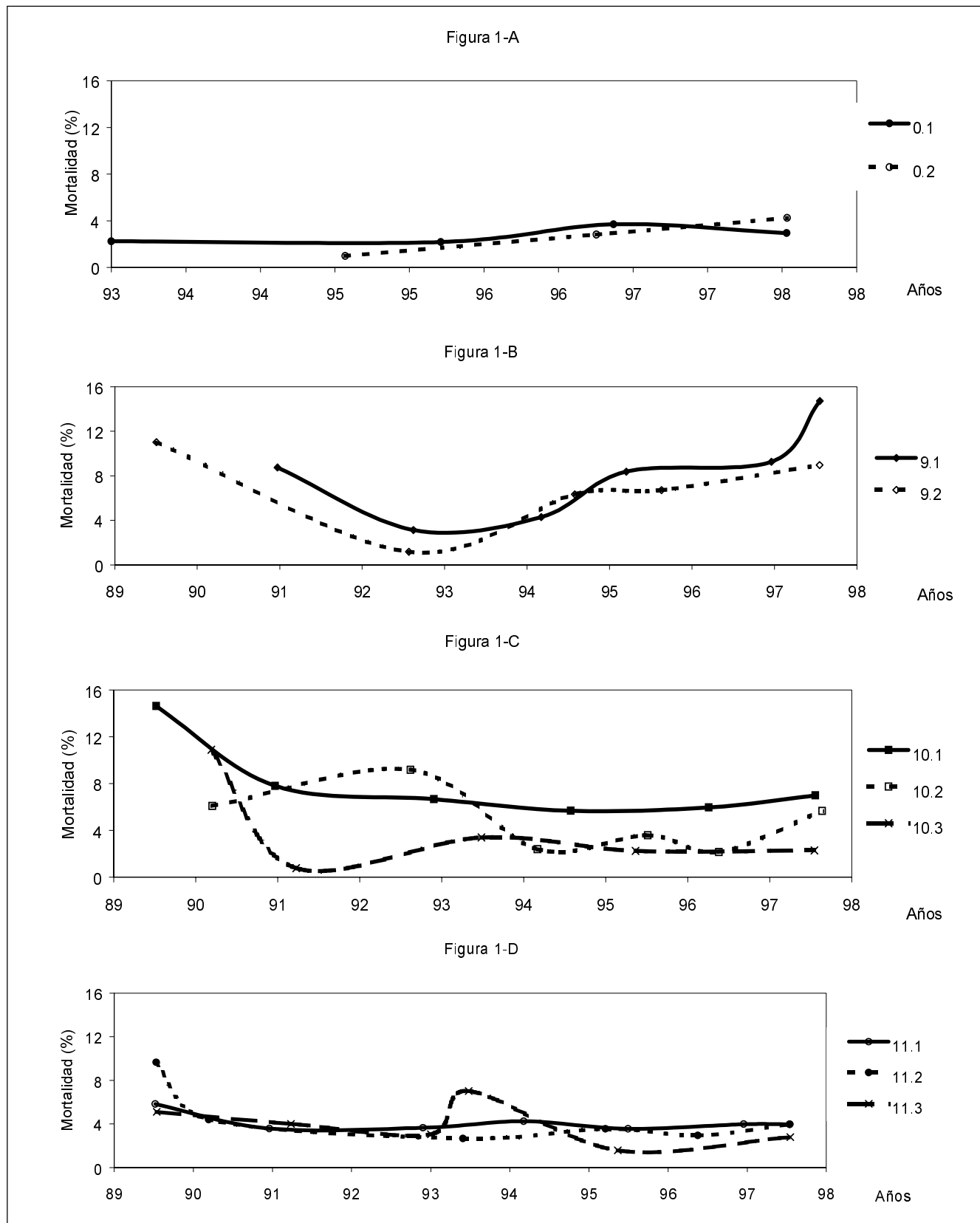
que en esa edad de intervención (5 años), los claros generados por el aprovechamiento ya han alcanzado su máxima ocupación con individuos de especies pioneras; posteriormente, comienza la competencia entre ellos y se incrementa la mortalidad como consecuencia de la lucha por dominar los sitios.

Dado que la mortalidad se eleva inmediatamente después de la tumba y ella retorna a sus valores naturales a los 5 años, se deduce que este es el período de influencia del impacto de aprovechamiento. Muchos individuos sufren daños en ramas y corteza y mueren años más tarde, por ello se ha comparado el impacto a los 2-3 años con respecto a los 5-6 años (Cuadro 1); se nota en este último caso un aumento considerable de los daños (especialmente en los tratamientos 10 y 11). Se obtuvo una cierta semejanza en los resultados del impacto expresado en número de árboles, en casi todos los tratamientos este impacto oscila entre 22 y 48%. Sin embargo, se nota una mayor diferencia entre tratamientos al evaluar los porcentajes de área basal.

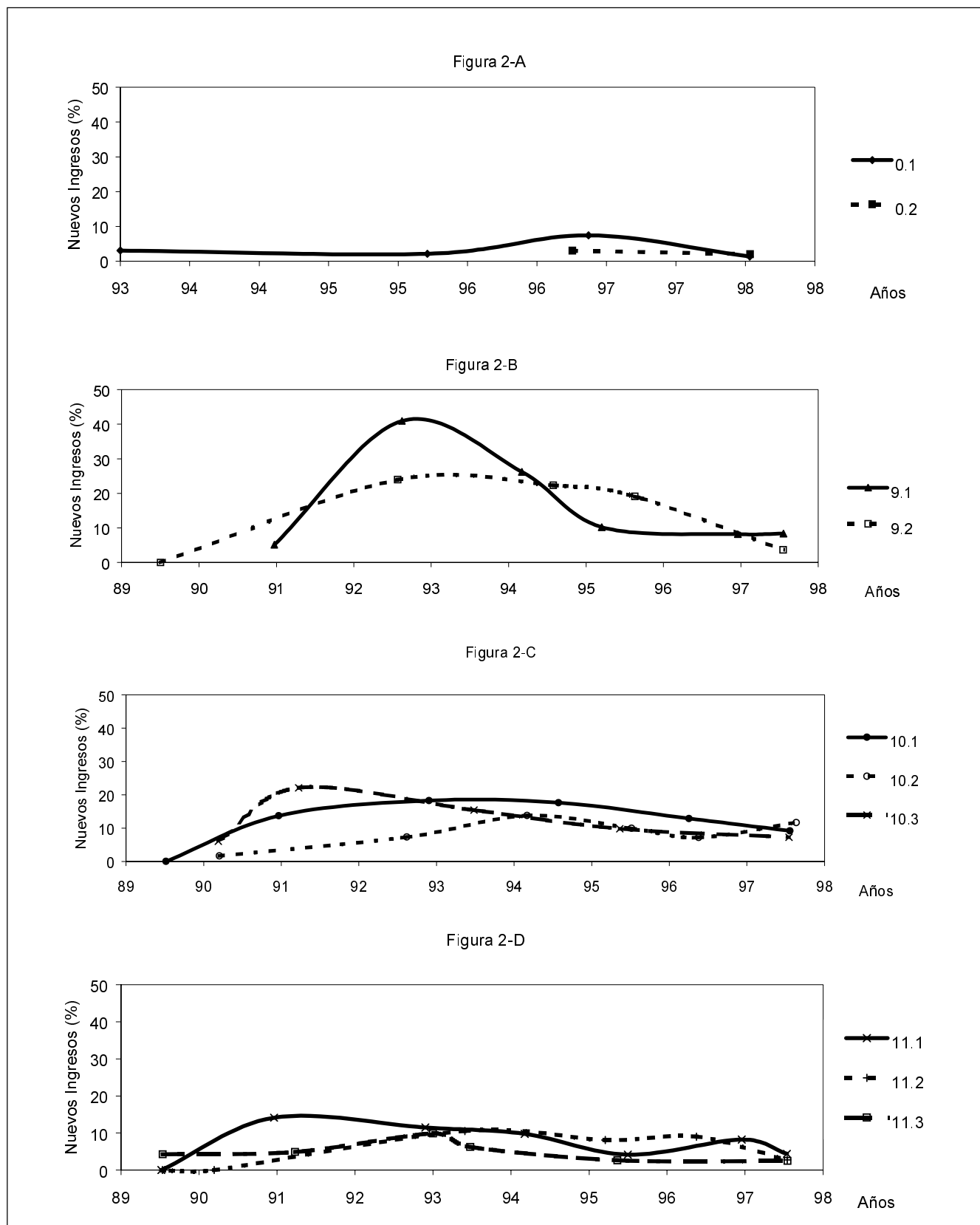
Lo anterior conllevó a realizar un análisis separado de la relación tumba-impacto en cuanto a número de árboles y área basal. En cuanto al número de individuos afectados (Figura 3), se confirma una cierta uniformidad (línea casi recta) con un impacto cercano al 40% independientemente de la intensidad de tumba. Si no se realiza el arrastre, el impacto es ligeramente variable (22-27%), pero obviamente inferior. Se deduce entonces que existe un impacto mínimo de 30% de árboles con cualquier tratamiento que incluya el arrastre. En el área basal afectada (Figura 4 y Cuadro 1), se evidencia que el aprovechamiento de árboles grandes (tratamiento 11) genera un daño en área basal mayor al de árboles pequeños (tratamiento 9). Sin arrastre, la tendencia es inferior.

Es difícil relacionar estos resultados con otros trabajos que poseen el mismo objetivo, debido a que en muchos casos se clasifican los daños que sufre la masa remanente y en este trabajo el daño sólo se evalúa a través de los individuos muertos. Se prefirió esta alternativa porque, con daños parciales, los árboles pueden recuperarse.

Por otra parte, los resultados de Johns *et al.* (1996) son ligeramente superiores a los de este estudio; estos autores obtuvieron 12-21 árboles con daños severos por la corta de cada árbol superior a 45 cm de diámetro. Esto es semejante a los 8-18 árboles muertos por árbol tumbado obtenido en el tratamiento



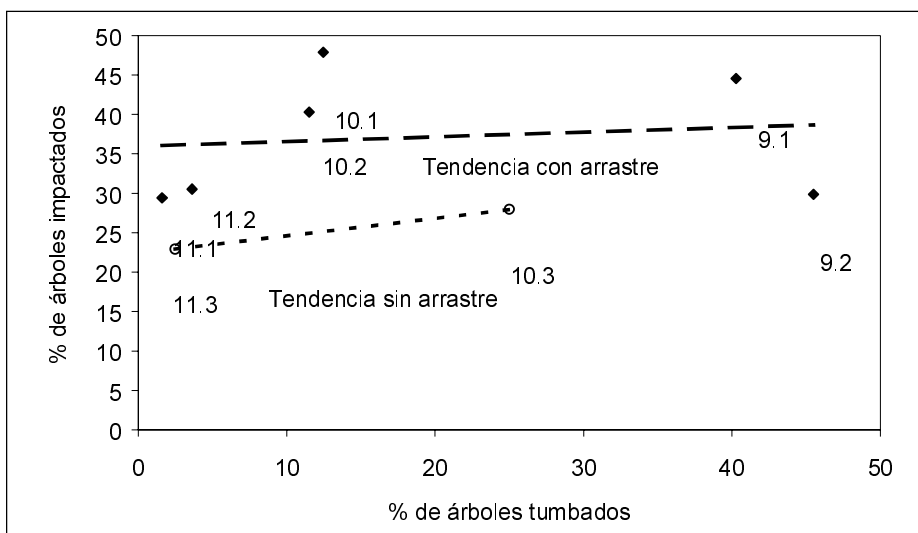
**Figura 1.** Variaciones en el índice de mortalidad, generado por diferentes intensidades de aprovechamiento: 1-A, Mortalidad interanual en parcelar testigo; 1-B, Mortalidad interanual en el tratamiento 9; 1-C, Mortalidad interanual en el tratamiento 10; 1-D, Mortalidad interanual en el tratamiento 11.



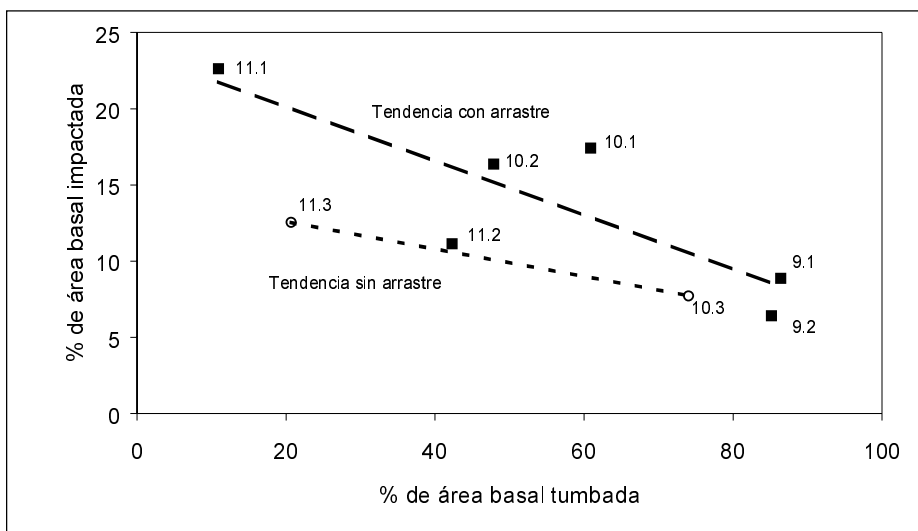
**Figura 2.** Variaciones en el índice de nuevos ingresos, generado por diferentes intensidades de aprovechamiento forestal: 2-A, Tasa interanual de nuevos ingresos en parcelar testigo; 2-B, Tasa interanual de nuevos ingresos en el tratamiento 9; 2-C, Tasa interanual de nuevos ingresos en el tratamiento 10; 2-D, Tasa interanual de nuevos ingresos en el tratamiento 11.

**Cuadro 1.** Niveles de afectación, en la masa arbórea, producidos en los diferentes tratamientos.

Trat	Antes		Tumba				Impacto en 2-3 años				Impacto en 5-6 años			
	Arb	m2/ha	Arb	%	m2/ha	%	Arb	%	m2/ha	%	Arb	%	m2/ha	%
9.1	211	16.04	85	40.3	13.87	86.4	88	41.7	1.35	8.4	94	44.5	1.42	8.9
9.2	211	14.45	96	45.5	12.31	85.2	59	28.0	0.86	6.0	63	29.9	0.93	6.4
10.1	257	17.84	32	12.5	10.87	60.9	89	34.6	2.08	11.7	123	47.9	3.11	17.4
10.2	226	12.31	26	11.5	5.90	47.9	44	19.5	1.04	8.5	91	40.3	2.01	16.4
10.3	136	12.28	34	25.0	9.09	74.0	33	24.3	0.84	6.9	38	27.9	0.95	7.7
11.1	187	11.19	3	1.6	1.22	10.9	32	17.1	1.47	13.1	55	29.4	2.53	22.6
11.2	249	17.38	9	3.6	7.35	42.3	56	22.5	1.40	8.0	76	30.5	1.93	11.1
11.3	201	12.10	5	2.5	2.51	20.7	18	9.0	0.48	4.0	46	22.9	1.52	12.6



**Figura 3.** Impacto producido por la tumba, sobre la abundancia de la masa remanente, luego de 6 años de intervención.



**Figura 4.** Impacto producido por la tumba, sobre el área basal de la masa remanente, luego de 6 años de intervención.

11. Este potencial de daño proviene del gran tamaño que alcanzan algunos individuos, los cuales llegan a superar los 30 m de altura total y 30 m de diámetro de copa. Por ello, aunque estos individuos son pocos por hectárea (baja intensidad de tumba), su aprovechamiento puede generar grandes impactos.

Conviene recordar que el diámetro mínimo de cortabilidad aplicado en Venezuela está cercano a 60 cm de DAP. De la Tabla 1 se obtiene que con esta prescripción, en este ensayo se tumbaron entre 3 y 9 árb/ha lo cual generó la muerte de 46 a 76 árb/ha adicionales.

Adicionalmente, Gullison y Hardner (1993) señalan que las tres principales fuentes de impacto en el aprovechamiento son la vialidad, la tumba y el arrastre. En este trabajo sólo se ha evaluado el efecto de la tumba y el arrastre, sin embargo parece conveniente hacer un resumen de diferentes medidas propuestas para minimizar este conjunto de impactos.

- Marcaje y ubicación de los árboles a tumbar (ITTO, 1990).
- Diseño adecuado de toda la vialidad (Gullison y Hardner, 1993, Johns *et al.*, 1996).
- Uso del winche del arrastrador para acercar el fuste tumbado (Johns *et al.*, 1996).
- Construcción de patios de rolas con un tamaño acorde al número de rolas que serán almacenadas (Johns *et al.*, 1996).
- Corta de lianas antes del aprovechamiento (Appanah y Putz, 1984).
- Orientación de la caída del árbol (Klasson y Cedergren, 1996, Johns *et al.*, 1996).

Estas técnicas se refieren a los métodos convencionales de aprovechamiento forestal, sin embargo existen otras relacionadas a conceptos de explotación completamente diferentes tales como: extracción mediante helicópteros (Kee, 1996), elefantes (Grace y Adnan, 1996), búfalos o aserrío "in situ" con equipos portátiles (Oliveira *et al.*, 1998).

## CONCLUSIONES

- El aprovechamiento incrementa la mortalidad inter-anual hasta 3 veces más de los niveles de parcelas no intervenidas. A los 5 años se recuperan los niveles normales (3%) pero luego aumentan por el cumplimiento del ciclo de vida de especies secundarias muy tempranas.

- La tasa inter-anual de nuevos ingresos se incrementa hasta 5 veces después de la intervención. Esto ocurre hasta que los espacios estén ocupados (6 años) y luego disminuye para llegar a los niveles normales (2 a 8%).
- Se evidenció que, debido al aprovechamiento, muchos individuos sufren daños en las ramas y la corteza y mueren años más tarde, por lo tanto el impacto se extiende hasta unos 5 años después de la intervención. El daño evaluado a los 5 años puede duplicar al que se detecta a los dos años de ocurrida la intervención.
- Además de los árboles tumbados intencionalmente, el impacto de las operaciones de tumba y arrastre genera la muerte de entre 22 y 48% de individuos adicionales, lo cual representa 6 a 23% del área basal total del bosque.
- No se considera que exista una correspondencia entre los tratamientos 9 y 10 (DMC de 20 y 40 cm respectivamente) con el aprovechamiento que en realidad se ejecuta en los bosques venezolanos; pero lo realizado en el tratamiento 11 (DMC de 60 cm) si es comparable a un aprovechamiento convencional. En este último caso se realizó una baja intensidad de aprovechamiento debido a la escasa presencia de estos individuos (3 a 9 árboles/ha). Sin embargo, el gran tamaño de estos árboles genera los mayores daños. Por cada árbol tumbado, mayor de 60 cm de dap, se destruyen adicionalmente entre 8 y 18 árboles.
- En el área tropical es muy escasa la investigación sobre la recuperación, a mediano y largo plazo, del bosque aprovechado con fines madereros. Muchos resultados de este trabajo no se pudieron comparar con otras investigaciones, porque las mismas no están reportadas. Por lo antes expuesto se considera importante desarrollar este tipo de estudios en otras reservas forestales de Venezuela, en condiciones de aprovechamiento convencional.

## AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico (Proyecto FO-358-95-01-B), al Programa de Formación de Personal e Intercambio Científico de la Universidad de Los Andes y al Comodato ULA-MARNR, por aportar los recursos que hicieron posible la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPANAH, S. y PUTZ, F. 1984. Climber abundance in virgin dipterocarp forest and the effect of pre-felling climber cutting on logging damage. *The Malaysian Forester* 47 (4): 335-342.
- ARENDS, E., GUEVARA, J. y CARRERO, O. 1993. Características de la Vegetación de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. En Informe del Primer Taller para la Conservación de la Biodiversidad en la Reserva Forestal de Caparo (Torres, A., Edit). Cuaderno Comodato ULA-MARNR No. 21. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- FRANCO, W. 1982. Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la Unidad Uno de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. ULA- Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- GRACE, K. y ADNAN, A. 1996. Elefantes: los gigantes madereros. *Actualidad Forestal Tropical* 4 (3) : 8-9.
- GULLISON, R. y HARDNER, J. 1993. The effects of road design and harvest intensity on forest damage caused by selective logging: empirical results and a simulation model from the Bosque Chimanes, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 59 : 1 - 14.
- HUBER, O y ALARCÓN, C. 1988. Mapa de la Vegetación de Venezuela. MARNR - División de Vegetación. Caracas.
- ITTO. 1990. ITTO guidelines for the sustainable management of natural tropical forests. International Tropical Timber Organization. Yokohama, Japan. 18 p.
- JOHNS, A. 1988. Effects of selective timber extraction on rain forest structure and composition and some consequences for frugivores and folivores. *Biotrópica* 20: 31-37.
- JOHNS, J., BARRETO, P. y UHL, C. 1996. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management* 89 : 59-77.
- JURGENSON, O. 1994. Mapa de vegetación y uso actual del Área Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. Cuaderno Comodato ULA - MARNR. No. 22. ULA - Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.
- Klasson, B. y CEDERGREN, J. 1996. Talando en la dirección correcta. *Actualidad Forestal Tropical* 4 (3): 5-7.
- KEE, D. 1996. La extracción con helicóptero toma vuelo en Sarawak. *Actualidad Forestal Tropical* 4 (3) : 2-4.
- LOZADA, J y ARENDS, E. 1998. Impactos ambientales del aprovechamiento forestal en Venezuela. *INTERCIENCIA*, 23 (2): 74-83.
- NICHOLSON, D. 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Borneo. *Malayan Forester* 21: 235-245.
- OLIVEIRA, M.V.N. D', BRAZ, E., BURSLEM, D. y SWAINE, M. 1998. Manejo de bosques naturales en pequeña escala. *Actualidad Forestal Tropical* 6(1): 5-7.
- SERVICIO DE METEOROLOGÍA – FAV. 1984. Atlas Climatológico de Venezuela.
- UHL, C. y GUIMARAES, Y. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas Region of the State of Pará. *Biotrópica* 21: 98-106.
- UHL, C., VERISSIMO, A., MATTOS, M., BRANDINO, Z. y GUIMARAES, I. 1991. Social, economic and ecological consequences of selective logging in an Amazon frontier: the case of Tailandia. *Forest Ecology and Management* 46: 243-273.
- VERISSIMO, A., BARRETO, P., MATTOS, M., TARIFA, R. y UHL, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management* 55: 169-199.
- VINCENT, L. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis presentada como requisito parcial para optar al Grado de Magister Scientiae. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 255 p.