

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO

13 DIC 1998

RECIBIDO

COMPOSICION Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE LATIFOLIADO
DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS:
PAUTAS ECOLOGICAS PARA SU MANEJO

POR

JUAN JOSE FERRANDO OYARZABAL



Turrialba, Costa Rica
1998

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
(CATIE)
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSTGRADO

RECIBIDO
15 DIC 1998

TÍTULO DE LA TESIS

RECIBIDO

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA
NORTE DE HONDURAS: PAUTAS ECOLÓGICAS PARA SU MANEJO.

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado del Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

Magister Scientiae

por

Juan José Ferrando Oyarzabal

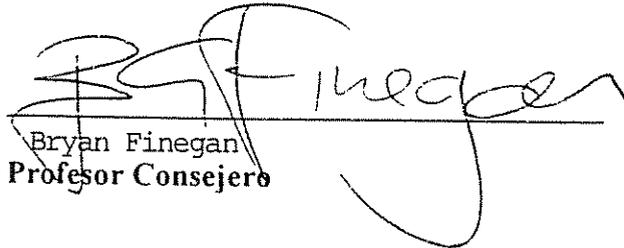
Turrialba, Costa Rica

(1998)

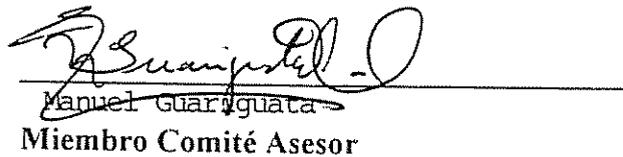
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

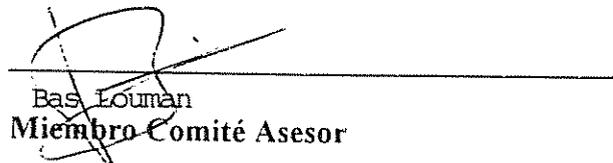
FIRMANTES:



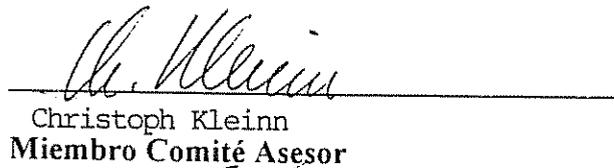
Bryan Finegan
Profesor Consejero



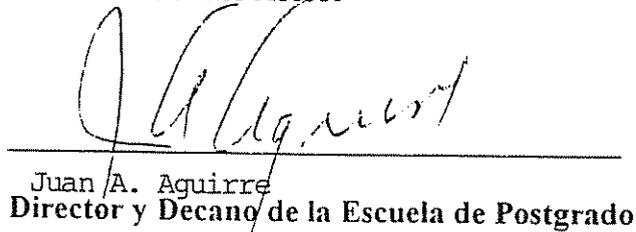
Manuel Guariguata
Miembro Comité Asesor



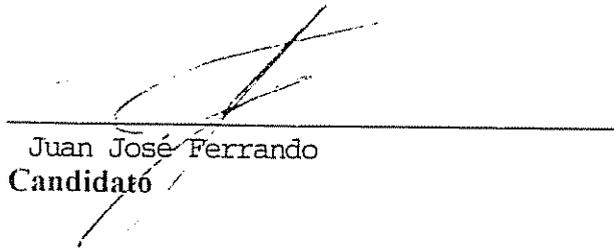
Bas Louman
Miembro Comité Asesor



Christoph Kleinn
Miembro Comité Asesor



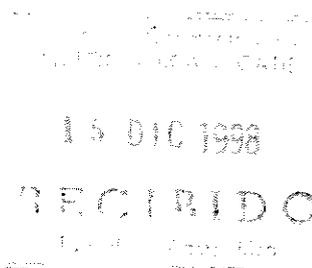
Juan A. Aguirre
Director y Decano de la Escuela de Postgrado



Juan Jose Ferrando
Candidato

a la Negra....

Agradecimientos



A la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y a la Universidad Nacional de La Plata por haber financiado mis estudios de Maestría.

Al proyecto TRANSFORMA por el apoyo en la obtención de la información para elaborar esta tesis.

A mi comité asesor, por su don de gente.

A Hugo Brenes por su labor en el procesamiento de los datos.

A Bruno y Marilia del PDBL, por la información y el valioso apoyo brindado.

A Jorge Calix, de POECEN por la información brindada.

A Melibea y María Eugenia por su apoyo logístico cuando más lo necesite.

Al personal del Jardín Botánico de Lancetilla y en especial a Ciro.

A los productores forestales de las Comunidades de Toncontín y El Urraco sin cuya valiosa información y apoyo de campo esta tesis no hubiese existido.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HONDURAS
 15 DIC 1998
 RECIBIDO

INDICE

<p>INTRODUCCIÓN GENERAL 1</p> <p>1.-Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras y su relación con los principales disturbios que lo afectan. 4</p> <p>1.1.-RESUMEN 4</p> <p>1.2.-INTRODUCCIÓN..... 5</p> <p>1.3.-MATERIALES Y MÉTODOS..... 9</p> <p>1.3.1.-Descripción del área de estudio 9</p> <p>1.3.2.-Análisis de los datos 13</p> <p>1.4.-RESULTADOS..... 15</p> <p>1.4.1.-Descripción general de estructura y composición del Bosque..... 15</p> <p>1.4.2.-Caracterización de las poblaciones de especies seleccionadas..... 21</p> <p>1.4.2.1-Estructuras poblacionales 21</p> <p>1.4.2.2.-Regeneración de las especies seleccionadas en bosque aprovechado 32</p> <p>1.4.2.3.-Patrones de regeneración natural de <i>Magnolia yoroconte</i> 34</p> <p>1.5.-DISCUSIÓN 35</p> <p>1.5.1.-Los efectos de los disturbios 35</p> <p>1.5.2.-Patrones de regeneración natura 38</p> <p>1.5.3.-Especies seleccionadas 39</p> <p>1.5.4.-La regeneración de <i>Magnolia yoroconte</i> 40</p> <p>1.6.-BIBLIOGRAFÍA 43</p>	<p>2.-Pautas ecológicas para el manejo de bosques naturales afectados por huracanes en la costa norte de Honduras..... 50</p> <p>2.1.-RESUMEN..... 50</p> <p>2.2.-NTRODUCCIÓN..... 51</p> <p>2.3.-LOS EFECTOS DE LOS HURACANES SOBRE LOS BOSQUES DEL CARIBE: REVISIÓN DE LITERATURA..... 52</p> <p>2.3.1.-Factores que influyen en el daño 53</p> <p>2.3.2.-Efectos sobre la dinámica..... 53</p> <p>2.3.2.1.-Mortalidad 54</p> <p>2.3.2.2.-Reclutamiento 54</p> <p>2.3.3.-Estrategias de recuperación del bosque ante un huracán..... 55</p> <p>2.3.4.-Relación con otros disturbios 56</p> <p>2.4.-EL CASO DE LOS BOSQUES DE TONCONTÍN..... 58</p> <p>2.5.-DISCUSIÓN..... 62</p> <p>2.6.-RECOMENDACIONES..... 64</p> <p>2.6.1.-Antes del Huracán 64</p> <p>2.6.2.-Después del huracán..... 65</p> <p>2.6.3.-Lineas de Investigación necesarias para poder acercarnos al manejo sostenible de los bosques 67</p> <p>2.7.-BIBLIOGRAFÍA 68</p>
--	---

RESUMEN

Los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras se encuentran afectados por un serie de disturbios naturales y antrópicos, los cuales tienen efectos sobre su estructura y dinámica. El objetivo del presente trabajo es describir las estructuras de bosques en relación a los disturbios más frecuentes, en la zona norte de Honduras, extremo norte de la ecoregión de los Bosques Húmedos Latifoliados de Centroamérica, y plantear interrogantes y sugerencias sobre el manejo forestal de los mismos.

Para el presente estudio, los disturbios seleccionados por escala y magnitud fueron: huracán, agricultura migratoria y aprovechamiento forestal.

Se caracterizó la composición y la estructura del bosque y su historia de uso. Se trabajo sobre la base del último huracán que afecto la región antes de este estudio (huracán Fifi, 1974) y sobre parcelas de agricultura abandonadas aproximadamente en la misma época que afectó el huracán, entre los años 1972 y 1980. Debido a la presencia en el área de *Magnolia yoroconte*, especie de relevancia económica y ecológica (por la escasa regeneración y posible endemismo), se analizó la respuesta de la regeneración a la tala de la mencionada especie y se caracterizaron los sitios donde la regeneración de la especie era frecuente.

Se encontraron pocas diferencias en composición entre bosque no disturbado y disturbado por huracán, las principales diferencias se encuentran en las distribuciones de diámetro. El bosque afectado por agricultura migratoria luego de aproximadamente 20 años de abandono, presentó la mitad del área basal que los rodales no disturbados y los disturbados por huracán y su composición de especies fue diferente de estos dos, lo que pone de manifiesto los diferentes mecanismos de recuperación del bosque ante los disturbios de huracán y agricultura. *Vochysia* cf. *jefensis* es la especie de mayor importancia ecológica tanto en los bosques disturbados por huracán como los no disturbados, presentando cohortes probablemente relacionadas con los disturbios de huracanes. *M. yoroconte* solo presento regeneración en sitios severamente disturbados, pero no en los sitios donde fue talada. En el bosque no disturbado, si bien es una especie dominante no se encuentran individuos menores a 50 cm Dap. La similitud entre los rodales no disturbados y los disturbados por huracán, nos conducen a la hipótesis de que todo el bosque estudiado fue afectado en algún momento por un huracán. En general, varias especies responden al disturbio generando cohortes de lo que se infiere que algún sistema silvícola de bosques coetáneos se podría adaptar para el manejo de estos bosques. El manejo forestal estará subordinado a los efectos del huracán, por lo que se recomienda, prestar especial atención a la recuperación de las áreas más disturbadas, ya que en estos ambientes prospera *Magnolia yoroconte*; evitar aumentar la vulnerabilidad de áreas susceptibles a ser afectadas por huracanes (vientos y lluvias); categorizar los rodales en función del tipo de daño y el mecanismo de recuperación esperado y planificar el manejo integral del área a partir de esta categorización. Finalmente se proponen líneas de investigación para aproximarnos al manejo sostenible de estos bosques.

SUMMARY

Honduran's Northern coast tropical rain forest are affected by a number of natural and antropogenic disturbances. Those disturbances have deep effects on the structure and dynamic. The objective of the present work is to describe the forest structure in relation to the most frequent disturbances, in the northern coast of Honduras. These forests are located at the extreme north of the Central American Moist Forests ecoregion. Finally, questions and suggestions about forest management are outlined.

Forest composition and structure, as well as its use history were characterised. The work was based on the last hurricanes that affected the region before this study (hurricane Fifi, 1974) and on abandoned agriculture plots between 1972 and 1980, approximately the same time when the hurricane impacted the area.

As *Magnolia yoroconte*, an economically and ecologically important species (because of its scarce regeneration rate and its possible endemic distribution) is present in the area, regeneration after *Magnolia's* logging was analysed and sites where *M. yoroconte's* regeneration was frequent were characterised. Few differences in composition between forests disturbed and not disturbed by hurricane was found. The major differences were in diameter distributions. The forest affected by shifting cultivation about 20 years ago present half of the basal area of stands disturbed by hurricane and not disturbed and species composition was different. These facts stand out different forest recovery mechanisms to hurricane disturbance and shifting cultivation.

Vochysia cf. jefensis present the greatest ecological importance value in forest disturbed by hurricane as well as in not disturbed, with cohort probably related with hurricane disturbances.

Magnolia yoroconte regenerated only in severely disturbed sites, but not where it has been logged. Even though it is a dominant species in not disturbed forests, individuals below 50 cm Dap can not be found there. The similarity between stands disturbed and not disturbed by hurricanes leads up to the hypothesis that the whole studied forest was affected by an hurricane in sometime.

Several species respond to this disturbance generating cohorts, so it can be inferred that some silvicultural management system for even-aged stands could be adapted to these forests.

Several recommendations can be proposed, taking account that forest management will be subjected to hurricanes effects:

- to evaluate the most disturbance areas, where *Magnolia yoroconte* prospers.
- search strategies to reduce the vulnerability of areas sensitive to hurricanes (winds and rains).
- categorise stands according to damage type and recovery mechanism. Integral management should be planned considering this categorization.

Finally, research lines are proposed in order to achieve a sustainable management of these forests.

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS POR ARTÍCULO

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS Y SU RELACIÓN CON LOS PRINCIPALES DISTURBIOS QUE LO AFECTAN.

Cuadro 1: distribución por décadas de los ciclones tropicales que han afectado a Honduras entre 1870 y 1989.....	8
Cuadro 2: categorías de tamaño de regeneración	10
Cuadro 3: Número de parcelas de regeneración en relación a las características biofísicas	11
Cuadro 4: Area total muestreada por sitio y categoría de tamaño	11
Cuadro 5: Abundancia de las 10 familias identificadas más abundantes por tipo de vegetación.....	15
Cuadro 6: Especies seleccionadas.....	12
Cuadro 7: Índice de valor de Importancia por tipo de bosque (DAP ≥ 10 cm). a) bosque no disturbado; b) huracán; c) guamil.....	16
Cuadro 8: Prueba de II^2 para las distribuciones diamétricas de bosque no disturbado y huracán.....	18
Cuadro 9: Abundancia de regeneración (ind ha ⁻¹) (todas las categorías) por especie y tipo de bosque.....	22
Cuadro 10: Abundancia de regeneración en claros de tala de <i>M. yorocon</i> en 4 sitios aprovechados	32
Cuadro 11: Abundancia de regeneración de <i>M. yorocon</i> bajo diferentes tipos de vegetación.....	33
Figura 1: esquema de parcelas de muestro de regeneración.....	10
Figura 2:a) Abundancia promedio por tipo de vegetación (ind parcela ⁻¹); b) Area basal promedio por tipo de vegetación(ind ha ⁻¹).....	14
Figura 3: a) Distribuciones diamétricas de los individuos ≥ 10 cm Dap, por tipo de vegetación; b) Distribuciones diamétricas de los individuos ≥ 40 cm Dap, por tipo de vegetación.....	17
Figura 4: abundancia promedio por categoría de regeneración(ind ha ⁻¹).....	18
Figura 5: relación entre los años transcurridos desde la tala de individuo de <i>M. yorocon</i> y la abundancia de la regeneración (ind ha ⁻¹). a) latizal alto; b) latizal bajo; c) brinzal.....	19
Figura 6.1: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque para todas las especies del grupo a.....	23
Figura 6.2: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque para todas las especies del grupo b.....	24
Figura 6.3: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque para todas las especies del grupo c.....	25

Figura 6.4: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque para todas las especies del grupo d	26
Figura 6.5: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque para todas las especies del grupo e	27
Figura 6.6: distribución por categorías de tamaño y por tipo de bosque par <i>Ilex tectonica</i> y <i>Hieronyma alchorroides</i>	28
Figura 7: Frecuencia de aparición de las especies seleccionadas para las tres categoría. a) no disturbado; b) huracán; c) guamil; d) aprovechado	23
Figura 8: Abundancia de <i>M. yoroconte</i> en diferentes tipos de vegetación (n= número de puntos de muestreo	33
Figura 9 : Abundancia de regeneración de <i>M.yoroconte</i> en ind ha-1 a) en relación a su posición topográfica; b) en relación a la posición topográfica por tipo de vegetación.	34
Figura 10: abundancia de individuos ≥ 10 cm Dap en la ecoregión.	35
Figura 11: Distribución por categoría de tamaño de <i>Vochysia</i> cf. <i>jefensis</i> y <i>Magnolia yoroconte</i> .	38

PAUTAS ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE BOSQUES NATURALES AFECTADOS POR HURACANES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS.

Cuadro 1: Índice de valor de Importancia por tipo de bosque (DAP ≥ 10 cm). a) bosque no disturbado; b) huracán; c)guamil	62
Figura 1: Distribuciones diamétricas de los individuos ≥ 10 cm Dap, por tipo de vegetación	58
Figura 2: Distribuciones diamétricas en bosque disturbado y no disturbado de especies que presentan cohortes	59
Figura 3: Abundancia de <i>M. yoroconte</i> (ind ha ⁻¹) en guamiles y bosques maduros aledaños.	59
Figura 4: Distribución por categoría de tamaño de <i>Vochysia</i> cf. <i>jefensis</i> y <i>Magnolia yoroconte</i> .	61

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS: PAUTAS ECOLÓGICAS PARA SU MANEJO.

INTRODUCCIÓN

Los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras, pertenecen a la ecoregión Bosque Húmedo del Atlántico Centroamericano (Dinerstein et. al. 1995), la cual extiende desde Panamá hasta la costa norte de Honduras, cubriendo una superficie de 155,000 km². Respecto al estado de conservación, esta ecoregión, es considerada "vulnerable" y de importancia a nivel bioregional. Más del 75% de su hábitat se considera perdido y el hábitat remanente se encuentra altamente fragmentado y sometido a una elevada tasa de conversión (Dinerstein et. al. 1995). Esta situación repercute sobre las economías de los países, debido a que sus bosques representan un importante recurso económico para los respectivos países. Por ejemplo, más del 60% de la madera cosechada legalmente en Costa Rica, proviene de estos bosques (Finegan y Camacho, en prensa), en tanto que en Nicaragua éstos, representan el principal recurso forestal del país (Alves-Milho, 1996) y en Honduras, el 5% (aprox. 40 mil m³ . año⁻¹) de la madera comercializada legalmente proviene también de estos bosques, aunque un alto porcentaje de la madera del bosque húmedo, es comercializada ilegalmente (Mendieta 1993).

La implementación del manejo de los bosques de la ecoregión, podría contribuir a la resolución de los problemas, tanto de conservación como económicos (PDBL 1995). El éxito del manejo dependerá, entre otros factores, de la veracidad de la información con que se cuente, acerca de la composición de especies y su dinámica, sus estructuras poblacionales, disturbios, la productividad de los suelos, las interacciones bióticas y la historia del bosque, entre otros. La información biofísica de la ecoregión se limita sin embargo a unos pocos sitios tales como son la isla de Barro Colorado en Panamá (Leigh et al. 1990), La Selva (McDade et al. 1994) y Tirimbina (Finegan 1992, Quiros y Finegan 1994, Camacho y Finegan 1997, Delgado et al. 1997) en Costa Rica, todos ellos ubicados en el centro y sur de la ecoregión.

El presente estudio se llevó a cabo en la costa norte de Honduras, extremo norte de la ecoregión. Los bosques de esta zona son de particular interés por sus regímenes de perturbación, tanto natural como antrópico.

Es probable que la mayoría de los bosques de la ecoregión se encuentren afectados por huracanes periódicos, teniendo una mayor frecuencia en Honduras y Nicaragua. La costa norte de Honduras, recientemente afectada por el Huracán Mitch, ha sido afectada desde el año 1890 por 41 huracanes y 33

tormentas tropicales (Sección Meteorología del Aeropuerto de Toncontín). La mayoría de estos, no tocan tierra, provocando solo fuertes lluvias responsables de inundaciones y deslizamientos de tierra (Richard 1993). Periódicamente, algún huracán hace contacto con el continente, provocando con sus fuertes vientos, severos daños al bosque. Los huracanes son eventos comunes y potencialmente catastróficos para los ecosistemas del Caribe (Tanner *et al.* 1991). En los últimos años se ha publicado una gran cantidad de literatura científica sobre el impacto de huracanes en bosques tropicales, en especial en la cuenca del Caribe. Entre estos podemos distinguir, los trabajos sobre impacto en las islas del Caribe (Scatena y Larsen 1991, Tanner *et al.* 1991, Frangi y Lugo 1991, Bellingham 1991, Bellingham *et al.* 1992, Guzman G y Walker 1991, Walker 1991, Walker *et al.* 1992, Zimmerman *et al.* 1994, Walker *et al.* 1992, Scatena *et al.* 1993, Reilly 1991, Brokaw y Walker 1991) y sobre bosques continentales en Yucatán (Whigham *et al.* 1991, García *et al.* 1992) y Nicaragua (Boucher 1989, Boucher *et al.* 1994, Boucher y Mallona 1997, Vandermeer *et al.* 1990, Vandermeer *et al.* 1997, Yih *et al.* 1991).

En cuanto a los disturbios antrópicos, los más frecuentes en la zona norte de Honduras son la agricultura migratoria y el aprovechamiento forestal. Según un informe del PDBL (1995), el bosque latifoliado de Honduras, que ocupa 2,3 millones de ha. Con una tasa de deforestación de 65,000 ha año⁻¹ (Mendieta 1993) (3 % del total del bosque latifoliado del país), estos bosques corren riesgo de desaparecer en un periodo de tiempo relativamente corto. Solamente en la región Atlántida, en la costa norte de Honduras, de las 675,000 ha de bosque latifoliado, 200,000 se encuentran forestalmente empobrecidas por sobre-explotación (Mendieta, 1993).

La superficie bajo aprovechamiento forestal en los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras, a cargo de organizaciones comunales y apoyado por Instituciones locales, alcanza a 25,000 ha (1% de la superficie total de bosque latifoliado)

Dentro de las especies que aparecen en los bosques de la zona norte de Honduras, se ha prestado especial atención a *Magnolia yoroconte*, una de las especies de mayor valor económico en estos bosques, sujeta al aprovechamiento forestal, y de la cual no existe prácticamente literatura científica acerca de la ecología de esta especie. Es probable que esta especie sea endémica de Honduras. Las poblaciones del Norte de Guatemala, las Montañas Mayas, Belice, Chiapas, Los Tuxtlas y Veracruz, son tentativamente referidas a *M. aff. yoroconte* (Vázquez-G, 1994).

El objetivo general del presente trabajo, resumido en dos artículos, fue describir las estructuras de bosques en relación a los disturbios más frecuentes, en la zona norte de Honduras y plantear interrogantes y sugerencias sobre el manejo forestal de los mismos. Los disturbios seleccionados por escala y magnitud para el presente estudio fueron huracán, agricultura migratoria y aprovechamiento forestal.

Los objetivos específicos fueron:

Determinar la posible relación de la estructura poblacional con disturbios de huracanes, agricultura migratoria y tala; y sus implicaciones en el manejo forestal de la especie.

Analizar el efecto de las aperturas generadas en el dosel del bosques por el aprovechamiento forestal sobre la regeneración.

Determinar la estructura poblacional de *M. yoroconte* y analizar las posibles implicancias en el manejo de esta especie.

El trabajo se llevo a cabo en sitios afectados en el año 1974 por el Huracán Fifi, parcelas de agricultura migratoria abandonadas entre 1972 y 1980, y sitios de aprovechamiento forestal realizados entre 1990 y 1996.

1.-COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COSTA NORTE DE HONDURAS Y SU RELACIÓN CON LOS PRINCIPALES DISTURBIOS QUE LO AFECTAN.

Autor: Juan José Ferrando
Borrador de artículo

1.1.-RESUMEN

Los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras se encuentran afectados por un serie de disturbios naturales y antrópicos, los cuales de alguna manera determinan su estructura y dinámica. El objetivo del presente trabajo es describir las estructuras de éstos bosques en relación a los disturbios más frecuentes, en la zona norte de Honduras. Los disturbios seleccionados por escala y magnitud para el presente estudio fueron huracán, agricultura migratoria y aprovechamiento forestal

Se caracterizó la composición y la estructura del bosque y su historia de uso. Se trabajo sobre la base del último huracán que afecto la región antes de este estudio (huracán Fifi, 1974) y sobre parcelas de agricultura abandonadas entre los años 1972 y 1980. Debido a la presencia de una especie de relevancia ecológica, por su posible endemismo y escasa regeneración y de alto valor económico como *Magnolia yoroconte*, se analizó la respuesta de la regeneración a la tala de la mencionada especie y se analizaron sitios donde la regeneración de la especie era frecuente.

Se encontraron pocas diferencias en composición entre los rodales no disturbados y disturbados por huracán, las principales diferencias se encuentran en las distribuciones de diámetro. El bosque afectado por agricultura migratoria luego de aproximadamente 20 años de abandono, presentó la mitad del área basal que los rodales no disturbados y los disturbados por huracán y su composición de especies fue diferente de estos dos. *Vochysia cf. jefensis* es la especie de mayor importancia ecológica tanto en los rodales disturbados por huracán como en los no disturbados, presentando cohortes probablemente relacionadas con los disturbios de huracanes. *M. yoroconte* solo presento regeneración en sitios disturbados, pero no en los claros dejados por la tala de individuos de la misma especie. En el bosque no disturbado, si bien es una especie dominante no se encuentran individuos menores a 50 cm Dap

La similitud entre los rodales no disturbados y los disturbados por huracán, nos conducen a la hipótesis de que todo el bosque estudiado fue afectado en algún momento por un huracán. Las diferencias entre los sitios afectados por agricultura migratoria y por huracán son una manifestación de los mecanismos de recuperación puestos en juego después del disturbio.

1.2.-INTRODUCCIÓN

La ecoregión Bosque Húmedo del Atlántico Centroamericano (Dinerstein et al. 1995) se extiende desde Panamá hasta la costa norte de Honduras y posee una superficie de 155,000 km². Respecto al estado de conservación, la misma es considerada "vulnerable" y de importancia a nivel bioregional. Más del 75% de su hábitat se considera perdido y el hábitat remanente se encuentra altamente fragmentado y sometido a una alta tasa de conversión (Dinerstein et al. 1995). Esta situación repercute además, sobre las economías de los países. En el contexto de la ecoregión, estos bosques representan un importante recurso económico para los respectivos países. Por ejemplo, más del 60% de la madera cosechada legalmente en Costa Rica, proviene de estos bosques (Finegan y Camacho, en prensa), en Nicaragua estos bosques representan el principal recurso forestal del país (Alves-Milho, 1996) y en Honduras, el 5% (aprox. 40 mil m³ año⁻¹) de la madera comercializada legalmente proviene también de estos bosques, aunque un alto porcentaje de la madera del bosque húmedo, es comercializada ilegalmente (Mendieta 1993).

La implementación de sistemas de manejo adecuados en los bosques de la ecoregión, podrían contribuir a la resolución de los problemas tanto de conservación como económicos (PDBL1995). El éxito del manejo forestal, dependerá entre otros, de la veracidad de la información acerca de la composición de especies y la dinámica del bosque, de sus estructuras poblacionales, disturbios que lo afectan, productividad de los suelos, interacciones bióticas y la historia del bosque. Sin embargo, la información biofísica de la ecoregión se limita a unos pocos sitios, tales como la isla de Barro Colorado en Panamá (Leigh et al. 1990), La Selva (McDade et al. 1994) y Tirimbina (Finegan 1992, Quiros y Finegan 1994, Camacho y Finegan 1997, Delgado et al. 1997) en Costa Rica, todos ellos ubicados en el centro y sur de la ecoregión.

El presente estudio se llevó a cabo en el extremo norte de la ecoregión, en la costa norte de Honduras. Los bosques de esta zona son de particular interés por sus regímenes de perturbación, tanto natural como antrópico.

Es probable que la mayoría de los bosques de la ecoregión se encuentren afectados por huracanes periódicos, teniendo una mayor frecuencia en Honduras y Nicaragua. Los huracanes son eventos comunes y potencialmente catastróficos para los ecosistemas del Caribe (Tanner et al. 1991). La mayoría de las áreas tropicales fueron afectadas, entre 1886 y 1968, por 30 a 60 huracanes (Alaka, 1976). Honduras ha sido afectada desde el año 1890 por 41 huracanes y 33 tormentas tropicales (Sección de Climatología del Aeropuerto Toncontín, Tegucigalpa, Honduras).

En los últimos años se ha publicado una gran cantidad de literatura científica sobre el impacto de huracanes en bosques tropicales, en especial en la cuenca del Caribe. Sobre el impacto de los huracanes en el neotrópico podemos distinguir trabajos sobre el impacto en las islas del Caribe (Scatena y Larsen 1991, Tanner et al. 1991, Frangi y Lugo 1991, Bellingham 1991, Bellingham et al. 1992, Guzman G y Walker 1991, Walker 1991, Walker et al. 1992, Zimmerman et al. 1994, Walker et al. 1992, Scatena et al. 1993, Reilly 1991,

Brokaw y Walker 1991) y sobre bosques continentales en Yucatán (Whighan *et al.* 1991, Garcia *et al.* 1992) y Nicaragua (Boucher 1989, Boucher *et al.* 1994, Boucher y Mallona 1997, Vandermeer *et al.* 1990, Vandermeer *et al.* 1997, Yih *et al.* 1991) Muchos de estos tratan sobre el daño directo o indirecto a la vegetación. En algunos casos todos los árboles de un modo u otro son dañados, desde defoliación leve hasta arrancados de raíz (Reilly 1991, Bellingham *et al.* 1992, Walker 1991, Brokaw y Walker 1991, Basnet *et al.* 1992, Whighan *et al.* 1991) En general existe consenso en que el daño ocasionado al bosque no es uniforme o se encuentra distribuido en "parches" (Bellingham *et al.* 1992, Zimmerman *et al.* 1994 y Walker *et al.* 1992). Algunos trabajos, relacionan el impacto con factores físicos, como topografía, altitud y exposición (Brokaw y Walker 1991, Boose *et al.* 1994, Tanner *et al.* 1991 y Bellingham *et al.* 1992). Bellingham (1991), Reilly (1991) y Walker (1991) registran mayor daño en las laderas expuestas al huracán, por el contrario Basnet *et al.* (1992) reporta un daño significativamente mayor en los valles que en las laderas o cimas. Por su parte Frangi y Lugo (1991) y Brokaw y Grear (1991), encuentran muy poco daño en los valles donde llevaron a cabo sus estudios. Lo que aparenta ser un patrón general de daño en función de la exposición al huracán, se hace mucho menos evidente a nivel local (Bellingham 1991, Brokaw y Grear 1991), ya que los efectos del huracán en relación a la posición topográfica y a la exposición pueden ser confundidos por efectos del tamaño de los árboles y las especies (Brokaw y Walker 1991), o con las características estructurales de rodal (Foster 1988). Si bien entre los daños registrados, son comunes los fustes quebrados y los árboles arrancados de raíz, la proporción de estos es variable, dentro del mismo evento, entre diferentes posiciones topográficas (Walker *et al.* 1992), diferentes "gremios" de regeneración (Zimmerman *et al.* 1994), encontrando que las especies pioneras o de menor densidad de madera, son significativamente más dañadas (Zimmerman *et al.* 1994, Walker *et al.* 1992).

Reilly (1991), Basnet *et al.* (1992) y Zimmerman *et al.* (1994) encuentran una relación significativa entre el tamaño del árbol (altura y diámetro) y la probabilidad de sufrir algún tipo de daño. Por su parte Bellingham *et al.* (1992) y Walker *et al.* (1992) no encuentran diferencias en este sentido

A pesar del daño provocado por el huracán, los distintos bosques examinados presentaron una baja mortalidad (Frangi y Lugo 1991, Bellingham 1991, Bellingham *et al.* 1992, Walker 1991, Walker *et al.* 1992, Zimmerman *et al.* 1994, Walker *et al.* 1992, Reilly 1991, Brokaw y Walker 1991, García *et al.* 1992, Boucher 1989, Vandermeer *et al.* 1990, Yih *et al.* 1991) y aunque pocos sitios tenían registros previos al huracán, en éstos, la mortalidad post-huracán fue superior (Whighan *et al.* 1991, Burslem y Whitmore 1996). Walker (1995) señala que existen diferencias metodológicas y temporales, como para poder hacer comparaciones válidas de los valores de mortalidad citados para diferentes sitios. Burslem y Whitmore, 1996, Walker (1995), Everham y Brokaw (1996), reportan que el efecto del huracán sobre la tasa de mortalidad se mantuvo por varios años. El disturbio del huracán afecta la dinámica de los bosques (Whitmore 1975 y 1989, You y Petty

usufructo las organizaciones comunales que extraen madera del bosque, existe aproximadamente 10,000 ha de terrenos agrícolas abandonados o en barbecho (COHDEFOR, 1997).

La superficie bajo aprovechamiento forestal en los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras, a cargo de organizaciones comunales y apoyado por Instituciones locales, alcanza a 25,000 ha (1% de la superficie total de bosque latifoliado). Aunque se están introduciendo reformas, actualmente los planes se basan en regulación por áreas (discontinuas) y en un diámetro mínimo de corta (50 cm) general para todas las especies.

Dentro de las especies que aparecen en los bosques de la zona norte de Honduras, se ha prestado especial atención a *Magnolia yoroconte*, una de las especies de mayor valor económico en estos bosques, sujeta al aprovechamiento forestal, y de la cual no existe prácticamente literatura científica acerca de su ecología. Es probable que esta especie sea endémica de Honduras. Las poblaciones del Norte de Guatemala, las Montañas Mayas, Belice, Chiapas, Los Tuxtlas y Veracruz, son tentativamente referidas a *M. aff. yoroconte* (Vázquez-G, 1994).

El objetivo del presente trabajo es describir las estructuras de bosques en relación a los disturbios más frecuentes, en la zona norte de Honduras. Los disturbios seleccionados por escala y magnitud para el presente estudio fueron huracán, agricultura migratoria y aprovechamiento forestal.

El trabajo se llevo a cabo en sitios afectados en el año 1974 por el Huracán Fifi, parcelas de agricultura migratoria abandonadas entre 1972 y 1980, y sitios de aprovechamiento forestal realizados entre 1990 y 1996.

1.3.-MATERIALES Y MÉTODOS

1.3.1.-Descripción del área de estudio

El estudio se llevo a cabo en el departamento Atlántida, costa norte de Honduras (15°N y 86°W) en los bosques latifoliados ubicados sobre la cordillera Nombre de Dios, extremo norte de la ecoregión Bosque Humedo del Atlántico Centroamericano (Dinerstein et al. 1995). Los sitios de estudio se ubican dentro de las Areas de Manejo Integral (AMI) Toncontín y El Urraco ubicadas a aproximadamente 30 km al sur de la ciudad costera de La Ceiba. El área de estudio corresponde según la clasificación de zonas de vida de Holdridge a Bosque muy humedo Sub-tropical (bmh-S) (Rodríguez, 1992). El paisaje de cordillera posee relieves medios y altos en las secciones inferiores y relieves abruptos con pendientes superiores al 40 % en la parte alta (Rodríguez, 1992). La región se caracteriza por tener un clima cálido y húmedo con invierno lluvioso, con precipitaciones medias anuales de 3,000 mm anuales, con un mínimo de precipitación anual de 1,518 mm en 1963 y un máximo en 1996 de 4,269.5 mm (Sección de Climatología del Aeropuerto Toncontín, Tegucigalpa, Honduras).

Honduras ha sido afectada desde el año 1890 por 41 huracanes y por 33 tormentas tropicales (Cuadro 1), y la costa Atlántica en particular recibió el embate de 15 huracanes y tormentas tropicales entre 1951 y 1993.

Década	ciclones tropicales	Tormentas tropicales	Huracanes
1870*	3		
1880*	3		
1890		3	4
1900		3	1
1910		0	6
1920		4	5
1930		10	3
1940		4	4
1950		2	3
1960		2	5
1970		1	6
1980		4	4
Total	6	33	41

Cuadro 1 : distribución por décadas de los ciclones tropicales que han afectado a Honduras entre 1870 y 1989 Fuente : Sección de Climatología del Aeropuerto Toncontín, Tegucigalpa, Honduras

* ciclones tropicales = evento que no es posible diferenciarlo (por falta de información) entre tormentas o huracanes

La mayor frecuencia de huracanes se presenta entre los meses de septiembre y noviembre. Los huracanes frecuentemente generan vientos en dirección norte-sur-norte, impactando fuertemente con la cordillera Nombre de Dios, la cual se desarrolla de este a oeste (Sección de Climatología del Aeropuerto Toncontín, Tegucigalpa, Honduras).

El trabajo se llevo a cabo en sitios afectados por el Huracán Fifi último huracán en la zona antes del presente estudio. El Huracán Fifi , calificado categoria 2 en la escala de 1 a 5 de Saffir-Simpson, con un presión de 977

1991, Burslem y Whitmore 1996, Boucher *et al.* 1994, Boucher y Mallona 1997, Vandermeer *et al.* 1990 y Vandermeer *et al.* 1997), provocando un aumento de las tasa de mortalidad, reclutamiento y crecimiento.

El medio de recuperación de los árboles luego de un huracán, es tan variable como el daño entre especies (Walker, 1991) y puede ser más importante para la supervivencia que la resistencia al daño (Putz y Brokaw, 1989; Boucher *et al.* 1990). Walker *et al.* 1992, sugieren que las diferentes habilidades de las especies para recuperarse en sitios disturbados puede ser más importante en determinar la estructura de las comunidades post-huracanes en Puerto Rico, que su habilidad para sobrevivir al impacto inmediato del huracán. Putz y Brokaw (1989), Boucher (1989), Yih *et al.* (1991) y Bellingham *et al.* (1994), coinciden en señalar al rebrote como uno de los mecanismos más significativos en la recuperación del bosque al ser disturbado por un huracán. Este mecanismo podría conducir a cambios en la estructura florística de la comunidad debido diferencias en la capacidad de rebrotar entre especies, básicamente entre pioneras y no-pioneras (Bellingham, 1991, Bellingham *et al.* 1992 y 1994, Walker *et al.* 1992, Lugo *et al.* 1983, Boucher 1990 y Whighan *et al.* 1991). Wyatt-Smith (1954) y Everham y Brokaw (1996), coinciden que esta diferencia en la capacidad de rebrotar, altera los patrones de dominancia de especies del bosque perturbado.

El Huracán juega un papel importante en favorecer la liberación de regeneración avanzada de especies del bosque primario (You y Petty 1991), pero el grueso manto de hojarasca que se deposita en el piso del bosque, restringe, en forma mecánica y biológica la germinación de especies, fundamentalmente de aquellas que poseen pocas reservas en sus semillas, como las pioneras (Guzmán y Walker 1991, Yih *et al.* 1991). Whighan *et al.* (1991) encontraron que muy pocas especies pioneras invadieron las áreas disturbadas en Yucatán, después del Huracán Gilbert

En cuanto a los disturbios antrópicos, los más frecuentes en la zona norte de Honduras son la agricultura migratoria y el aprovechamiento forestal. Según un informe del PDBL (1995), el bosque latifoliado de Honduras, que ocupa 2,3 millones de ha. Con una tasa de deforestación de 65,000 ha.año⁻¹ (Mendieta 1993) (3 % del total del bosque latifoliado del país), estos bosques corren riesgo de desaparecer en un periodo de tiempo relativamente corto. El desplazamiento de un sitio deforestado, para agricultura o ganadería, a otro se produce cada 2 ó 3 años, ó en algunos casos cuando se agota la productividad de estos (Peralta, 1994) Solamente en la región Atlántida, en la costa norte de Honduras, de las 675,000 ha de bosque latifoliado, 200,000 se encuentran forestalmente empobrecidas por sobre explotación (Mendieta, 1993)

La intensificación de la agricultura migratoria en la zona norte de Honduras, se ha acentuado, en los últimos diez años, debido a la fuerte inmigración de la población de las zonas sur y oeste, buscando tierras vírgenes para realizar actividades agrícolas de subsistencia (PDBL, 1995) Actualmente solo en las tierras que hacen

mb y vientos sostenidos de 170 km por hora, impactó contra la costa norte de Honduras el 9 de setiembre de 1974.

Según Rosales y Sánchez (1990) los suelos de los AMIs Toncontin y El Urraco corresponden a la serie de suelos Yaruca (Tropohumults). Estos en general, son bien drenados, de fertilidad moderada a baja, poco profundos a moderadamente profundos formados a partir de rocas volcánicas y metamórficas, poseen textura Franco arcillo-limoso y un pH que oscila entre 5,5 y 7,0.

Los disturbios seleccionados por escala y magnitud para el presente estudio fueron, huracán, agricultura migratoria y aprovechamiento forestal.

Los sitios de muestro de rodales con evidencias claras de haber sido disturbados por huracán(en adelante, huracán), al igual que los rodales con evidencias de no haber sido disturbados (en adelante, no disturbados) se seleccionaron a través de fotografías aéreas tomadas en la zona entre los años 1977-79. A través de la textura del dosel del bosque, en la fotografía, se determinaron los sitios que tenían un dosel heterogéneo, considerándolos como sitios disturbados. Mediante visitas a los sitios y entrevistas a pobladores locales, se corroboró la historia de los mismos. Esto restringió el muestreo a las áreas conocidas por los pobladores. Se tuvo especial cuidado de que los sitios elegidos no hayan sufrido otro tipo de disturbios, como aprovechamiento forestal.

Para el caso de los sitios afectados por agricultura migratoria (guamiles), si bien la abundancia en la zona es vasta, son pocos los que tienen más de 8 años de abandono. La dinámica de uso de estos sitios no hizo posible la selección en base a fotografías aéreas. Se seleccionaron en base a su historia de uso, prefiriendo aquellos que tuvieran una historia similar, que se encontraban en un mismo rango altitudinal que las parcelas seleccionadas en bosque no disturbado y huracán (600-800msnm), y que hubiesen sido abandonados, para fines de comparación, en la misma época en que paso el último huracán (aproximadamente 20 o más años). Los sitios seleccionados habían sido desmontados y quemados para preparar el terreno para la agricultura, pero nunca llegaron a ser cultivados.

Para el aprovechamiento forestal, se seleccionaron las áreas de corte El Tope, Los Encuentros (bosque comunal Toncontin) y Violines y Reconco (bosque comunal El Urraco) con un rango de 2 a 8 años de haber sido realizada la corta. En este caso, a diferencia de rodales no disturbados, disturbados por huracán y guamiles, solo se midieron los individuos < 10 cm Dap con la metodología propuesta por Saénz y Finegan (1998) (ver abajo).

A fin de caracterizar la composición y estructura de los rodales no disturbados, disturbados por huracán y guamiles, fueron instaladas un total de 11 parcelas de 0.25 ha (50 x 50 m) distribuidas una por sitio en: a) 4 sitios con evidencias suficientes de haber sido afectados en forma drástica por el huracán Fifi; b) 4 sitios sin evidencia de impacto drástico por el mencionado huracán; c) 3 sitios donde se práctico agricultura migratoria,

con 18, 20 y 26 años de abandono. Adicionalmente, se muestreo la regeneración en las inmediaciones de 59 tocones producto de la tala de árboles ≥ 50 cm de Dap de *Magnolia yoroconte* en cuatro sitios, Los Encuentros (n=16), El Tope (n=14) y Violines (n=15) y Reconco (n=14). Las parcelas y categorías de regeneración utilizadas en este muestreo fueron similares a las utilizadas en la regeneración de los demás sitios de muestreo. La parcela fue instalada bajo el lugar en se estimó estaba la copa del árbol talado. En algunos casos el claro dejado por el árbol talado parecía haber sido cubierto por la expansión lateral de la copas de los árboles maduros remanentes. En cada tocón se tomó información del ambiente (exposición, posición, pendiente, fase de bosque, iluminación, años desde la corta).

Con el objeto de poder realizar una caracterización cuantitativa de la estructura del bosque de los sitios de estudio, se midieron en las parcelas de muestreo todos los individuos de todas las especies arbóreas, ≥ 10 cm de DAP. Se registró el DAP, especie, tomando en cuenta si los árboles se encontraban vivos o muertos en pie. También se estimó en los individuos ≥ 30 cm Dap, estado de la copa (sana, despuntada, ramas secas) con el objeto de identificar posible daño por viento. Las especies se identificaron en el campo por sus nombres comunes, mediante la ayuda de pobladores con experiencia. Se obtuvieron muestras botánicas de las especies más frecuentes, que se acondicionaron para su posterior identificación.

Con el objeto de facilitar el muestro de la regeneración de todos los individuos reconocidos como especies arbóreas, cada parcela de 0.25 ha fue subdividida en 25 sub-unidades de 0.01 ha (10x10 m). La regeneración se evaluó en tres categorías de tamaño, siguiendo la propuesta de Sáenz y Finegan (1996) (Cuadro 2; Figura 1), en 13 de las 25 sub-unidades de muestreo, seleccionadas aleatoriamente, por parcela de 0.25 ha.

Categoría	Tamaño del individuo	Tamaño de parcela
Brinzal	0.3 a 1.5 m	4 m ² (2x2m)
latizal bajo	1.5 m a 4.9 cm de DAP	25 m ² (5x5m)
latizal alto	5 cm a 9.9 cm de DAP	100 m ² (10x10m)

Cuadro 2: categorías de tamaño de regeneración

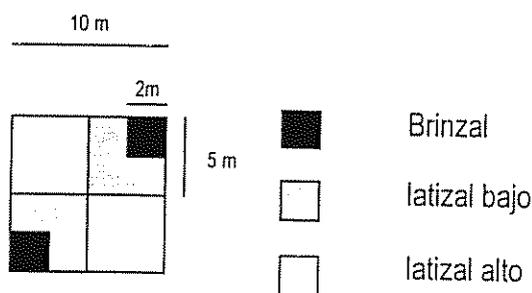


Figura 1: esquema de parcelas de muestro de regeneración

En cada sub-unidad seleccionada para el muestro de regeneración se determino la posición clasificada en fondo de valle, ladera y cima; la fase de bosque (Clark y Clark, 1992) e iluminación promedio de la sub-unidad (adaptado de Clark y Clark, 1992) Los resultados pueden verse en le Cuadro 3.

	UBICACIÓN			FASE DE BOSQUE ⁽¹⁾			ILUMINACIÓN ⁽²⁾					AÑOS DESDE LA CORTA				
	cima	ladera	Valle	1	2	3	1	2	3	4	5	2	3	4	6	8
Aprovechado	5	47	7	14	20	25	0	1	26	29	3	13	12	17	6	11
Guamil	0	38	1	2	37	0	0	0	18	19	2					
Huracán	12	40	0	1	14	37	2	21	17	12	0					
No disturbado	7	39	6	3	13	35	2	19	22	8	1					
Total	24	164	14	19	84	99	4	41	83	68	6	13	12	17	6	11

Cuadro 3: Número de parcelas de regeneración en relación a las características biofísicas

⁽¹⁾ 1= claro; 2 = reconstrucción; 3 = maduro

⁽²⁾ 1 = solamente luz indirecta; 2 = mediana luz oblicua o lateral; 3 = luz oblicua o lateral; 4 = alguna luz directa vertical; 5 = completamente expuesta a la luz

El área total muestreada por categoría de tamaño se puede ver en el cuadro 4.

	No disturbado	huracán	guamil	aprovechado
Fustales (≥ 10 cm Dap)	1 ha	1 ha	0 75 ha	-
Latizal alto (5-10 cm Dap)	0 52 ha	0 52 ha	0 39 ha	0 59 ha
Latizal bajo (1 5 m de altura - 5 cm Dap)	0 26 ha	0 26 ha	0 195 ha	0 295 ha
Brinzal (30 cm- 1 5 m de altura)	0 0416 ha	0 0416 ha	0 0312 ha	0 0472 ha

Cuadro 4: Area total muestreada por sitio y categoría de tamaño

Adicionalmente y dada la importancia económica de *Magnolia yoroconte* y la falta de información acerca de la misma, se muestrearon 5 sitios con presencia de regeneración de ésta especie, con superficies estimadas, a través de transectos paralelos que recorrieron los sitios de extremo a extremo, de 0.2, 0.45, 0.7, 0.7 y 1.2 ha. En estos se establecieron 66 puntos de muestreo mediante el método de los cuartos centrados (Cottam y Curtis, 1956). Se tomó la categoría de regeneración y las características de la vegetación. De estos puntos, 8 cayeron en bosque maduro, 21 en bosque joven, 10 en transición entre bosque joven-guamil y 27 en guamil. Excepto el sitio de 0.2 ha todos los demás tenían como límite áreas completamente deforestadas, cubierta por vegetación herbácea, dentro de la cual no se encontró regeneración de *Magnolia yoroconte*. Si bien las áreas muestreo de regeneración de *M. yoroconte*, tenían las características de un bosque secundario, ninguno de los pobladores entrevistados los reconoció como parcelas de agricultura abandonadas, sus características son las de bosques secundarios originados por algún disturbio severo.

1.3.2.-Análisis de los datos

Para los individuos ≥ 10 cm Dap, los resultados se expresaron como distribuciones diamétricas por tipo de vegetación, no disturbada, huracán y guamil. Se utilizaron clases diamétricas de 10 cm de amplitud. Se expresó el valor de la abundancias promedio de cada clase y su respectivo intervalo de confianza a un nivel de probabilidad del 95%.

Para los tres tipos de vegetación, se expresó el número de familias presentes en todas las repeticiones, el valor promedio, su intervalo de confianza (95%) y el número de individuos totales por familia y por tipo de vegetación. En bosque no disturbado y huracán se determinó el porcentaje de árboles ≥ 30 cm Dap, sanos, dañado y quebrados.

Se calculó también, el Índice de Valor de Importancia (IVI) propuesto por Curtis y McIntosh (1950) para cada espécimen, por tratamiento y por tipo de vegetación. Se compararon las especies y/o familias (cuando no se logró mayor identificación) de mayor importancia ecológica. Se seleccionaron 20 especies (Cuadro 5) a partir de (a) su confiable identificación taxonómica (identificaciones confirmadas por ser especies reconocidas en la zona o a través de consulta a expertos); b) su importancia ecológica (estimada a través del IVI) y c) su valor comercial.

Nombre Científico	Nombre común	FAMILIA	IVI% ¹	Valor comercial
<i>Sloanea</i> sp	Achotillo	Elaeocarpaceae	6 (nd)	4
<i>Quercus skinneri</i>	Bellota	Fagaceae	4 (h)	4
<i>Gordonia brandegeei</i>	Coloradito	Theaceae	6 (h)	4
<i>Terminalia amazonia</i>	Cumbillo	Combretaceae	3 (nd), 8 (h)	2
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Moraceae	3 (g)	-
<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	Huesito	Flacourtiaceae	18 (nd)	2
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Rubiaceae	2 (nd), 9 (h)	4
<i>Billia hippocastanum</i>	Manchado	Hippocastanaceae	7 (h)	4
<i>Calophyllum brasiliense</i>	María	Guttiferaeae	14 (h)	2
<i>Brosimum alicastrum</i>	Masica	Moraceae	4 (nd), 5 (h)	4
<i>Dialium guianense</i>	Paleta	Caesalpinaceae	15 (nd)	4
<i>Tapirira guianensis</i>	Piojo	Anacardiaceae	23 (nd)	3
<i>Magnolia yoroconte</i>	Redondo	Magnoliaceae	7 (nd), 12 (h)	1
<i>Hieronyma alchomeoides</i>	Rosita	Euphorbiaceae	26 (h)	2
<i>Ilex tectonica</i>	San Juan areno	Aquifoliaceae	26 (nd)	3
<i>Vochysia cf. jefensis</i>	San Juan colorado	Vochysiaceae	1 (h), 1 (nd)	3
<i>Virola koschnyii</i>	Sangre	Myristicaceae	13 (h)	4
<i>Alchomea latifolia</i>	Tapatamal	Euphorbiaceae	1 (g)	-
<i>Symphonia globulifera</i>	Varillo	Guttiferaeae	8 (nd), 10 (h)	2
<i>Pachira acualica</i>	Zapotón	Bombacaceae	29 (h)	-

Cuadro 5: Especies seleccionadas ¹ Posición en el ranking de IVI, nd= en sitio no disturbado, h = en huracán, g= guamil.

Valor comercial = 1 a 4 (de mayor a menor valor), (-)sin valor comercial fuente: COATLAHL (Cooperativa Agroforestal Atlántida Colón Ltda)

Con el fin de interpretar la estructura poblacional de las especies seleccionados, se construyeron distribuciones de tamaño con el total de individuos ≥ 10 cm Dap.

Para el bosque aprovechado se determino la abundancia de regeneración para cada categoría y se las comparo con la abundancia de regeneración del bosque no disturbado, huracán y guamil. También se analizó la distribución de la abundancia por categoría de regeneración de las especies seleccionadas. Adicionalmente se analizó la abundancia de regeneración por categoría de tamaño en función de los años transcurridos desde la tala del árbol, a fin de ver si existe una relación entre la abundancia y los años transcurridos. Se comparó esto con los niveles de abundancia de las mismas categorías en bosque no disturbado. Todos estos resultados se expresaron como valores promedios de las repeticiones y sus correspondientes intervalos de confianza a un nivel de probabilidad del 95%

Con la información obtenida en los sitios con regeneración de *M. yoroconte*, se realizaron comparaciones entre medias de la abundancia por tipo de bosque y en las que hubo suficiente información se realizaron comparaciones por tipo de bosque y posición topográfica. Previo a realizar las comparaciones entre medias de abundancia de *M. yoroconte*, por tipo de vegetación, se analizó la estructura de los residuos de los datos a fin de probar si los datos se distribuían normalmente (procedimiento SAS, PROC UNIVARIET) y si sus varianzas eran homogéneas (procedimiento SAS, PROC DISCRIM).

Con el fin de reforzar la información de la especie se recurrió a inventarios forestales realizados en la zona de estudio (COHDEFOR, 1996).

1.4.-RESULTADOS

1.4.1.-Descripción general de estructura y composición del Bosque

De las aproximadamente 3500 ha relevadas a través de la fotointerpretación, se desprende que entre 3 y 5 años después del huracán, un 42% de la superficie estaba afectada por la agricultura migratoria (en cultivo, en descanso o abandonadas), 30% mostraba signos evidentes de haber sido disturbada (huracán y/o aprovechamiento forestal) y 28% aparentaba ser bosque no disturbado

Para la categoría de fustales (≥ 10 cm de DAP) los tipos de vegetación que presentaron la mayor abundancia (Figura 2a) fueron huracán con 181 ind parcela⁻¹ y guamil con 177 ind parcela⁻¹, y no disturbado con 132 ind parcela⁻¹. El área basal fue el doble en no disturbado y huracán que en guamil (45, 40 y 21.2 m² ha⁻¹ respectivamente).

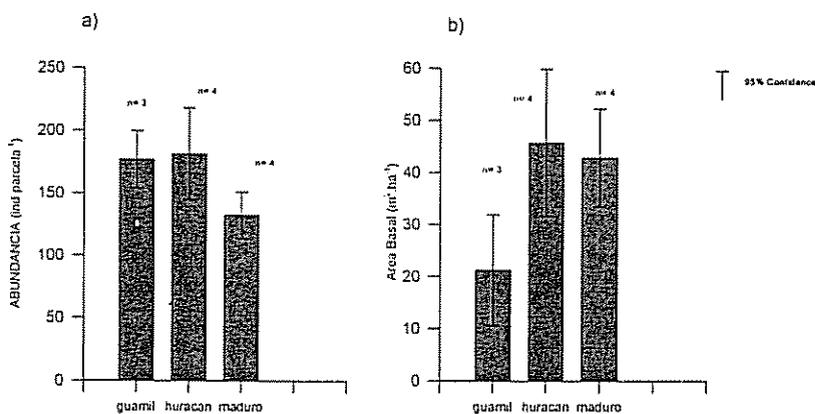


Figura 2: a) Abundancia promedio por tipo de vegetación en ind parcela⁻¹ (intervalo de confianza 95%) parcela = 0.25 ha (50x50m)
b) Área basal promedio por tipo de vegetación en ind ha⁻¹ (intervalo de confianza 95%)

En las dos primeras clases de Dap, guamil acumuló el 75% del área basal (16 m² ha⁻¹) se acumuló en, huracán el 33% (15 m² ha⁻¹) y no disturbado el 26% (11 m² ha⁻¹). No existen prácticamente diferencias en el estado de los fustes ≥ 30 cm de Dap, en cambio, el 55% de los individuos ≥ 50 cm de Dap en huracán mostraron daños en el fuste (5% estaban quebrados), en tanto que en el bosque no disturbado solo el 27% de los individuos ≥ 50 cm de Dap mostró daños (7% quebrados).

Un total de 34 familias fueron identificadas en las 11 parcelas de 50x50m, encontrando un total de 33 familias en huracán, 33 en no disturbado y 26 en guamil. Las familias identificadas con mayor número de individuos

≥10 cm de DAP fueron Rubiaceae en bosque no disturbado, Lauraceae en huracán y Euphorbiaceae en guamil (Cuadro 6).

No disturbado	N	0	SD	huracán	N	0	SD	Guamil	N	0	SD
Rubiaceae	49	12.2	4.57	Lauraceae	89	22.3	12.2	Euphorbiaceae	122	29.8	23.3
Palmaceae	46	11.5	10.3	Vochysiaceae	78	19.5	17.2	Moraceae	78	18.8	13.9
Vochysiaceae	41	10.2	6.6	Palmaceae	76	19.0	13.4	Ulmaceae	59	14.0	14.8
Lauraceae	36	9.0	9.1	Moraceae	52	13.0	6.5	Melastomataceae	53	12.5	13.9
Moraceae	36	9.0	5.2	Rubiaceae	36	9.0	4.2	Poligonaceae	50	11.8	18.6
Anacardiaceae	34	8.5	9.3	Fagaceae	30	7.5	6.5	Rubiaceae	18	3.8	6.2
Meliaceae	27	6.75	5.3	Hippocastanaceae	23	5.8	4.2	Lauraceae	14	2.8	3.6
Guttiferaceae	21	5.25	2.9	Guttiferaceae	22	5.5	3.1	Vochysiaceae	14	2.8	4.3
Elaeocarpaceae	16	4.0	2.5	Meliaceae	20	5.0	3.3	Styracaceae	13	2.5	3.8
Poligonaceae	15	3.75	5.2	Elaeocarpaceae	19	4.8	1.9	Anacardiaceae	10	1.8	2.4

Cuadro 6: Abundancia de las 10 familias identificadas más abundantes por tipo de vegetación (individuos mayores a 10 cm DAP).

N = número total de individuos en cada tipo de vegetación; 0 = media; SD = desviación estándar. No disturbado n=4; huracán n=4; guamil n=3

El Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de vegetación, presentó a *Vochysia cf. jefensis* como la especie de mayor importancia en no disturbado y huracán (10.9 y 12.2 % respectivamente) (Cuadro 7a y 7b), siendo además, en estos dos tipos de vegetación la especie de mayor abundancia, dominancia y frecuencia relativa. En no disturbado, *V. cf. jefensis* fue seguida por *Genipa americana* y *Terminalia amazonia* (Cuadro 7a). En huracán, *V. cf. jefensis* fue acompañada por *Euterpe precatoria* y *Quercus skinneri* (Cuadro 7b), sumando estas tres especies el 25% del IVI. *V. cf. jefensis*, *G. americana*, *T. amazonia*, *E. precatoria*, *Brosimum alicastrum* y *Sloanea sp.* aparecen entre las 10 especies de mayor IVI tanto en no disturbado como en huracán. *Alchornea latifolia* y *Trema micrantha* comparten prácticamente la mayor importancia en guamil, seguidas por *Cecropia peltata* (Cuadro 7c). Las 10 especies de mayor valor de importancia en no disturbado, huracán y guamil constituyeron respectivamente el 41, 45 y 74%, del IVI total para todas las especies (Cuadro 7a,b,c).

a)					b)					c)				
No disturbado	I	G	F	IVI %	Huracán	I	G	F	IVI %	guamil	I	G	F	IVI %
<i>Vochysia cf. jefensis</i>	7.5	18.2	6.9	10.9	<i>Vochysia cf. jefensis</i>	11.3	17.5	7.9	12.2	<i>Alchornea latifolia</i>	19.9	14.7	14.0	16.2
<i>Genipa americana</i>	6.2	2.3	5.8	4.8	<i>Euterpe precatoria</i>	8.9	5.9	6.7	7.2	<i>Trema micrantha</i>	15.2	19.6	13.2	16.0
<i>Terminalia amazonia</i>	1.8	9.6	1.9	4.5	<i>Quercus skinneri</i>	7.7	2.3	5.2	5.0	<i>Cecropia peltata</i>	12.3	11.4	12.0	11.9
<i>Brosimum alicastrum</i>	4.0	4.8	3.9	4.2	<i>Brosimum alicastrum</i>	4.0	3.1	3.8	3.6	Melastomataceas	9.5	4.7	8.7	7.6
Palma	5.5	1.2	4.5	3.7	<i>Gordonia brandegeei</i>	3.8	2.5	3.8	3.4	<i>Coccoloba spp</i>	7.9	4.9	7.3	6.7
<i>Stonea sp</i>	3.1	2.0	3.7	2.9	<i>Billia hippocastanum</i>	2.4	4.8	2.4	3.2	vaso de chancho	6.9	5.1	6.2	6.0
<i>Magnolia yoroconte</i>	0.7	5.9	0.9	2.5	<i>Terminalia amazonia</i>	3.1	2.0	3.4	2.8	<i>Terminalia amazonia</i>	0.4	9.0	0.6	3.3
<i>Symphonia globulifera</i>	1.7	4.0	1.7	2.5	<i>Genipa americana</i>	0.9	6.0	1.2	2.7	guacimo	2.5	1.2	3.4	2.3
<i>Euterpe precatoria</i>	3.5	0.8	3.2	2.5	<i>Symphonia globulifera</i>	3.0	1.7	3.1	2.6	<i>Gordonia brandegeei</i>	0.9	4.2	1.1	2.1
Lauraceae	3.1	1.5	3.0	2.5	<i>Stonea sp</i>	1.9	3.3	2.2	2.5	vara blanca	2	1.8	2	2.1
Subtotal (10 especies)				41.0	subtotal (10 especies)				45.2	subtotal (10 especies)				74.2
Otras (71)				59.0	Otras (76)				54.8	Otras (38)				25.8
Total (81 entidades)				100	Total (86 entidades)				100	Total (48 entidades)				100

Cuadro 7a,b,c: Índice de valor de Importancia por tipo de bosque (DAP \geq 10 cm). a) bosque no disturbado; b) huracán; c) guamil
I = abundancia relativa (%); G = área basal relativa (%); F = frecuencia relativa (%)

Al analizar el IVI en %, en cada tipo de vegetación, por repetición, se observó una mayor variabilidad entre las repeticiones de bosque no disturbado, aunque especies como *V. cf. jefensis* aparecieron entre las 3 más importantes en 3 de las 4 repeticiones. Esta situación fue aún más marcada en las repeticiones de huracán, siendo *V. cf. jefensis* una de las 2 especies de mayor IVI % en todas las repeticiones. En no disturbado, *T. amazonia* y *G. americana*, estuvieron presentes entre las 10 especies más importantes en 3 de las 4 repeticiones. *E. precatoria*, la segunda especie en importancia en huracán (Cuadro 7b), fue solo entre las 10 más importantes en dos de las 4 repeticiones de huracán.

En el guamil las 3 especies de mayor importancia (*A. latifolia*, *T. micrantha* y *C. peltata*), aparecen entre las primeras 4 especies más importantes en cada repetición.

Con respecto a las distribuciones por clase de diámetro, encontramos que solo el bosque no disturbado mostró una distribución de "J" invertida (Figura 3a), con una disminución progresiva hacia las clases mayores, siendo mayor la abundancia en clases menores en estos tipos de bosque. El bosque no disturbado, además, muestra un pico de abundancia en la clase de 60-70 cm de Dap (Figura 3b). Huracán y guamil (Figura 3a) muestran una distribución con forma de montículo, con un pico de abundancia en la clase de 10-20 cm de Dap y, además, huracán presentó otro, de menor abundancia, en las clases de 30 a 50 cm de Dap. En el bosque no disturbado, se puede apreciar, con respecto a los otros tipos de bosque, una mayor abundancia de individuos en las clases mayores (Figura 3b).

La presencia de árboles mayores a 70 cm de DAP en guamil, corresponde a árboles remanentes que no fueron cortados durante el desmonte.

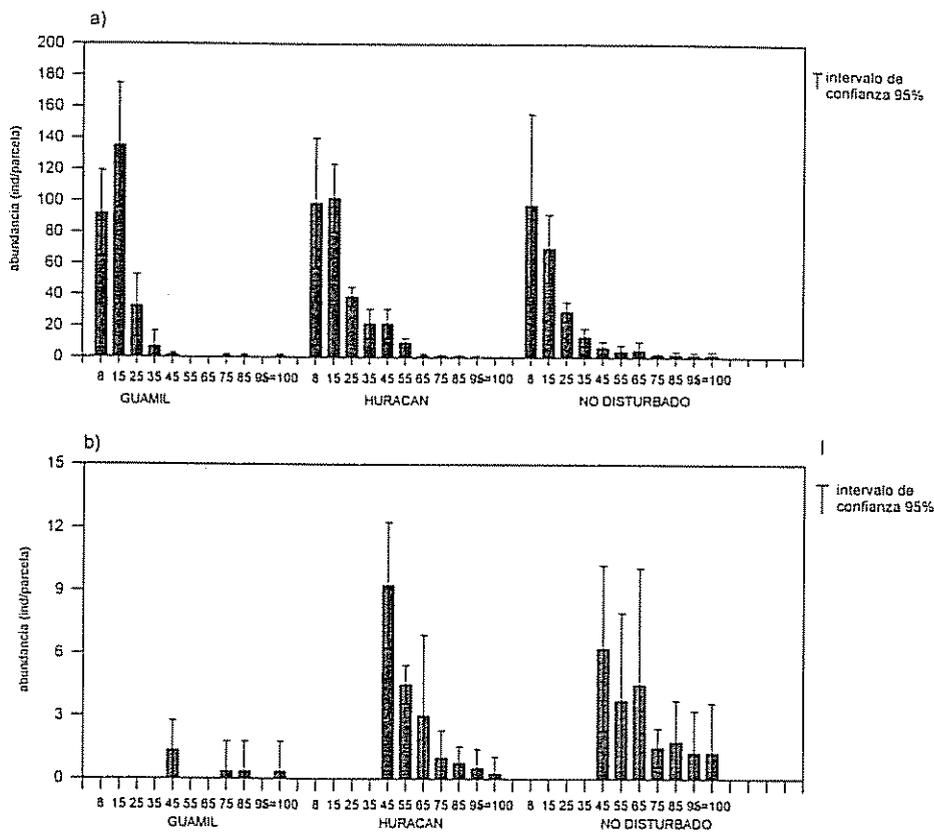


Figura 3a y 3b : Distribuciones por clase de DAP por tipo de vegetación, valores medios por clase diamétrica e intervalo de confianza al 95%, intervalo de clase 10 cm
 No de repeticiones: guamil, n= 3; huracán, n= 4; no disturbado, n= 4
 Tamaño de Parcelas = 0.25 ha (50x50m)
 a) a partir de 5 cm de Dap; b) a partir de 40 cm de Dap

La prueba de Π^2 realizado sobre las distribuciones diamétricas agrupadas, arrojó diferencias significativas entre no disturbado y huracán, para los agrupamientos de clases en números absolutos ($\Pi^2_{calc}=24.27$; $n = 2$), siendo responsable de estas diferencias el grupo 1 (clases de 10-20 y 20- 30), grupo que podemos asumir, tuvo alta tasa de reclutamiento producto del disturbio (Cuadro 8a). La misma prueba realizada entre huracán y el valor esperado con base en las proporciones de no disturbado, no arrojó diferencias significativas ($\Pi^2_{calc} = 3.54$; $n = 2$), pero las mayores diferencias se apreciaron el grupo 3 (≥ 50 cm DAP) (Cuadro 8b).

a)	grupo 1	grupo 2	grupo 3	total	Π^2_{calc}	$\Pi^2_{tabla.05}$
No disturbado (o)	100 (76%)	19 (14%)	13 (10%)	132 (100%)	24.27	5.99
Huracán (e)	140 (77%)	31 (17%)	10 (6%)	181 (100%)		

b)	grupo 1	grupo 2	grupo 3	total	Π^2_{calc}	$\Pi^2_{tabla.05}$
Huracán (o)	140	31	10	181 (100%)	3.54	5.99
Huracán (e)	138 (76%)	25 (14%)	18 (10%)	181 (100%)		

Cuadro 8: Prueba de Π^2 para las distribuciones diamétricas de bosque no disturbado y huracán a) números absolutos; b) números relativos (o) observados; (e) esperados
grupo 1: clases de DAP de 10 -20 y 20 -30; grupo 2: clase de DAP de 30-40 y 40-50; grupo 3: clases de DAP \geq 50 cm

La regeneración mostró en general rangos de abundancia similares dentro de cada uno de los tipos de vegetación (incluyendo al bosque aprovechado) (Figura 4). Las mayores diferencias se observaron en la categoría brinzal (de 30 cm a 1.5 m de altura)

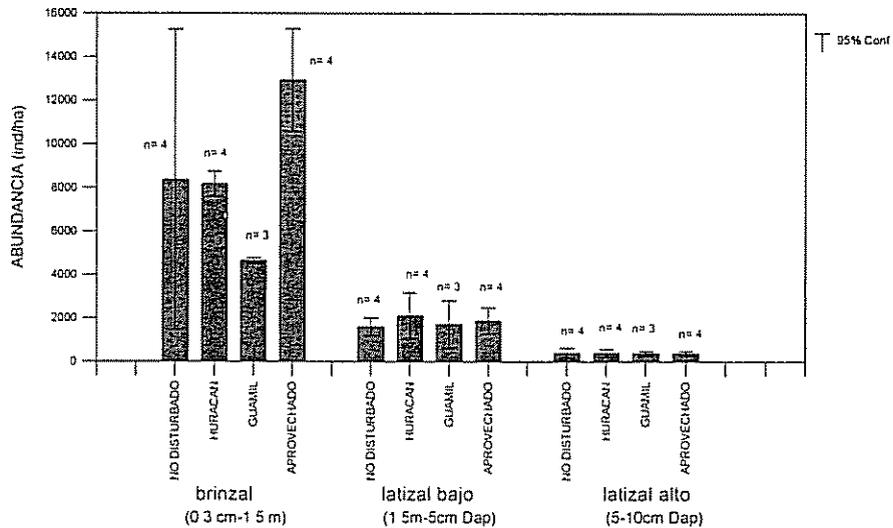


Figura 4: Abundancia promedio por categoría de regeneración ($ind\ ha^{-1}$) para los distintos tipos de bosque, con intervalo de confianza la 95%

Para esta categoría guamil presentó la menor abundancia. Para las categorías latizal alto (de 5 a 10 cm DAP) el rango de variación de la abundancia promedio, es relativamente estrecho y algo mayor para la categoría latizal bajo (de 5 cm DAP a 1.5 m de altura) (Figuras 4). Dentro de un mismo tipo de vegetación, la mayor variación en abundancia de regeneración, se observó en bosque no disturbado, en las categorías brinzal y latizal alto (Figura 4). Por otro lado, la categoría latizal alto, fue la que a excepción de bosque no disturbado, presentó la menor variación dentro de cada tipo de bosque (Figura 4)

En cuanto a la regeneración en los claros dejado por la tala de árboles de *Magnolia yoroconte*, para la categoría brinzal la abundancia de la regeneración fue mayor que en los demás sitios, encontrándose dentro del mismo rango que los otros tipos de vegetación para las restantes categorías (Figuras 4).

Al confrontar los años desde la producción del claro por tala y la abundancia encontramos, en las categorías latizal bajo una marcada tendencia a aumentar la abundancia a medida que aumentan los años (Figura 5b), en la categoría latizal alto, esta tendencia no es tan marcada (Figura 5c).

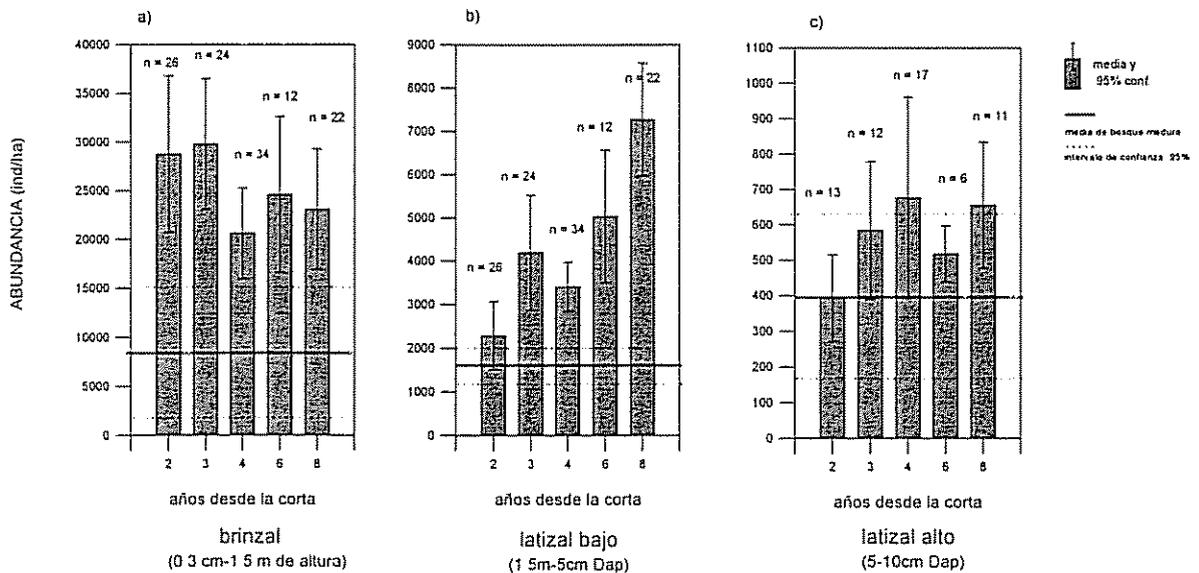


Figura 5 a, b y c : Relación entre los años transcurridos desde la corta de un individuo maduro de *Magnolia yoroconte* y la abundancia de regeneración en ind ha-1

Por otro parte, al comparar la abundancia de regeneración por categoría y por cantidad de años desde la corta, con el valor de abundancia de regeneración promedio del bosque no disturbado, para la misma categoría (Figura 5a, b y c), se observa que, a partir de 2-3 años después de la tala, la densidad local de la regeneración de brinzal y latizal bajo en bosque aprovechado, es superior al promedio general de no disturbado, y en latizal alto, si bien la abundancia es mayor, cae dentro del rango del intervalo de 95% de confianza.

1.4.2.-CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE ESPECIES SELECCIONADAS

Para facilitar el análisis de las especies seleccionadas se las agrupó en función de sus abundancias de regeneración (Cuadro 9) en 5 grupos: (a) las que presentaron abundancia ≥ 100 ind.ha⁻¹ en no disturbado, huracán y guamil; (b) las que tuvieron abundante regeneración (≥ 100 ind.ha⁻¹) en no disturbado y huracán, pero baja regeneración en guamil (c) las que mostraron mayor abundancia en huracán, en relación a los otros sitios (independientemente de la cantidad); (d) las que mostraron abundancia intermedia (≥ 10 ind.ha⁻¹ < 100 ind.ha⁻¹) en no disturbado, huracán y guamil; (e) las que mostraron preferencia por regenerar en áreas disturbadas; (f) de las que no se registró regeneración.

1.4.2.1.-Estructuras poblacionales

En cuanto a la presencia de las especies seleccionadas, en clases de tamaño ≥ 10 cm de DAP, en no disturbado, la única especie que no tuvo presencia fue *Alchornea latifolia* (Figura 6.5), especie dominante en guamil. En huracán todas las especies estuvieron presentes (Figura 6(1-6)). Guamil fue el tipo de vegetación que presentó menor número de las especies seleccionadas. En este no se registraron individuos de *Quercus skinneri* (Figura 6.1), *Virola koschnyii* (Figura 6.2), ni *Calophyllum brasiliense* (Figura 6.3). La presencia de individuos de *Terminalia amazonia* y *Gordonia brandegeei* mayores a 60 cm de DAP en guamil (Figura 6.3), se debió exclusivamente a la conservación de árboles por los agricultores. En guamil, salvo las especies remanentes mencionadas, ninguna especie supera los 40 cm de DAP. *Vochysia cf. jefensis* presentó individuos en todas las categorías de tamaño, en bosque no disturbado y huracán (Figura 6.2b) y hasta 30 cm en guamil.

Analizando la distribución por clases de Dap, se puede observar que algunas especies muestran la distribución de clases de tamaño, con forma de montículo (unimodal) similar a la encontrada en bosques coetáneos (Veblen, 1985). El caso más claro es (por el número de individuos encontrados), *Vochysia cf.*

jefensis en huracán (Figura 6.2b) Este tipo de distribución se la puede encontrar también, aunque no tan marcada en otras especies y/o tipos de bosque. *V. cf. jefensis* (Figura 6.2b) presenta distribución en forma de montículo en los tres tipos de bosques. *V. koschnyii* (Figura 6.2c), presenta distribución en forma de montículo en bosque no disturbado y huracán. Lo mismo sucede con *Sloanea sp.* (Figura 6.1c) y *C. brasiliense* (Figura 6.3b). *T. amazonia* (Figura 6.3c), *Brosimum alicastrum* (Figura 6.2b), y *Macrohasseltia macroterantha* (Figura 6.3d) presentan distribución en forma de montículo en bosque no disturbado. *Billia hippocastanum* (Figura 6.1d) presenta distribución en forma de montículo en huracán. *Cecropia peltata* (Figura 6.4c) presenta distribución de forma de en guamil y huracán. *A. latifolia* (Figura 6.4b) presentan distribución en forma de en guamil. En estas especies, a excepción de *T. amazonia*, se puede observar un pico de abundancia en la categoría de 10-20 cm de Dap. De las especies restantes algunas presentaron distribuciones tipo "J" invertida o distribuciones que no se ajustaron a los modelos establecidos.

El análisis de la regeneración de las especies seleccionadas arrojó una alta variabilidad en la frecuencia (Figura 7 a, b, c y d) y la abundancia (Cuadro 9) por lo que resultó difícil estimar la misma con un grado de confianza aceptable. Ninguna de las especies seleccionadas en las tres categorías de regeneración, mostraron una frecuencia superior al 35% en ninguno de los sitios muestreados. Las especie más frecuente en no disturbado (Figura 7 a) para las categorías brinzal fueron *G. americana* y *Symphonia globulifera* y para fustal y fustal alto *G. americana*. En huracán (Figura 7 b), *Sloanea sp.* fue la más frecuente en categoría brinzal, *G. americana* en latizal bajo y *V. cf. jefensis* en latizal alto. En guamil (Figura 7 c), *B. alicastrum* y *Q. skinneri* fue la más frecuente en categoría brinzal, *B. hippocastanum* en latizal bajo y *A. latifolia* en latizal alto. Entre las más abundantes encontramos en bosque no disturbado (Cuadro 9) en brinzal y latizal bajo a *G. americana* y *S. globulifera*, y en latizal alto a *G. americana*. En huracán (Cuadro 9) la mayor abundancia en brinzal corresponde a *Sloanea sp.*, en latizal bajo a *B. alicastrum* y en latizal alto a *G. americana*. En guamil (Cuadro 9c) para la categoría de brinzal, la mayor abundancia correspondió a *Q. skinneri* y a *B. alicastrum*, para latizal bajo a *B. hippocastanum* y en latizal alto a *A. latifolia*

especie	Guamil			huracán			no disturbado			grupo
	brinzal	l. bajo	l. alto	brinzal	l. bajo	l. alto	brinzal	l. bajo	l. alto	
<i>Sloanea sp.</i>	96.2 (238.4)	46.2 (76.3)	7.7 (19.1)	336.5 (507.3)	69.2 (94.8)	7.7 (10.0)	72.1 (146.5)	34.6 (59.5)	3.8 (7.1)	a
<i>Quercus skinneri</i>	112.2 (182.0)	30.8 (87.3)	12.8 (29.2)	192.4 (176.6)	30.8 (48.9)		96.2 (124.9)	15.4 (48.9)	5.8 (11.7)	a
<i>Brosimum alicastrum</i>	112.2 (248.1)	12.8 (55.1)	10.3 (29.2)	144.3 (364.2)	162.5 (345.9)	25.0 (44.0)	120.2 (192.5)	46.2 (99.9)	7.8 (10.0)	a
<i>Billia hippocastanum</i>	64.1 (275.2)	66.7 (286.2)	5.1 (22.0)	96.2 (216.3)	30.8 (69.2)	11.5 (23.4)	144.2 (458.9)	38.5 (92.7)	3.8 (12.2)	a
<i>Virola koschnyii</i>	16.0 (68.8)	10.3 (29.2)		96.2 (305.9)	50.0 (92.4)	7.7 (14.1)	120.2 (229.5)	7.7 (14.1)	1.9 (6.1)	b
<i>Vochysia cf. jefensis</i>	16.0 (68.8)	23.1 (83.1)	7.7 (33.1)	120.2 (229.5)	15.4 (20.0)	25.0 (35.1)	144.3 (364.2)	15.4 (34.6)	9.6 (23.2)	b
<i>Symphonia globulifera</i>	64.1 (182.0)	2.6 (11.0)		168.3 (439.3)	19.3 (36.7)	3.9 (12.2)	288.5 (279.3)	15.4 (20.0)		b
<i>Genipa americana</i>	32.1 (137.6)	15.4 (38.1)		101.9 (140.3)	90.4 (200.4)	51.9 (149.0)	288.5 (395.0)	96.2 (131.6)	28.8 (42.8)	b
<i>Gordonia brandegeei</i>	32.1 (137.6)	5.1 (22.0)		168.3 (261.2)	23.1 (42.4)	13.5 (42.8)	72.1 (229.5)	7.7 (14.1)	1.9 (6.1)	c
<i>Calophyllum brasiliense</i>			5.1 (22.0)	216.4 (590.8)	11.6 (23.5)	1.9 (6.1)	48.1 (88.4)	19.2 (46.3)	3.9 (7.1)	c
<i>Terminalia amazonia</i>				48.1 (153.0)	27.0 (12.2)	1.9 (6.1)		3.9 (12.2)		c
<i>Macrohasseltia macroterantha</i>				168.3 (315.4)	46.2 (84.8)	9.6 (18.4)			3.8 (7.1)	c
<i>Dialium guianensis</i>	32.1 (137.7)	5.1 (22.0)	2.6 (11.0)	24.1 (76.5)	3.9 (12.2)	1.9 (6.1)	24.1 (76.5)	3.9 (12.2)	3.9 (7.1)	d
<i>Pachira acuatica</i>	32.1 (137.7)			144.3 (197.5)	19.2 (46.3)	7.7 (10.0)	72.1 (229.5)	3.9 (12.2)	3.9 (12.2)	d
<i>Cecropia peltata</i>		5.1 (22.0)			15.4 (48.9)	3.9 (12.2)	24.1 (76.5)	7.7 (14.1)		d
<i>Magnolia yoroconte</i>	48.1 (119.2)	10.3 (44.1)		24.1 (76.5)	3.9 (12.2)					e
<i>Alchornea latifolia</i>		10.3 (44.1)	17.9 (77.0)	24.1 (76.5)	7.7 (24.5)					e
<i>Tapirira guianensis</i>	16.0 (68.8)	7.7 (33.1)	2.6 (11.0)		11.5 (36.7)	1.9 (6.1)		7.7 (24.5)		e
<i>Ilex tectonica</i>	64.1 (275.2)	20.5 (72.1)			3.8 (12.2)	1.9 (6.1)	96.2 (305.9)	30.8 (97.9)	1.9 (6.1)	¿?
<i>Hieronyma alchorneoides</i>										f

Cuadro 9: Abundancia de regeneración (ind.ha⁻¹) (todas las categorías) por especie y tipo de bosque

Valores entre paréntesis = intervalo de confianza al 95% .

a= regeneran bien en los tres tipos de vegetación (> a 100 ind ha⁻¹); b= regeneran bien en no disturbado y huracán (> a 100 ind.ha⁻¹), pero no en guamil; c= preferencia por regenerar en huracán; d= abundancia media (entre 10 y 100 ind ha⁻¹), pero homogénea entre sitios; e= preferencia por áreas disturbadas; f= no presenta regeneración

Las especies seleccionadas, se agruparon en términos de abundancia en los distintos tipos de bosque (Cuadro 9): grupo(a), compuesto por *Sloanea sp.*, *Quercus skinneri*, *Billia hippocastanum* y *Brosimum alicastrum* (Figura 6.1a,b,c y d) presentaron abundante regeneración (≥ 100 ind ha⁻¹)

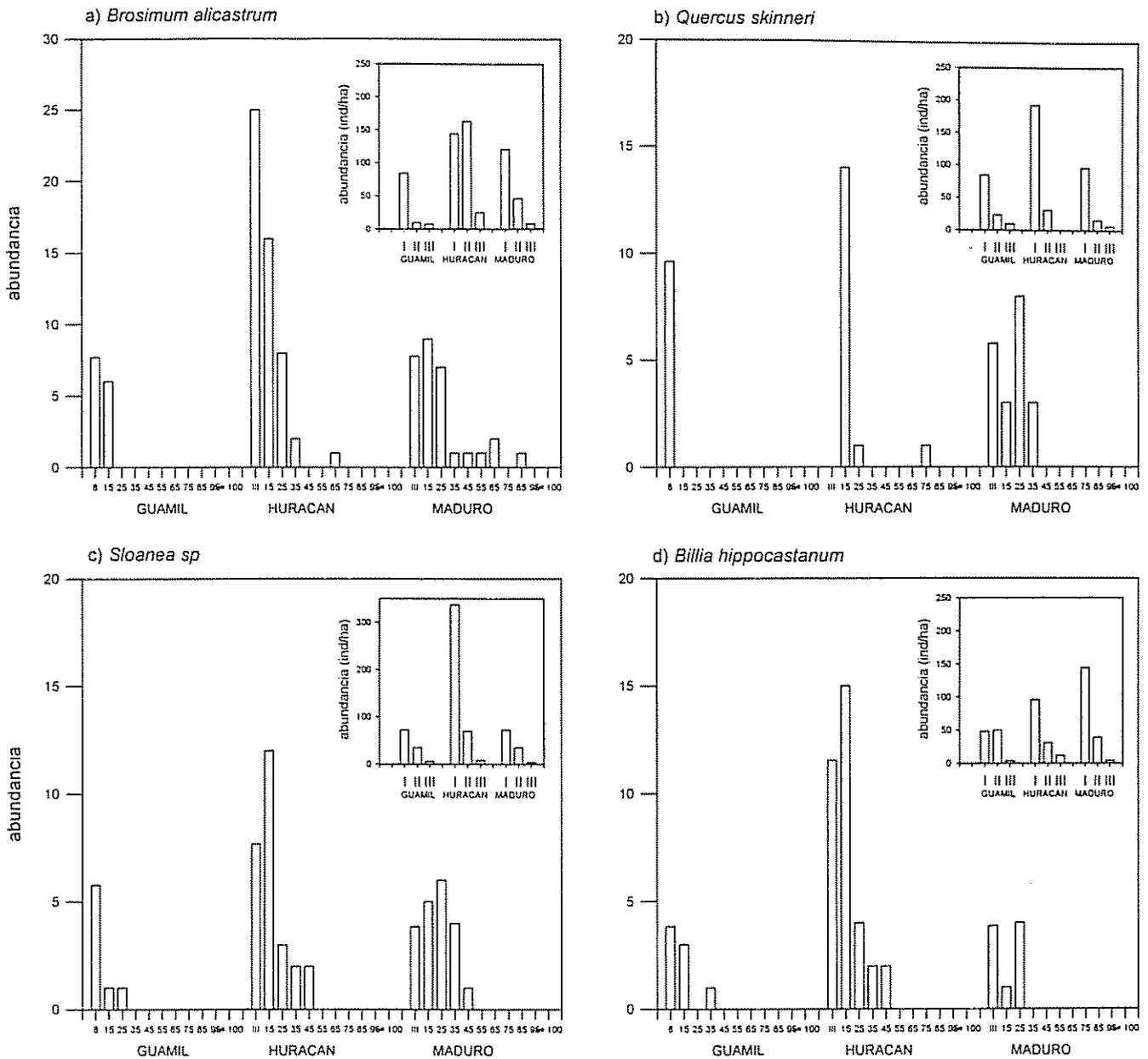


Figura 6 1: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies del grupo a (abundancia > 100 ind ha⁻¹, en los tres tipos de bosques)

La abundancia de las categoría de regeneración son por muestreo La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán no disturbado 1ha

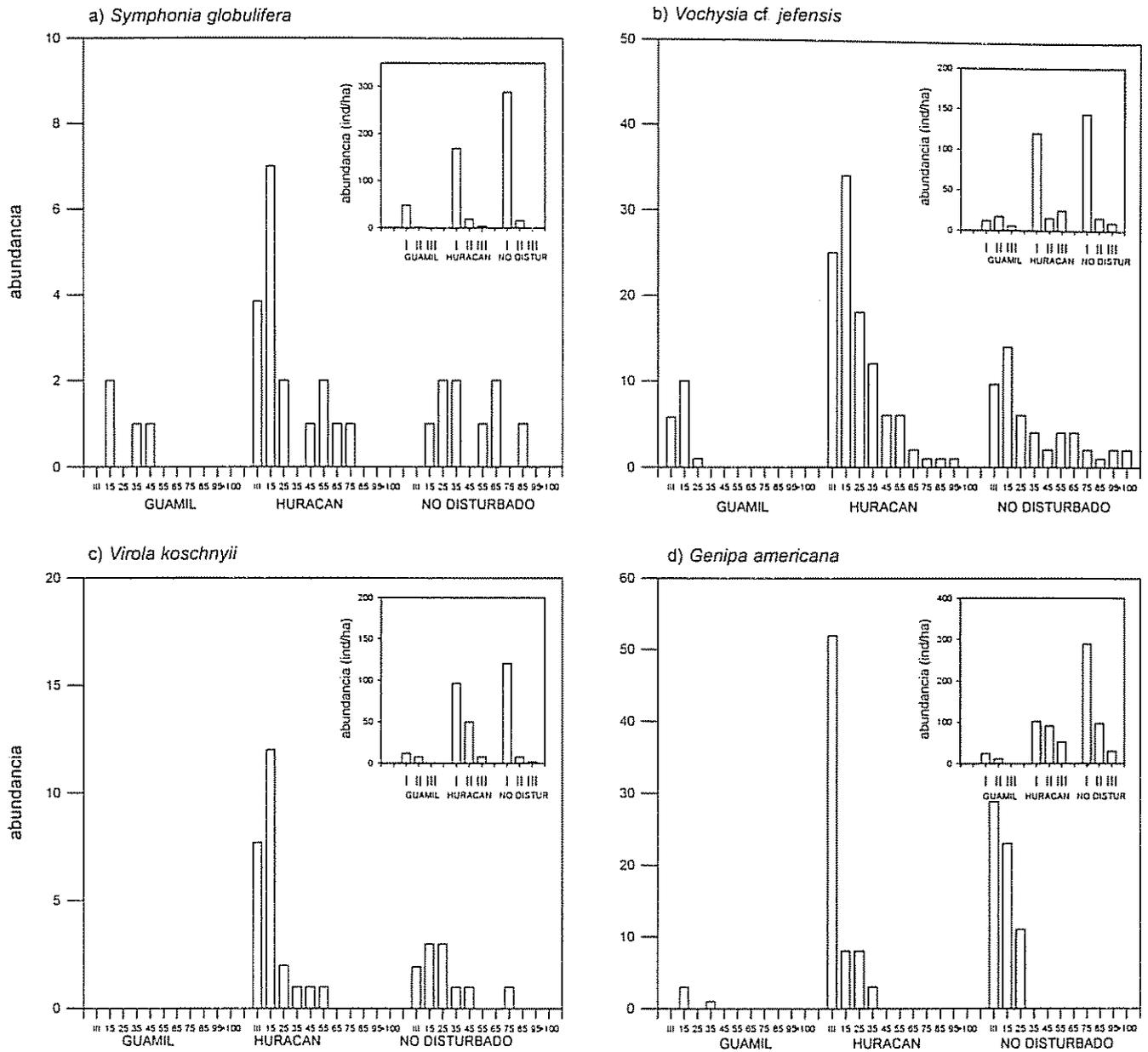


Figura 6 2: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies del grupo b (abundancia > 100 ind.ha⁻¹, en no disturbado y huracán) La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán y no disturbado 1ha. La abundancia de las categorías de regeneración son por muestreo. Categorías de regeneración: I = brinzal (30 cm a 1.5 m de altura); II= fustal bajo; (1.5 m de altura a 5 cm Dap); III = fustal alto (5 a 10 cm Dap). Para una más facil de interpretación de la distribución la categoría fustal alto se repite en el gráfico de los individuos >=10 cm de Dap

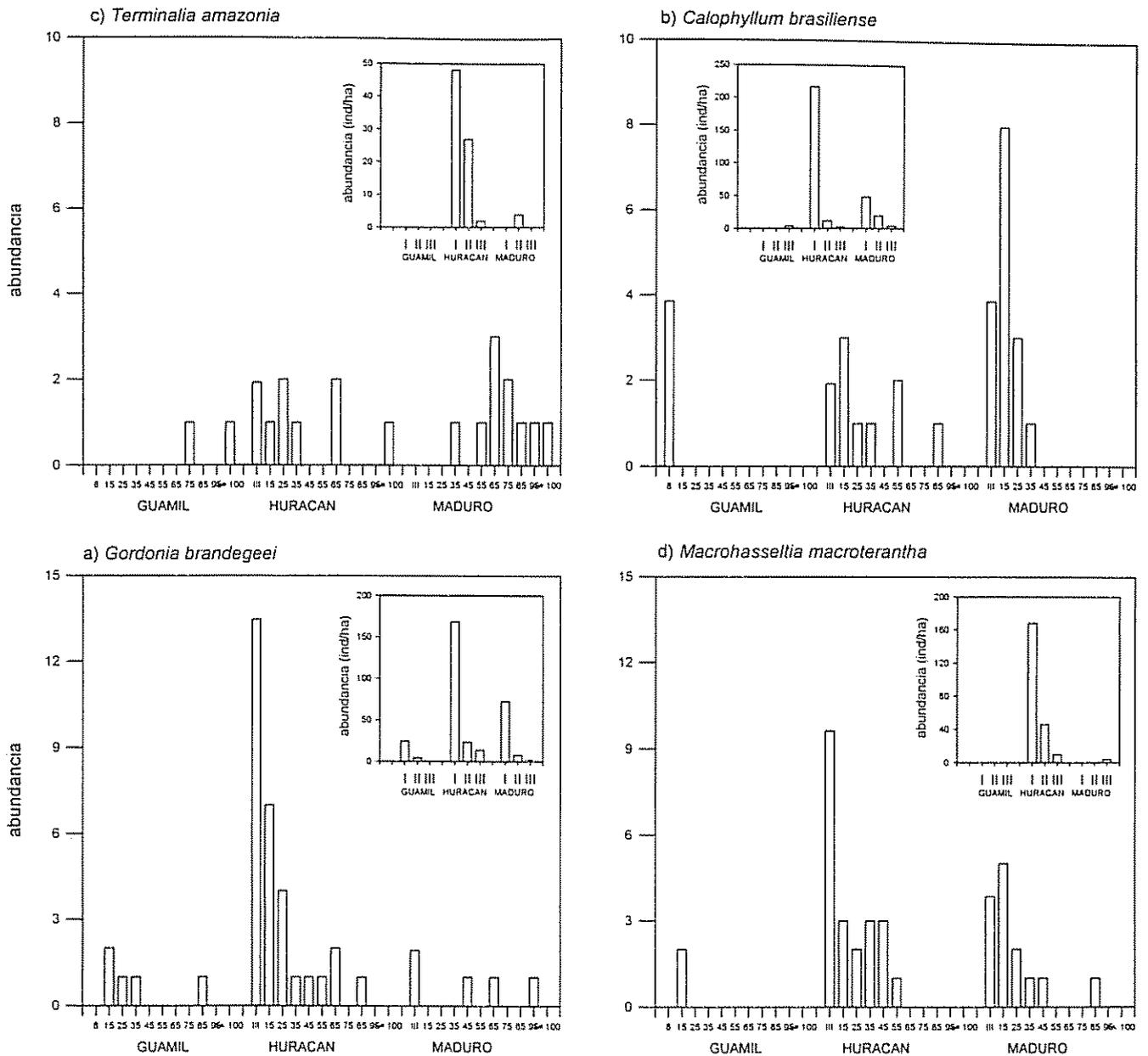


Figura 6 3: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies del grupo c (> abundancia de regeneración en disturbados por huracanes) La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán y no disturbado 1ha. La abundancia de las categorías de regeneración son por muestreo. Categorías de regeneración: I = brinzal (30 cm a 1.5 m de altura); II = fustal bajo; (1.5 m de altura a 5 cm Dap); III = fustal alto (5 a 10 cm Dap). Para una más fácil de interpretación de la distribución la categoría fustal alto se repite en el gráfico de los individuos >=10 cm de Dap

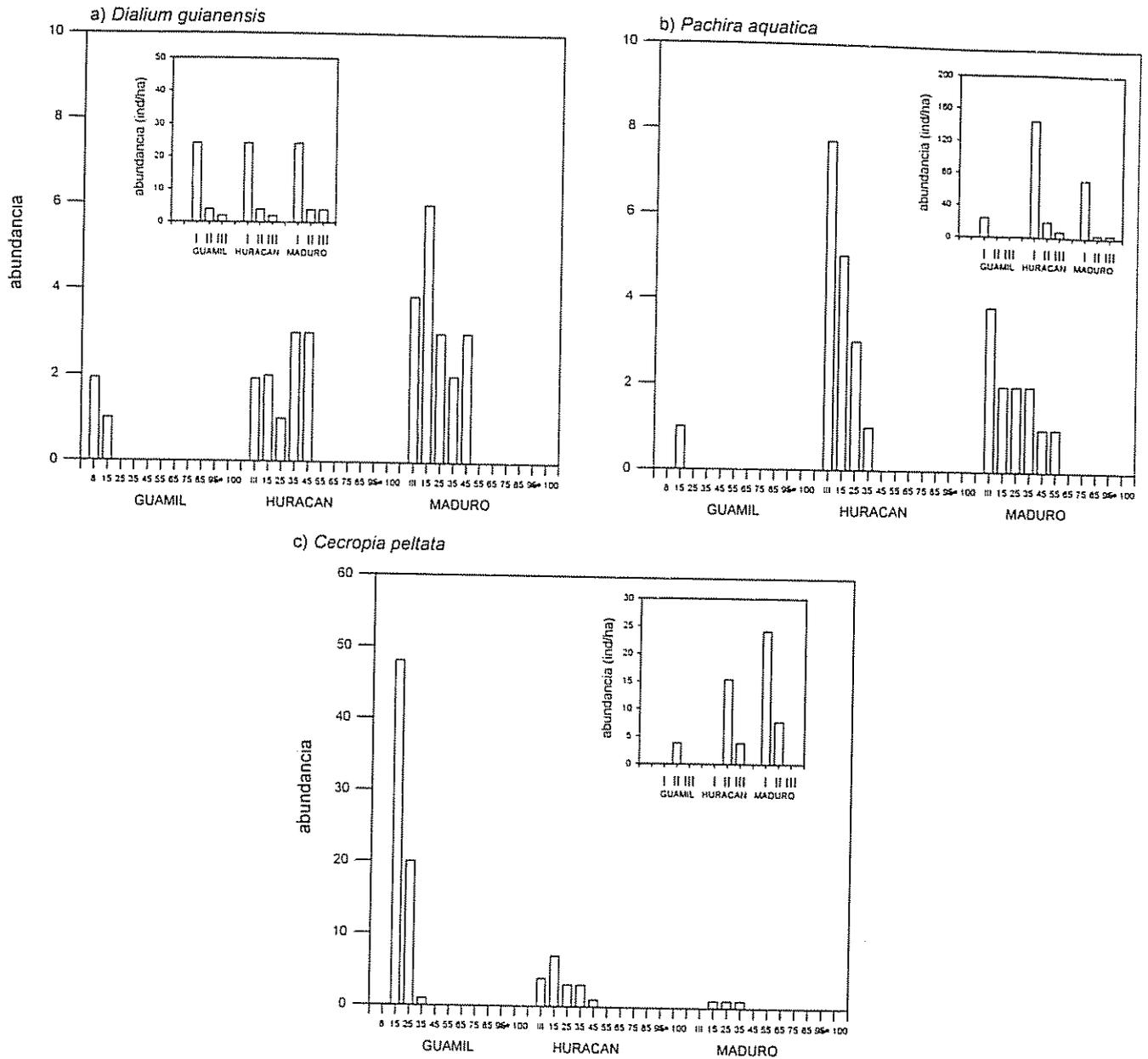


Figura 6.4: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies del grupo d (abundancia > 10 y <100 ind ha⁻¹, en los tres tipos de bosque) La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán y no disturbado 1ha. La abundancia de las categorías de regeneración son por muestreo. Categorías de regeneración: I = brinzal (30 cm a 1.5 m de altura); II= fustal bajo; (1.5 m de altura a 5 cm Dap); III = fustal alto (5 a 10 cm Dap). Para una más fácil de interpretación de la distribución la categoría fustal alto se repite en el gráfico de los individuos >=10 cm de Dap

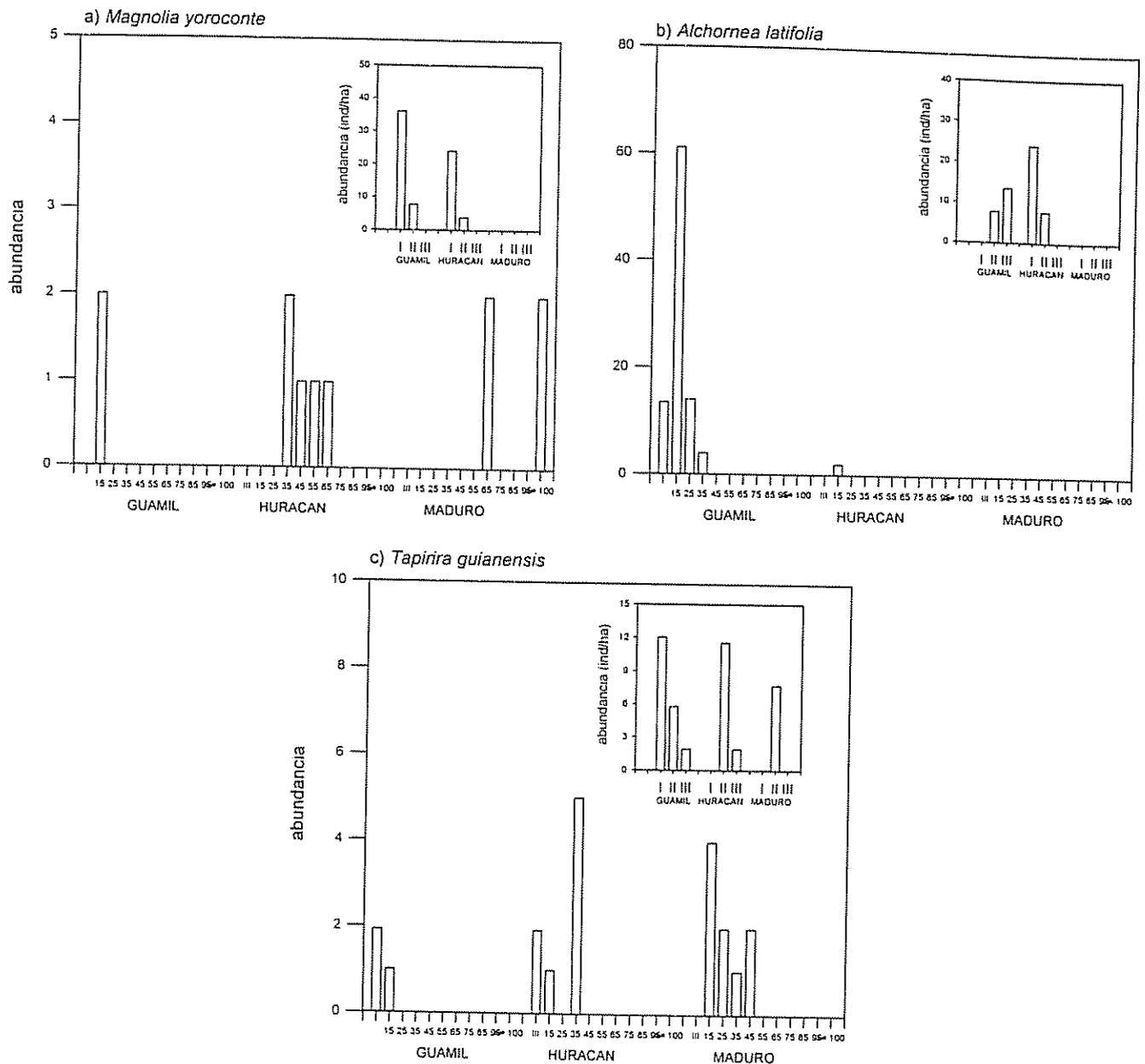


Figura 6 5: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies del grupo e (abundancia > 10 cm en sitios disturbados por huracán y agricultura). La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán y no disturbado 1 ha. La abundancia de las categorías de regeneración son por muestreo. Categorías de regeneración: I = brinzal (30 cm a 1.5 m de altura); II = fustal bajo; (1.5 m de altura a 5 cm Dap); III = fustal alto (5 a 10 cm Dap). Para una más fácil de interpretación de la distribución la categoría fustal alto se repite en el gráfico de los individuos >=10 cm de Dap

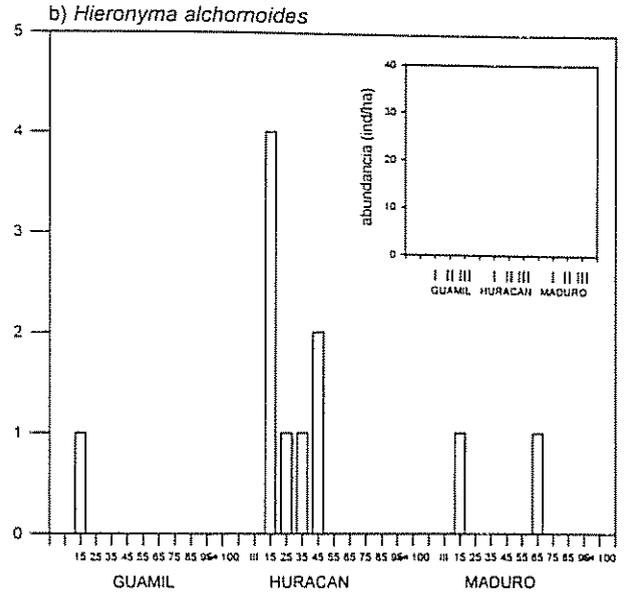
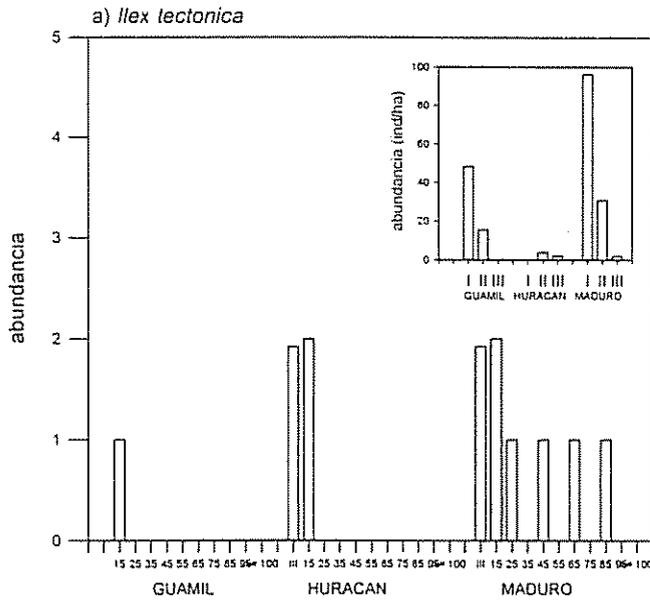


Figura 6 6: Distribución por categoría de tamaño para todos los individuos de las especies *H. alchomoides* (no presentan regeneración) y de *I. tectonica*, abundante en guamil y no disturbado) La abundancia >10 cm para guamil esta referida a 0.75 ha; para huracán y no disturbado 1ha. La abundancia de las categorías de regeneración son por muestreo. Categorías de regeneración: I = brinjal (30 cm a 1.5 m de altura); II = fustal bajo; (1.5 m de altura a 5 cm Dap); III = fustal alto (5 a 10 cm Dap). Para una más facil de interpretación de la distribución la categoría fustal alto se repite en el gráfico de los individuos >=10 cm de Dap.

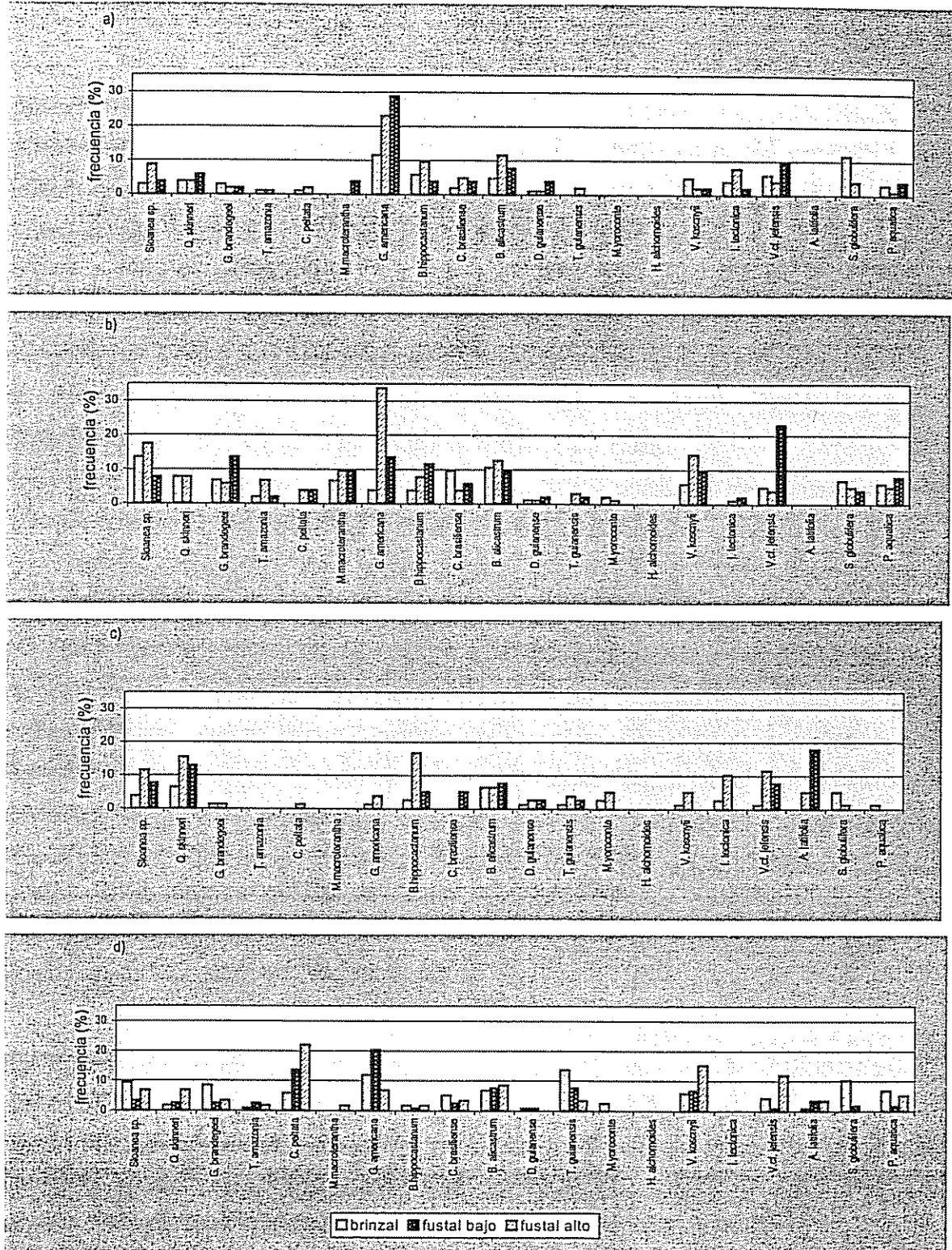


Figura 7: Frecuencia de aparición de las especies seleccionadas para las tres categoría a) no disturbado; b) huracán; c) guamil; d) aprovechado en los tres tipos de vegetación; grupo (b), integrado por *Vochysia cf. jefensis*, *Virola koschnyi*, *Symphonia globulifera* y *Genipa americana* (Figura 6.2 a, b, c y d) que presentaron regeneración abundante en no

en los tres tipos de vegetación; grupo (b), integrado por *Vochysia cf. jefensis*, *Virola koschnyii*, *Symphonia globulifera* y *Genipa americana* (Figura 6.2 a, b, c y d) que presentaron regeneración abundante en no disturbado y huracán, pero no en guamil; grupo (c), compuesto por *Gordonia brandegeei*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia* y *Macrohasseltia macroterantha* (Figura 6.3 a, b, c y d) presentan mayor abundancia de regeneración en sitios de huracán; el grupo (d) compuesto por *Dialium guianense*, *Pachira aquatica* y *Cecropia peltata* (Figura 6.4 a, b y c) que presentaron regeneración en todos los tipos de bosque, pero con una abundancia menor a 100 ind.ha⁻¹; el grupo (e), compuesto por *Tapirira guianensis*, *Magnolia yoroconte* y *Alchornea latifolia* (Figura 6.5 a, b y c) que presentaron con mayor abundancia en sitios disturbados por huracán y agricultura. De las especies seleccionadas, sobresalió el caso de *Hieronyma alchorneoides* (grupo (f)) (Figura 6.6b), que no presentó regeneración dentro de las parcelas de muestreo en ninguno de los tipos de vegetación. *Ilex tectorica* (Figura 6.6a) presentó abundante regeneración en bosque no disturbado y en guamil, razón por la cual no se la incluyó en ningún grupo.

Así mismo, no se registró regeneración de *Terminalia amazonia* y *Macrohasseltia macroterantha* en guamil, ni *Magnolia yoroconte* ni *Alchornea latifolia* en bosque no disturbado (Cuadro 9).

1.4.2.2.-Regeneración de las especies seleccionadas en bosque aprovechado

De la regeneración encontrada en los claros dejados por el aprovechamiento de individuos ≥ 50 cm Dap de *Magnolia yoroconte*, pocos individuos fueron de esta especie. La alta variabilidad de abundancia (Cuadro 10) y frecuencia (Figura 7 d) encontradas, hicieron imposible estimar las abundancias de las distintas especies con un grado de confianza aceptable. *C. peltata* fue la especie más frecuente en brinzal, *G. americana*, la más frecuente en latizal bajo y *T. guianensis* en latizal alto. En cuanto a la abundancia (Cuadro 10), para la categoría brinzal las especies más abundantes fueron *Tapirira guianensis*, *Genipa americana* y *Symphonia globulifera*. En la categoría fustal bajo las especies más abundantes fueron *Genipa americana*, *Cecropia peltata* y *Brosimum alicastrum*, en tanto que, en la categoría fustal alto las especies más abundantes fueron *Cecropia peltata*, *Virola koschnyii* y *Vochysia cf. jefensis*.

De las especies seleccionadas, *Sloanea sp.*, *Brosimum alicastrum*, *Genipa americana*, *Vochysia cf. jefensis*, *Virola koschnyii*, *Symphonia globulifera*, *Pachira aquatica*, *Calophyllum brasiliense*, *Cecropia peltata* y *Tapirira guianensis* muestran abundante regeneración (> 100 ind ha⁻¹), fundamentalmente en la categoría brinzal (Cuadro 10). *Quercus skinneri*, *Billia hippocastanum*, *Dialium guianensis*, *Terminalia amazonia*, *Magnolia yoroconte* y *Alchornea latifolia* presentaron abundancias entre 10 y 100 ind.ha⁻¹ (Cuadro 10).

Hieronyma alchorneoides y *Ilex tectorica* fueron las únicas que no presentaron ningún registro (Cuadro 10). La mayoría de las especies mostraron existencias en todas las categorías de tamaño a excepción de *Macrohasseltia macroterantha*, *Dialium guianensis*, *Magnolia yoroconte* y *Symphonia globulifera* (Cuadro 10).

especie	brinzal	latizal bajo	latizal alto
<i>Tapirira guianensis</i>	384.6 (450.3)	34.6 (23.4)	3.8 (7.1)
<i>Genipa americana</i>	336.5 (441.6)	92.3 (20.0)	7.7 (0.0)
<i>Symphonia globulifera</i>	288.5 (483.7)	7.7 (14.1)	
<i>Sloanea sp.</i>	264.4 (361.5)	15.4 (0.0)	7.7 (17.3)
<i>Brosimum alicastrum</i>	192.3 (249.8)	34.6 (61.2)	9.6 (15.4)
<i>Pachira aquatica</i>	192.3 (353.3)	7.7 (24.5)	5.8 (18.4)
<i>Virola koschnyii</i>	168.3 (361.5)	30.8 (40.0)	17.3 (20.9)
<i>Cecropia peltata</i>	168.3 (439.4)	61.5 (72.1)	25.0 (33.7)
<i>Calophyllum brasiliense</i>	144.2 (153.0)	11.5 (23.4)	3.8 (7.1)
<i>Vochysia cf. jefensis</i>	120.2 (382.4)	3.8 (12.2)	13.5 (35.1)
<i>Magnolia yoroconte</i>	72.1 (76.5)		
<i>Quercus skineri</i>	48.1 (153.0)	11.5 (36.7)	7.7 (10.0)
<i>Billia hippocastanum</i>	48.1 (88.3)	3.8 (12.2)	1.9 (6.1)
<i>Terminalia amazonia</i>	24.0 (76.5)	11.5 (23.4)	1.9 (6.1)
<i>Dialium guianense</i>	24.0 (76.5)	3.8 (12.2)	
<i>Alchornea latifolia</i>	24.0 (76.5)	15.4 (34.6)	3.8 (12.2)
<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	0.0 (0.0)		1.9 (6.1)
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	0.0 (0.0)		
<i>Ilex tectonica</i>			
<i>Gordonia brandegeei</i>			

Cuadro 10: Abundancia de regeneración en claros de tala de *M. yoroconte*, en 4 sitios aprovechados (Brinzal = 30 cm a 1.5 m de altura, n=59; latizal bajo = 5 cm DAP a 1.5 m de altura, n=118; latizal alto = 5 a 10 cm Dap, n=118) Valores entre paréntesis = intervalo de confianza al 95%

1.4.2.3.-Patrones de regeneración natural de *Magnolia yoroconte*

El muestreo de regeneración de *Magnolia yoroconte* en los distintos tipo de vegetación mostró un gradiente de abundancia de menor a mayor entre el ambiente de bosque no disturbado hasta guamil (Figura 8).

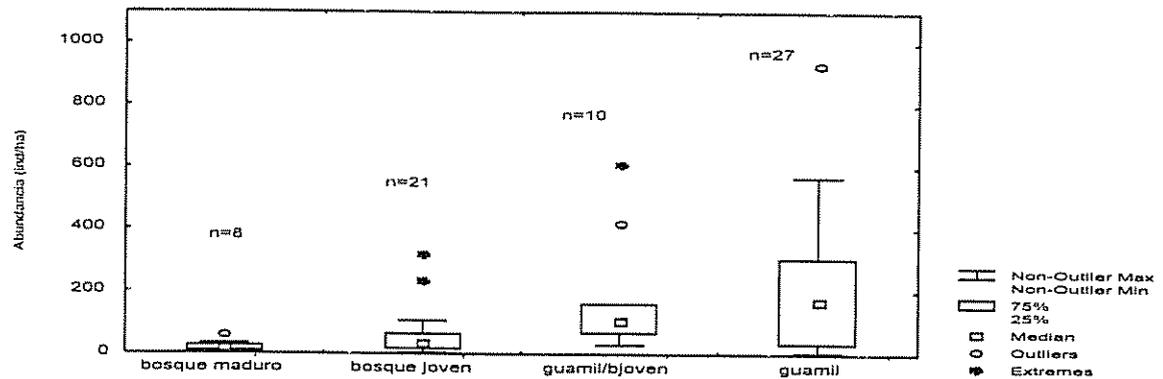


Figura 8: Abundancia de *M. yoroconte* en diferentes tipos de vegetación (n= número de puntos de muestreo)

Dado que los residuos no se distribuían normalmente ($Prob < W 0.0001$) se realizó el análisis por métodos no paramétricos. El análisis estadístico demostró que existen diferencias significativas entre distintos tipos de vegetación (Kruskal-Wallis Test, $Prob > CHISQ = 0.0014$). Las pruebas posteriores de Wilcoxon realizadas por pares de tipos de vegetación, arrojaron diferencias entre los distintos tipos de vegetación (Cuadro 11). De esta se desprende que en los sitios de mayor abundancia de regeneración que fueron Guamil y la transición de Bosque joven a Guamil, no hubo diferencias significativas. Los gráficos de caja indican una mayor abundancia en las cimas que en las laderas (Figura 9a y b), pero debido al poco número de puntos de muestreo solo se realizó la prueba de Wilcoxon sobre el brinzal (ladera, $n = 17$; cima, $n = 10$) y el bosque joven (ladera, $n = 17$; cima, $n = 4$) dando en ambos casos, no significativas ($Prob > |Z| = 0.2185$ y $Prob > |Z| = 0.4463$; respectivamente).

Tipo de bosque	abundancia	n
guamil	202 (± 86)	a 27
Bosque joven / guamil	176 (± 135.7)	a 10
Bosque joven	62.5 (± 35)	b 21
Bosque maduro	20.7 (± 15.6)	c 8

Cuadro 11: Abundancia de regeneración de *M. yoroconte* bajo diferentes tipos de vegetación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tipos de vegetación (prueba de Wilcoxon por pares)

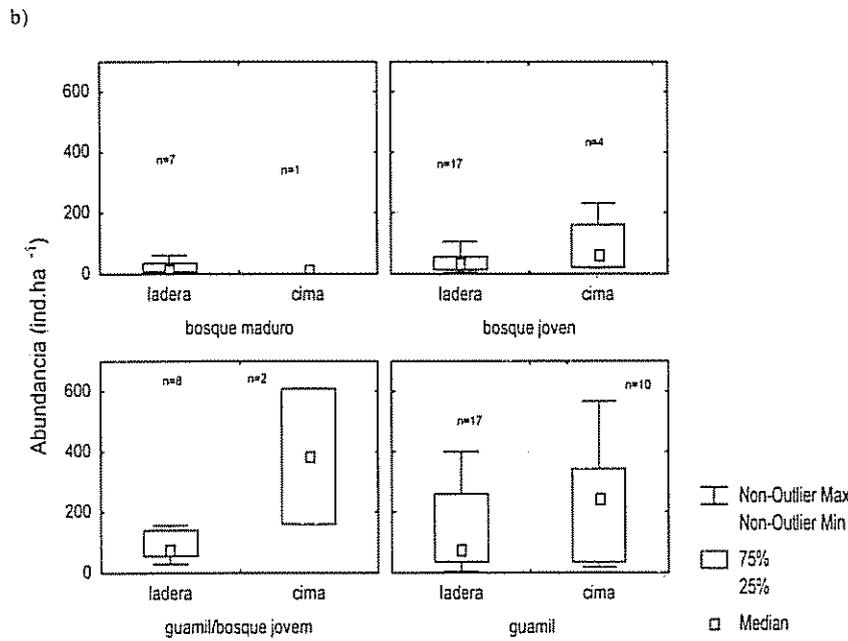
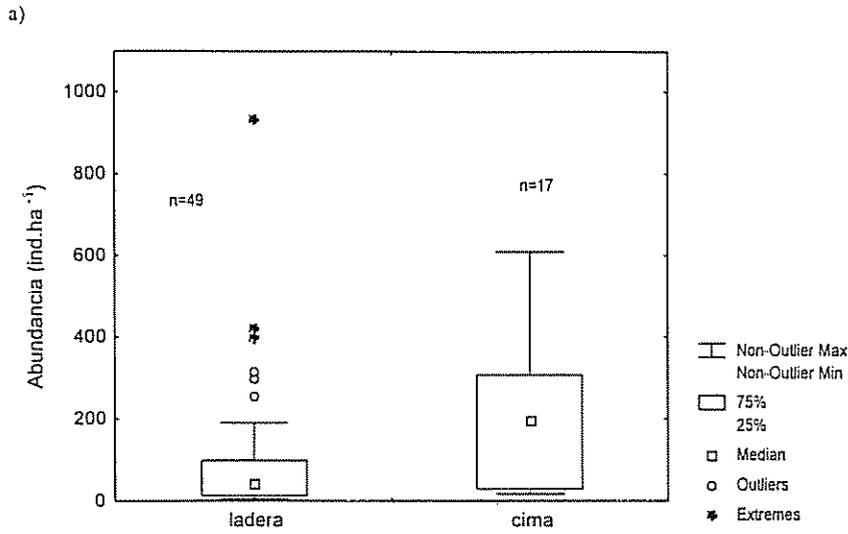


Figura 9 a y b : Abundancia de regeneración de *M yoroconte* en ind ha⁻¹ a) en relación a su posición topográfica; b) en relación a la posición topográfica por tipo de vegetación

1.5.-DISCUSIÓN

Los valores de abundancia hallados en los bosques bajo estudio, no difirieron de los valores reportados para otros bosques, ubicados en el centro- sur, de la ecoregión. El valor de abundancia total ≥ 10 cm Dap, para no disturbado (Figura 10), es ligeramente menor a los valores reportados en altitudes semejantes, en el Volcán Barva (Heaney y Proctor 1990) y en la Estación Biológica La Selva (Lieberman y Lieberman 1994) en Costa Rica y similar a los valores reportados en la isla de Barro Colorado (Lang y Knight 1983), en Panamá. La abundancia para el total de individuos, fue mayor en sitios disturbados. La principal diferencia en abundancia se dio en las clases diamétricas menores (10 - 20 y 30 - 40 cm de Dap). Esta mayor abundancia puede interpretarse como una consecuencia del reclutamiento producido por la liberación de recursos, originados por los disturbios.

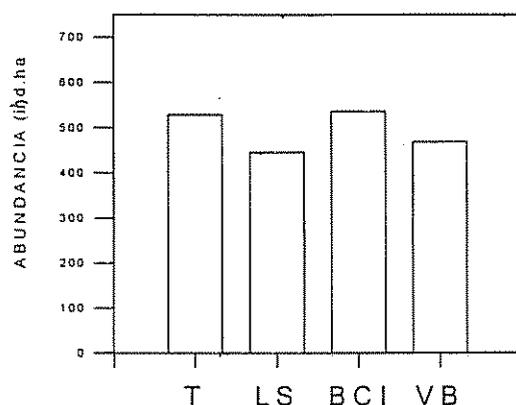


Figura 10: abundancia de individuos ≥ 10 cm Dap. T= La Ceiba; LS= La Selva; BCI= Barro Colorado (media de 2 mediciones); VB= Volcán Barba (media de abundancia a 500 y 1000 msnm)

1.5.1.-Los efectos de los disturbios

Las principales diferencias se presentan entre guamil, y no disturbado y huracán. Estas diferencias se pueden apreciar en primer lugar en el área basal, que en guamil es la mitad de la de los otros dos tipos de bosque y básicamente acumulada en las primeras clases de Dap, y en el IVI del total de las especies presentes.

Esta diferencia podría considerarse una manifestación de los diferentes mecanismos puestos en juego en la recuperación de este ecosistema ante estos disturbios. Huracán se habría recuperado rápidamente y

manteniendo su composición de especies, a través del rebrote y la liberación de la regeneración avanzada. En su revisión de literatura, Everham y Brokaw (1996) encuentran que el 85% (n=27) de los trabajos revisados, describen al rebrote como principal mecanismo de recuperación en bosques tropicales afectados por viento. Boucher (1989), Yih *et al.* (1991), Walker (1991) y Bellingham *et al.* (1994), han documentado, la recuperación a través del rebrote de los individuos dañados, como el principal mecanismo de recuperación de los bosques tropicales después de un huracán, y como consecuencia del rebrote, Whigham *et al.* (1991) en Yucatán tras el paso del Huracán Gilbert, Yih *et al.* (1991) en Nicaragua, Walker (1991) y Zimmerman *et al.* (1994) en Puerto Rico, Bellingham *et al.* (1992) en Jamaica, y Burslen y Whitmore (1996) en las Islas Salomon reportan bajas tasas de mortalidad. Este mecanismo permite el reclutamiento de especies esciófitas por rebrote junto con la regeneración avanzada que sobrevive (Vandermeer *et al.* 1990) y el ingreso de pioneras donde las condiciones de dispersión, iluminación y sustrato permitan su germinación (Zimmerman *et al.* 1994).

A diferencia de huracán, en guamil, la sucesión secundaria desencadenada luego del abandono de los terrenos agrícolas (Finegan, 1992) esta limitada a las especies que pueden arribar al sitio a través de semillas y que además puedan crecer en las condiciones de alta iluminación (Vieira y Proctor, en prensa) y del rebrote de las especies que pudieron sobrevivir al disturbio (Kammesheidt, en prensa). Es probable que los rebrotes hayan sido suprimidos por el rápido crecimiento de las pioneras (Putz y Brokaw, 1989), situación que permitió a éstas, que colonizaran y dominaran hasta la actualidad los sitios abandonados hace más de 20 años.

Analizando los tipos de bosque a través del IVI % (Cuadro 6), encontramos gran similitud entre bosque no disturbado y huracán. Dentro de las 10 especies más importantes para ambos sitios, 6 de ellas coinciden. En el caso de guamil las únicas especies que coinciden (*Terminalia* con no disturbado y *Gordonia* con huracán) son las remanentes que no fueron taladas cuando se desmontó para realizar agricultura.

Tratando de relacionar el bosque no disturbado y huracán, podríamos asumir dos posibles escenarios; (1) que los rodales no disturbados por alguna razón (topográfica, exposición, u otra) difícilmente sean afectados por un huracán, por lo que se renovarían gradualmente, a través de los claros generados por la caída de los árboles maduros. O (2) que todos los rodales en mayor o menor medida son afectados por algún huracán, su dinámica se vería condicionada por estos y sus características de composición y estructura sería consecuencia, en gran medida, de estos disturbios. En este caso, podríamos especular que los rodales no disturbados y disturbados por el huracán, son dos etapas de un mismo bosque. Producto del impacto del huracán el nuevo bosque tendría menos individuos en las clases diamétricas superiores, lo cual se observó en nuestro trabajo y coincide con lo reportado por Walker (1991), Reilly (1991) y Basnet *et al.* (1992). Esta situación supone una oportunidad para el reclutamiento en las clases inferiores de nuevos individuos de

bosque primario (Burslem y Whitmore 1996, You y Petty 1991) La similitud en la dominancia de especies, junto con la poca presencia de claros en rodales no disturbados y el hecho de que los árboles grandes en general mostraban algún tipo de afectación en las copas, son una evidencia de que estos bosques se encuentran sometidos y por ende su composición florística adaptada, a este tipo de eventos. Los resultados de los inventarios forestales en la región al igual que en la zona de estudio, muestran al género *Vochysia* como dominante tanto en sitios disturbados como en no disturbados, lo que podría ser un indicio de que en general los bosques de la zona de estudio no se encuentran libres de los disturbios de Huracán.

De ser cierta esta hipótesis de que se trate de dos categorías de rodal en distintas fases de desarrollo, podríamos esperar que la abundancia en las clases diamétricas inferiores abastezcan de reclutas a las clases superiores y a su vez disminuya el número en las clases inferiores por la competencia generada por los individuos que alcanzan las clases mayores, llegando los rodales disturbados por huracán, en algún momento, a una distribución similar a la que muestran hoy los rodales no disturbados.

La pregunta que surge es, si el impacto del huracán Fifi sobre el bosque no fue lo suficientemente severo como para diferenciarlo en su composición con el bosque no disturbado? O, el bosque disturbado por huracán y el no disturbado no se diferencian florísticamente por estar todo el bosque adaptado al disturbio de huracanes?

Los trabajos publicados acerca del disturbio de huracanes en los bosques tropicales, si bien reconocen que los huracanes generan un mosaico de situaciones que van desde la defoliación hasta el derribo de la gran mayoría de los árboles, con mecanismos de recuperación que van desde la refoliación y el rebrote hasta la colonización del sitio por especies pioneras, demuestran que la composición de especies en general difícilmente cambie a no ser que medie algún otro disturbio (Spurr 1956, Whigham 1991, García 1992). Algunos de estos trabajos plantean que el disturbio podría favorecer la dominancia temporal de algunas especies por su habilidad para rebrotar (Zimmerman et al. 1994, Boucher et al. 1994) o reclutar (You y Petty 1991, Boucher et al. 1994) ante el disturbio. Desde el último período glacial estos bosques habrían evolucionado en ambientes disturbados frecuentemente por huracanes (uno cada 30 años en los últimos 100 años para el sitio de estudio). Es probable que inmediatamente después del huracán cambie temporalmente la dominancia de especies, pero es poco probable que se produzca un cambio de especies, a menos que la frecuencia de huracanes este aumentando (quizá debido al cambio climático) o el disturbio de huracán este interactuando con otros disturbios (antrópicos, por ej. agricultura migratoria y aprovechamiento forestal). Debido a las similitudes encontradas en los rodales disturbados por huracán y los no disturbados, junto con la información proveniente de inventarios forestales en la zona de estudio y la literatura, podríamos inferir que todo el bosque estudiado se encuentra afectado por huracanes y por lo tanto, las especies que se encuentran en el bosque, serían especies que están en mayor o menor grado adaptadas al disturbio de huracán.

1.5.2.-Patrones de regeneración natural

La abundancia de regeneración, salvo para la categoría brinzal, no presentó gran variación entre sitios, incluyendo el bosque aprovechado. Los rodales no disturbados fueron los que presentaron mayor variabilidad en la abundancia. Probablemente esto se relacione con que en estos rodales se observó un dosel más heterogéneo y a que, por la menor abundancia en las clases de Dap inferiores, existen más posibilidades de reclutar nuevos individuos.

En el Guamil, la menor abundancia de regeneración en la categoría brinzal, probablemente se deba a la imposibilidad de las especies del dosel (pioneras) de regenerar en las condiciones de iluminación actual del sotobosque y a la mayor competencia generada por la gran abundancia de las clases de tamaño inmediatos superiores (Finegan 1992).

Los claros producidos por la tala de *Magnolia yoroconte* provocaron un aumento en la regeneración, manifestado claramente en la categoría brinzal (Figura 5a). Si comparamos la categoría brinzal con el nivel de regeneración del bosque no disturbado a los dos años de producido el claro, vemos que en este es tres veces mayor. Se puede interpretar que entre los 2 y 3 años ocurre el pico de reclutamiento, lo cual coincide con lo encontrado por Brokaw (1985) en claros formados por caída de árboles en la isla de Barro Colorado, y luego la mortalidad o el paso a categorías superiores es mayor que el reclutamiento.

La categoría latizal bajo (Figura 5b) es la que muestra el mayor incremento en su tasa de reclutamiento, el cual para el 8^{vo} año no parece haberse estabilizado, probablemente, resultado del crecimiento de los individuos de la categoría brinzal y consecuente paso a la categoría latizal bajo. La categoría latizal alto (Figura 5c) obviamente es la de respuesta más lenta. A los dos años no muestra diferencia con la media del bosque no disturbado, mostrando un incremento de un 50% al año 4, donde se estabiliza.

1.5.3.-Especies seleccionadas

En cuanto a las especies seleccionadas *Vochysia cf. jefensis* se presentó como la más importante tanto en no disturbado, como en huracán (Cuadro 6 a y b). El género *Vochysia* está presente a lo largo de toda la ecoregión, encontrándose frecuentemente dominando, tanto en sitios disturbados (Finegan, 1992) como no disturbados (Heany y Proctor, 1990) Boucher *et al.* (1994) reportan que *Vochysia ferruginea* como respuesta al disturbio por huracán, presentó un patrón de alta mortalidad y alto reclutamiento (presumiblemente en su gran mayoría presentes en el sotobosque antes del huracán). Estos autores la clasifican como una especie

"resiliente". Sobre la base del estudio de Boucher et al. (1994) y proyecciones de crecimiento de algunas especies en el mismo sitio, Vandermeer et al. (1997) plantea que especies del "gremio" de heliófitas del dosel superior, como *Vochysia*, dominarán el bosque afectado por el huracán Juana en Nicaragua en un lapso aproximado de 30 años.

Las condiciones en que regenera el género *Vochysia*, le confieren a este una ventaja ante el disturbio por huracán. Debido a que éste es quizá el disturbio natural más frecuente, que *Vochysia* cf. *jefensis* sea una especie dominante en nuestro sitio de estudio, concuerda con lo planteado por Denslow (1980) y Hartshorn (1980) acerca de que las especies más comunes en un bosque deberían ser aquellas adaptadas al disturbio que domine en dicho bosque. Al observar las distribuciones diamétricas de *Vochysia* cf. *jefensis* (Figura 6.2a) es evidente que, a diferencia de lo observado en Nicaragua para *V. ferruginea* (Boucher et al. 1994) una buena proporción de los individuos de *Vochysia* cf. *Jefensis*, ya sea por haber sido un disturbio menos drástico, por ser una especie más resistente o por tener mayor capacidad de rebrote, sobrevivieron al paso del huracán Fifi. También se observa que la abundancia de *Vochysia* cf. *jefensis* (Cuadro 6) en huracán es el doble que en bosque no disturbado, y además bien distribuida dentro de las clases de tamaño (Figura 6.2a), lo cual garantiza su dominancia en el sitio por un largo tiempo.

La dominancia del género *Vochysia* en nuestro estudio, en los sitios disturbados, aporta evidencia a la hipótesis planteada por Vandermeer, y la dominancia de este género en los sitios no disturbados, también abona la idea de que todo el bosque en nuestro sitio de estudio en uno u otro momento ha sido afectado por algún huracán.

Es evidente, que el huracán a través de la apertura del dosel permitirá un ingreso de luz a los estratos inferiores del bosque (Walker 1991, Turton 1992), que genera un pulso de reclutamiento de la regeneración avanzada (You y Petty 1991) del género *Vochysia* y por lo tanto la especie presentará clases de edad controladas espacial y temporalmente por los disturbios de huracán. La información sobre crecimiento reportada para alguna de las especies seleccionadas, en Costa Rica (Camacho y Finegan, 1997), junto con el hecho de que en guamil entre 18 y 26 años, la mayoría de las especies seleccionadas han alcanzado la clase de Dap de 10 a 20 cm, soportan la idea de que especies como *Sloanea* sp., *B. hippocastanum*, *S. globulifera*, *V. cf. jefensis*, *V. koschnyii*, *C. brasiliense*, *C. peltata*, y *D. guianense*, que presentan en huracán, picos de abundancia en la clase de Dap de 10-20 cm en sus distribuciones de clases de diámetro, sean cohortes originadas en la liberación de recursos por el disturbio del huracán. *T. amazonia*, que presenta su pico de abundancia en la clase de 5 a 10 cm de Dap es clasificada de lento crecimiento por Camacho y Finegan (1997), por lo que sería de esperar que este pico sea también producto del disturbio de huracán.

Este tipo de comportamiento, podría interpretarse como una respuesta al disturbio, generando el huracán una oportunidad de reclutamiento de estas especies que poseen, en general, una buena dotación de individuos en

las categorías de regeneración en el bosque no disturbado (Cuadro 4), dando origen a cohortes más o menos coetáneas (Foster y Boose 1992).

Al comparar la regeneración de las especies seleccionadas en los claros producto del aprovechamiento con la regeneración en el bosque sin disturbio (Cuadro 9), encontramos que *T. guianensis* y *C. peltata* son, respectivamente, 50 y 8 veces más abundantes en el bosque aprovechado. *Sloanea sp.*, *B. alicastrum*, *V. koschnyii*, *P. aquatica* y *C. Brasiliense*, muestran en la categoría brinjal al menos el doble de abundancia en bosque aprovechado que en bosque no disturbado. *T. amazonia*, *A. latifolia* y *M. yoroconte* que no habían presentado regeneración en bosque no disturbado, si la presentan en el bosque aprovechado. Hay que tener en cuenta que a diferencia del muestreo de regeneración en bosque no disturbado, huracán y guamil, en que se seleccionaron subparcelas aleatoriamente dentro de cada repetición, en este muestreo sólo se eligieron los claros producidos por la tala.

1.5.4.-La regeneración de *Magnolia yoroconte*

En los claros producidos por la tala de *M. yoroconte*, si bien se encuentra regeneración de esta especie, ésta es significativamente baja si se tiene en cuenta que los 59 claros evaluados son producto de la tala de individuos adultos ≥ 50 cm Dap, de esta especie. Solo en tres claros en una de las 4 repeticiones de bosque aprovechado (sitio Reconco) se encontró regeneración de esta especie. Esto deja en evidencia la falta de regeneración avanzada de la especie en sitios donde la especie está presente y la falta de respuesta del banco de semilla del suelo para generar nuevos individuos que reemplacen a los cortados.

De los sitios con acusada presencia de regeneración de *M. yoroconte* (Figura 8), se desprende que la especie tiene capacidad de regenerar en sitios disturbados o de transición entre áreas abiertas y el bosque. Dentro de un mismo hábitat, la densidad fue ligeramente superior en áreas más iluminadas (cimas). Por otro lado en las áreas en las que abundan individuos grandes de *M. yoroconte* (aprox. 5 ind.ha⁻¹) es difícil encontrar individuos menores 50 cm de Dap (Figura 11). Los individuos grandes, parecen formar una cohorte, producto de algún disturbio severo, que generó las condiciones ambientales propicias para que se instalase abundante regeneración. Además, la relativa abundancia de diámetros mayores a 50 cm Dap en estos sitios sugieren que al, igual que lo reportado por el género *Qualea* en Nicaragua (Boucher et al. 1994), esta especie sea según la clasificación de Clark (1991), una especie tipo A cuyos adultos pueden sobrevivir a un disturbio.

Obviamente, para confirmar esta hipótesis hacen falta más estudios, pero si es claro que si la comparamos con *V. cf. jefensis*, (Figura 11 a y b), observamos dos comportamientos opuestos, de dos especies que al parecer reclutan en cohortes. Es probable que el disturbio tenga que superar una determinada magnitud para

poder generar las condiciones en que *M. yoroconte* pueda reclutar masivamente. Esto nos debería conducir a diferentes estrategias de manejo para las diferentes especies, que en la actualidad son tratadas en forma general mediante la fijación de un diámetro mínimo de corta.

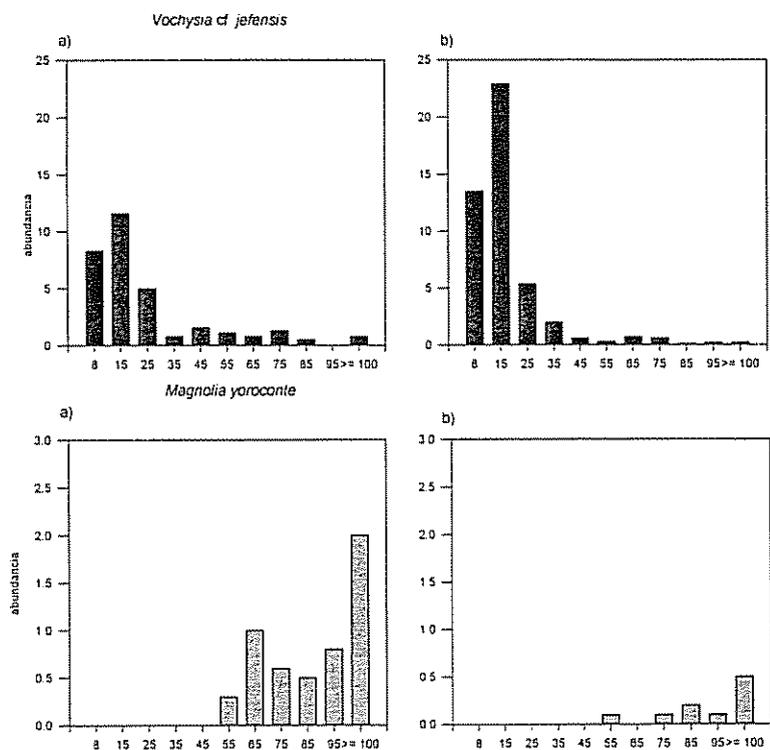


Figura 11: Distribución por categoría de tamaño para los individuos de *Vochysia cf. jefensis* y *Magnolia yoroconte* (ind ha^{-1}) > 5cm Dap. en 20 ha, discriminado por tipo de estructura de bosque a) bosque maduro (no disturbado); b) bosque joven (huracán?)

Si bien se encontró regeneración abundante (aprox. 200 ind ha^{-1}) de *M. yoroconte* en sitios disturbados que poseen presumiblemente por la estructura del rodal, más de 15 años, en algunas zonas inventariadas para manejo forestal se encuentran rodales extensos con una abundancia relativa de individuos $\geq 50 \text{ cm}$ de Dap, pero en esos sitios no hay individuos menores a esos tamaños. Esto nos conduce a inferir la posible existencia en el pasado de un evento que generó las condiciones para un abundante reclutamiento, dando origen a los bosques que están siendo aprovechados actualmente. A menor escala estos eventos ocurren,

pero quizá su efecto no pueda observarse por la interacción de disturbios antrópicos, ya que estos sitios disturbados, por su estructura, son fácilmente convertibles a terrenos agrícolas.

En el marco del presente trabajo, no se obtuvieron evidencias de cual es el mecanismo por el cual se regenera la especie, pero si evidencias suficientes de que tipo de hábitat en que es posible encontrarla. El hecho de que en tres de los 5 sitios donde se tomaron muestras, los árboles potencialmente semilleros se encontraran pendiente abajo y a más de 60 m de distancia, hace suponer de la dispersión sea por aves o roedores

1.6.-BIBLIOGRAFÍA

- Alaka, M (1976) Climatology of Atlantic tropical storms and hurricanes. En W. Schwerdtfeger (Ed). *Climates of Central and South America, world survey of climatology*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Holanda.
- Alves-Milho, S., 1996. *Dinámica del sector forestal de Nicaragua, 1960-1995*. Universidad Nacional Autónoma/Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.
- ✓ Basnet K., Likens, G.E., Scatena, F.N., Lugo, A.E., 1992. Hurricane Hugo: damage to a tropical rain forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 8:47-55.
- Bellingham P.J., Kapos, V., Varity N., Healey, J.R., Tanner, E.J.V., Kelly, D.L., Dalling, J.W., Burns, L.S., Lee, D., Sidrak, G., 1992. Hurricanes need not cause high mortality: the effects of hurricane Gilbert on forests in Jamaica. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 217-223.
- ✓ Bellingham, J., 1991. Landforms influence patterns of hurricane damage: evidence from Jamaican montane forests. *Biotropica* 23(4a): 427-433
- Bellingham J., Tanner, E.J.V., Healey, J.R., 1994. Sprouting of trees in Jamaican montane forests, after a hurricane. *Journal of Ecology* 82: 747-758.
- Boose E; Foster D; Fluet M (1994) Hurricane impacts to tropical and temperate forest landscapes. *Ecological Monographs*, 64(4): 369-400.
- ✓ Boucher, D. H., (1990) Growing back after hurricanes. *BioScience* 40:163-166.
- Boucher, D. H., Mallona, M.A., 1997. Recovery of the rain forest tree *Vochysia ferruginea* over 5 years following Hurricane Joan in Nicaragua: a preliminary population projection matrix. *Forest Ecology and Management* 91: 195-204.
- Boucher, D. H., Vandermeer J.H., Mallona, M.A., Zamora, N., Perfecto, I., 1994. Resistance and resilience in directly regenerating rainforest: Nicaraguan trees of the Vochysiaceae after Hurricane Joan. *Forest Ecology and Management* 68: 127-136.

Brokaw N.V.L., 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*, 66:682-687.

Brokaw N.V.L., Grear J.S., 1991. Forest structure before and after Hurricane Hugo at three elevations in the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Biotropica* 23(4a): 386-392

Brokaw, N.V.L., Walker, L. 1991. Summary of the effects of Caribbean hurricanes on vegetation *Biotropica* 23(4a): 442-447.

Burslem, D.F.R.P., Whitmore T.C., 1996. A long-term record of forest dynamics from the Solomon Islands. En: Turner, I., Diong, C., Lim S., Ng P. (eds.), *Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems*, DIWPA Series Volume 1:121-131.

Camacho, M., Finegan, B., 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: el crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 295. 38 pp.

Clark D; Clark J (1992) Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* 62(3):315-314.

COHDEFOR, 1996. Plan de manejo Bosque Toncontín (no publicado)

COHDEFOR, 1997. Reporte interno (no publicado).

Cottan, G., Curtis, J.T., 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3):451-460.

Curtis, J.F., McIntosh, R.P., 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31: 434-450.

Denslow, J.S., 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica* 12(Supplement): 47-55.

✓ Dinerstein, E., Olson, D.M., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bopkinder, M.P., Ledec, G., 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank/World Wildlife Fund, Washington D.C.

- Everham III, E.M., Brokaw N.V.L., 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *The Botanical Review* 62(2): 113-185.
- Finegan B., 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, 47: 295-321.
- Finegan B., Camacho, M., 1998. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rican rain forest, 1988-1996. (En prensa).
- Ford, E.D., 1975. Competition and stand structure in some even-aged plant monocultures. *Journal of Ecology* 63:311-333.
- Foster, R. (1988) Species and stand response to catastrophic wind in central New England, USA, *J. Ecology* 76, 135-151
- Foster, D.R., Boose, E.R., 1992. Patterns of forest damage resulting from catastrophic wind in central New England, USA *J. Ecol.* 80:79-98.
- Frangi, J.; Lugo, A., 1991. Hurricane damage to a flood plain forest in Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4):324-335.
- Frangi J., Lugo, A., 1998. A flood plain palm forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico, five 5 years after Hurricane Hugo. *Biotropica* 30(3):339-348.
- García, C.X., Rodríguez, S.B., Chavelas, P.J., 1992. Regeneración natural en sitios afectados por el Huracán Gilberto e incendios forestales en Quintana Roo. *Revista de Ciencia Forestal en México*, 17(72):75-99.
- Guzmán-G, S.M., Walker L.R., 1991. Differential seedling responses to litter after Hurricane Hugo in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):407-413
- Hartshorn, G.S., 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12:23-30.

- Heany, A , Proctor, J. 1990. Preliminary studies on forest structure and floristics on Volcán Barva, Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 6: 307-320.
- Lang G.E., Knight, D.H., 1983. Tree growth, mortality, recruitment, and canopy gap formation during a 10-year period in a tropical moist forest. *Ecology* 64(5):1075-1080.
- Leigh, E.G., Rand, A.S., Windsor, D.M., (Eds.), 1990. *Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo*. Smithsonian Press. 546 pp.
- Lieberman, M., Lieberman, D., 1994. Patterns of density and dispersion of forest trees. En: McDade L.A., Bawa, K.S., Hespeneide, H.A., Hartshorn, G.S., (Eds.)1994. *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. The University of Chicago Press. 106-119.
- McDade L.A., Bawa, K.S., Hespeneide, H.A., Hartshorn, G.S., (Eds.)1994. *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. The University of Chicago Press. 486 pp.
- Mendieta, M.(1993) Manejo Sustentable del Bosque Húmedo Tropical en Honduras : Experiencias de la Región Forestal Atlántida. *Revista Forestal Centroamericana* No. 6(2): 27-37.
- PDBL. 1995 Broadleaf Forest Development Project PDBL. Final Report 1988-1995. La Ceiba, Atlántida. Honduras.
- Peralta, R.O., 1994. El desarrollo forestal comunal en Honduras. *Bosques, Arboles y Comunidades Rurales*, 23:37-39
- Putz, F.E., Brokaw, N.V.L., 1989. Sprouting of broken trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 70: 508-512.
- Reilly, A.E., 1991. The effects of Hurricane Hugo in three tropical forests in the U.S. Virgin Islands. *Biotropica* 23 (4a):414-419.
- Rodriguez Torres, 1992. Diagnostico socioambiental y estrategias de manejo para la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Pico Bonito, La Ceiba, Honduras. Tesis de Maestría, CATIE-168 pp

- Rosales, J., F. Sánchez. 1990. Estudio Exploratorio de los Suelos del Area de Influencia del P.D B L. (Depto. de Atlántida). Proyecto Desarrollo del Bosque Latifoliado. Programa Forestal Honduras-Canadá. La Ceiba, Honduras
- Sáenz G., Finegan B., en prensa. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Catie.
- Scatena F.N., Larsen, M., 1991. Physical aspects of hurricane Hugo in Puerto Rico. *Biotropica* 23(4a):317-323
- Scatena F.N., Silver, W., Siccama, T., Johnson, D.L., Small, T.W., 1993. Biomass and nutrient content of the Bisley Experimental Watersheds, Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico, before and after Hurricane Hugo. *Biotropica* 25: 15-27.
- Sección de Climatología del Aeropuerto Toncontín, Tegucigalpa, Honduras. Comunicación personal.
- Spurr, S.H., 1956. Natural restocking of forest following the 1938 hurricane in central New England. *Ecology* 37:443-451.
- Tanner E; Kapos V; Healey J (1991) Hurricane effects on forest ecosystem in the Caribbean. *Biotropica* 23(4):513-521.
- Turton, S.M., 1992. Understorey light environments in a north-east Australian rain forest before and after a tropical cyclone. *Journal of Tropical Ecology* 8:241-252.
- Vandermeer J.H., Mallona, M.A., Boucher, D. H., Yih, K., Perfecto, I., 1994. Three years of ingrowth following catastrophic hurricane damage on the Caribbean coast of Nicaragua: evidence in support of the direct regeneration hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 11: 465-471.
- Vandermeer J.H., Zamora, N., Boucher, D. H., Yih, K., 1990. Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del Huracán Juana. *Revista de Biología Tropical*, 38(2b):347-359.

- Vandermeer, J.H., de la Cerda, I.G., Boucher, D.H., 1997. Contrasting growth rate patterns in eighteen tree species from a post-hurricane forest in Nicaragua. *Biotropica* 29(2):151-161
- Vázquez-G, J.A., 1994. Magnolia (Magnoliaceae) in Mexico and Central America: a synopsis. *Brittonia*, 46(1): 1-23
- Veblen, T.T., 1985. Stand dynamics in Chilean *Nothofagus* forests. En: Pickett, S; Whitte P (1985) *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Londres, 35-51.
- Vieira, I.C.G., Proctor, J., 1997. Dinâmica de sementes e regeneração vegetalia em florestas sucessionais da Amazônia Oriental. Simpósio Internacional "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People and Policy".
- Walker L.R., 1995. Timing of post-hurricane tree mortality in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 11: 315-320.
- ✓ Walker L.R., Voltzow, J., Ackerman, J.D., Fernández, D.S., Fetcher, N., 1992. Immediate impact of hurricane Hugo on a Puerto Rican rain forest. *Ecology*, 73(2): 691-694
- ✓ Walker, L. R., 1991. Tree damage and recovery from hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):379-385.
- Whigmam D; Olmsted I; Cabrera E; Harmon M; (1991) The impact of Hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in dry tropical forest in northesatern Yucatan Peninsula *Biotropica* 23(4a):434-441.
- Whitmore, T.C., 1989. Changes over twenty-one years in Kolombangara rain forests. *Journal of Ecology* 77: 469-483.
- Wyatt-Smith, J., 1954. Storm forest in Kelantan. *Malayan Forester*, 18:5-11.
- Yih, K., Boucher, D.H., Vandermeer, J.H., Zamora, N., 1991. Recovery of the rain forest of southeastern Nicaragua after destruction by Hurricane Joan. *Biotropica* 23 (2):106-113.

You, C., Petty, W H., 1991. Effects of Hurricane Hugo on *Manilkara bidentata*, a primary forest tree specie in the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):400-406

Zimmerman, J; Everham, E; Waide, R; Lodge, J; Taylor C; Brokaw, N (1994) Responses of tree species to hurricane winds in subtropical wet forest in Puerto Rico: implications for tropical life histories. *Journal of Ecology*, 82:911-922

2.-PAUTAS ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE BOSQUES NATURALES AFECTADOS POR HURACANES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS.

Borrador de artículo

Por: Juan José Ferrando

2.1.-RESUMEN

La costa norte de Honduras se ve frecuentemente afectada por huracanes y tormentas tropicales, siendo estos los disturbios naturales más frecuentes sobre los bosques de la región. Estos disturbios ocasionan daños sobre el bosque, que determinan su dinámica cuyo conocimiento es básico para el manejo forestal sostenible.

El objetivo este documento es presentar las consecuencias del impacto de huracanes sobre bosques tropicales del Caribe y plantear interrogantes y sugerencias sobre el manejo forestal de los mismos. El trabajo se realizó con base en revisión de literatura y a relevamiento de campo en áreas afectadas en el año 1974 por el huracán Fifi en la costa norte de Honduras.

Los bosques estudiados, al igual que en otras zonas del Caribe, no muestran grandes diferencias a nivel de especies entre rodales disturbados por huracán y con signos de no haber sido disturbados. Básicamente las diferencias son a nivel de estructura. Los rodales disturbados por huracán, si difieren en composición y estructura, de aquellos disturbados por agricultura y luego abandonados. Existen diferencias en la respuesta de las especies ante el disturbio, algunas como *Vochysia cf. jefensis*, responden con abundante reclutamiento, lo que las hace promisorias para el manejo. Otras como *Magnolia yoroconte*, solo regeneran en sitios muy disturbados. En general varias especies respondieron al disturbio de huracán generando cohortes de lo que se infiere que algún sistema silvícola de bosques coetáneos se podría adaptar para el manejo de estos bosques.

El manejo forestal de estos bosques, estará subordinado a los efectos del huracán, por lo que se recomienda: categorizar los rodales en función del tipo de daño y el mecanismo de recuperación esperado y planificar el manejo integral del área a partir de esta categorización; prestar especial atención a la recuperación de las áreas más disturbadas, ya que en estos ambientes prospera *Magnolia yoroconte*, especie interesante desde el punto de vista ecológico (por su escasa regeneración y su posible endemismo) y económico; evitar aumentar la vulnerabilidad de áreas susceptibles a ser afectadas por huracanes (vientos y lluvias); Finalmente se proponen líneas de investigación para aproximarnos al manejo sostenible de estos bosques.



2.2.-INTRODUCCIÓN

La costa norte de Honduras, recientemente afectada por el Huracán Mitch, fue afectada, en promedio, por 1 huracán cada 3 años en los últimos 100 años (Sección Meteorología del Aeropuerto de Toncontín). La mayoría de estos huracanes, no tocan tierra, provocando solo fuertes lluvias responsables de inundaciones y deslizamientos de tierra (Richard 1993). Periódicamente alguno de estos huracanes hace contacto con el continente provocando, con sus fuertes vientos, severos daños al bosque.

Las pautas y normas técnicas para el manejo forestal del bosque latifoliado en la costa norte Honduras fueron claras y correctamente planteadas por Mendieta (1993). El hecho de que aún hoy la actividad forestal en la región siga siendo, a pesar de las mejoras introducidas, extractivista, responde a varias de las causas identificadas por Finegan *et al.* (1993). Una de estas causas se refiere a la falta de información o conocimiento acerca del patrimonio forestal. La base de una adecuada ordenación forestal, parte del conocimiento de la posibilidad silvícola (que es la cantidad de madera que se puede extraer del bosque en forma periódica y sostenida, sin por eso disminuir la capacidad productiva del bosque), la cual difícilmente se pueda calcular sin el conocimiento cabal del crecimiento y dinámica del bosque. Sumada a esta dificultad de conocer la dinámica del bosque *per se*, existen en la región disturbios naturales periódicos como los huracanes, que tienen un profundo efecto sobre las existencias y consecuencias en la dinámica del bosque. Es probable que la mayoría de los bosques de la ecoregión Bosque Húmedo del Atlántico Centroamericano (Dinerstein *et al.* 1995) que se extiende desde Panamá hasta la costa norte de Honduras, se encuentran afectados por huracanes periódicos, teniendo una mayor frecuencia en Honduras y Nicaragua. La similitud en la composición de los rodales disturbado y no disturbado en el extremo norte de la ecoregión (Ferrando 1998), pone de manifiesto la posible adaptación de estos bosques a los disturbios de huracán, produciéndose su recuperación principalmente por el rebrote de las especies sobrevivientes y liberación de los individuos suprimidos del sotobosque. Este hecho nos garantizaría que de no mediar ningún disturbio adicional (fuego, agricultura, pastoreo, aprovechamiento forestal) el bosque en general, rápidamente se recuperará, sin riesgos de pérdidas en su diversidad biológica. Estos bosques a pesar de los huracanes logran mantener interesantes volúmenes de madera comercial. Proponer un manejo sostenible a largo plazo de estos bosques, sin embargo plantea dos interrogantes difíciles de responder, (1) ¿cuáles serán las consecuencias de un huracán, sobre la estructura y composición de un bosque aprovechado? Y (2) ¿cómo planificar el manejo a largo plazo si no podemos prever que bosques serán dañados por un próximo huracán?

El objetivo del presente documento es presentar las consecuencias del impacto de huracanes sobre bosques tropicales y plantear interrogantes y sugerencias sobre el manejo forestal de los mismos. El trabajo se realizó con base en revisión de literatura y a relevamiento de campo en áreas afectadas por huracanes en la costa

norte de Honduras. El trabajo de campo se llevó a cabo en sitios afectados por el Huracán Fifi último huracán que afecto la zona antes del presente estudio. El Huracán Fifi, calificado categoría 2 en la escala de 1 a 5 de Saffir-Simpson, con una presión de 977 mb y vientos sostenidos de 170 km por hora, impacto contra la costa norte de Honduras el 9 de setiembre de 1974. Se compararon rodales aparentemente no disturbados drásticamente por el Huracán, rodales disturbados por el Huracán, bosques secundarios provenientes de parcelas de agricultura migratoria abandonadas aproximadamente en la misma época en que impactó el huracán y la regeneración en sitios de aprovechamiento forestal (Ferrando, 1998). Adicionalmente, y debido a la importancia ecológica (escasa regeneración y posible endemismo) y económica de *Magnolia yoroconte* (Vázquez, 1994, Ferrando 1998), se analizaron los ambientes en que la regeneración de esta especie era abundante.

2.3.-LOS EFECTOS DE LOS HURACANES SOBRE LOS BOSQUES DEL CARIBE: REVISIÓN DE LITERATURA.

Los efectos de un huracán sobre el bosque, van a depender, por un lado de las características del huracán (velocidad de viento, velocidad de avance) y del ecosistema afectado (topografía, composición y estructura del bosque, disturbios previos, entre otros) (Tanner *et al.* 1991)

Los efectos pueden ser clasificados como físicos y biológicos, aunque estos últimos son consecuencias de los primeros. Entre los efectos físicos podemos encontrar los relacionados con el daño directo por el viento e indirectos, por caída de árboles. El daño es difícil de cuantificar dado que este es sumamente variable entre tipos de bosque y entre especies (Zimmerman *et al.* 1994, Frangi y Lugo 1998). No es claro que características determinan cual rodal o cuales árboles van a ser los más perjudicados. El grado de daño puede depender de la topografía, de las características del rodal y de los individuos y de las especies (Brokaw y Walker, 1991; Boose *et al.* 1994). Tanner *et al.* (1991), sugieren que los árboles en los valles están más expuestos a daños por vientos que los que se ubican en pendientes o crestas. En contraste, Bellingham *et al.* (1992) encontraron menos daños en los bosques de valles y mayor daño en los bosques con pendientes, también encontraron más daño en las bajas elevaciones que en las cimas de las montañas. El daño por el viento esta relacionado con la intensidad del viento y la exposición, pero la variación de exposición dentro del paisaje es compleja y puede resultar que los valles o las laderas protegidas, pueden también estar expuestas a fuertes vientos. Una excepción de la relación entre intensidad y daño ocurre en aquellas posiciones más expuestas al impacto de los vientos, debido a que están adaptadas a éstos (Everham y Brokaw, 1996). El suelo influye en el daño por viento, en relación con el desarrollo de las raíces. Cualquier impedimento en el desarrollo de éstas (suelo superficial, alto nivel freático, capas impermeables poco profundas) predispone al

rodal a intensos daños (Everham y Brokaw, 1996) Los claros provocados por vientos huracanados, registrados en la literatura van desde 0.004 ha hasta 37 ha (Everham y Brokaw 1996). Básicamente el huracán cambia la disposición de la biomasa dentro del bosque, provocando una "caída" del dosel.

2.3.1.-Factores que influyen en el daño

El nivel de daño por el viento, es determinado por la interacción de factores biológicos, edáficos e históricos con procesos meteorológicos y estocásticos (Foster y Boose 1992).

Dentro de los factores biológicos podemos incluir, el tamaño del árbol, las condiciones del rodal y la composición de especies. Algunos investigadores (Reilly 1991, Basnet *et al.* 1992) han encontrado una relación entre el tamaño del árbol y el daño por viento. En general se puede encontrar una relación unimodal entre el tamaño y la susceptibilidad al daño directo (Everham y Brokaw 1996). En Nicaragua, Boucher (1989) y Yih *et al.* (1990) encontraron que las clases de Dap más dañadas en forma directa por el viento fueron las que iban de 15 a 45 cm de Dap. Basnet *et al.* (1992) reportan que en Puerto Rico, la clase menos dañada fue la de 50-60 cm de Dap aunque pocos árboles mayores a 60 cm entraron en su muestra, como para saber si sufrieron menos o más daño que esta clase. Por su parte, otros investigadores no encuentran en los bosques estudiados, relación entre el tamaño y el daño (Lugo *et al.* 1983, Bellingham *et al.* 1992, Walker *et al.* 1992, Foster y Boose 1992) o lo encuentran pero relacionado a especie o gremios de regeneración (Zimmerman *et al.* 1994) Las relaciones entre tamaño y daño, pueden ser oscurecidas por las condiciones de la tormenta, la posición topográfica, entre otras. Foster y Boose (1992) encontraron una correlación positiva entre altura y daño y además observaron que éste efectos se incrementaba desde los sitios topográficamente protegidos a los desprotegidos.

Algunos autores como Boucher (1990), han observado que árboles grandes pueden sobrevivir por ser más resistentes y el daño se concentra en los árboles intermedios

Foster y Boose (1992) observaron que los árboles entre 10 y 100 m de áreas abiertas fueron más susceptibles de ser volteados. Everham y Brokaw (1996) relacionan el daño, con la homogeneidad del dosel, la edad del rodal (los rodales jóvenes son más resistentes), raleos recientes (hacen más heterogéneo el dosel, restan estabilidad a los árboles remanentes) y a la proximidad de áreas abiertas

En cuanto a la composición específica de un bosque existe una tendencia a que las especies pioneras sufran más daño que las especies sucesionales tardías (Zimmerman *et al.* 1994). La susceptibilidad de estas podría ser producto de la densidad de su madera ó a que son dominantes en el dosel y por ende más expuestas a los vientos (Foster 1988). Las especies de árboles pioneros de corta vida, en general, exhiben una menor capacidad para rebrotar (Walker *et al.* 1992, Zimmerman *et al.* 1994)

2.3.2.-Efectos sobre la dinámica

Dentro de los factores biológicos, el efecto más importante, consecuencia del daño, es la variación temporal de la dinámica del bosque (You y Petty 1991, Boucher *et al* 1994, Boucher y Mallona 1997, Vandermeer *et al* 1990 y Vandermeer *et al* 1997), provocando un aumento de la tasa de mortalidad, reclutamiento y crecimiento

2.3.2.1.-Mortalidad

Si bien la tasa de mortalidad es variable, se puede considerar baja (3 a 13%, Walker *et al* 1991) en comparación con los daños estructurales sufridos. Los árboles, volteados y quebrados, usualmente no mueren, al menos inmediatamente. Boucher (1990) documentó un extenso rebrote y por lo tanto sobrevivencia, del 75% de los árboles volteados en Nicaragua después del huracán Juana y Walker (1991), el 85% en Puerto Rico después del huracán Hugo. No obstante la afirmación de que la tasa de mortalidad es baja, existen pocas mediciones directas de la mortalidad y estas coinciden con parcelas de estudio de dinámica de bosques afectadas casualmente por huracanes.

Frangi y Lugo (1998) reportan que la mortalidad diferida de los árboles dañados 5 años después del Huracán Hugo en Puerto Rico, fue más alta que la mortalidad inicial después del huracán y también más alta que la mortalidad de aquellos individuos que no sufrieron daño, aunque también hay que tener en cuenta que la mortalidad registrada por estos autores es la más baja (3%). Zimmerman *et al.* (1994) y Frangi y Lugo (1998), encontraron diferencias significativas en la tasa de mortalidad entre especies.

2.3.2.2.-Reclutamiento

La disminución de la altura del dosel superior, producto del quiebre y caída de los árboles, debería permitir que más luz penetrase al sotobosque del bosque disturbado por huracán. Más luz podría promover la colonización de especies pioneras (Walker, 1991), y un incremento en el crecimiento de la regeneración avanzada (You y Petty, 1991). La "caída" del dosel producto de un huracán, provocó una entrada de luz 2 a 3 veces mayor a los estratos más bajos del bosque en el noreste de Queensland (Turton 1992). Aunque dañados, los árboles del sotobosque, por ser jóvenes y en general, de especies de bosque primario, fueron aptos para rebrotar.

La germinación y reclutamiento de nuevos individuos es factible dada la entrada de luz, pero encuentran un impedimento en el grueso manto de hojarasca que se deposita en el piso del bosque, que restringe, en forma mecánica y biológica la germinación de especies, fundamentalmente de aquellas que poseen pocas reservas en sus semillas, como las pioneras (Guzmán y Walker 1991).

Aunque muchas especies pueden florecer en respuesta a la defoliación, se generará una carencia temporal de semillas. Sin una oferta de frutos maduros, los dispersores de semillas, si es que sobrevivieron al disturbio,

dispersarán en otras áreas menos disturbadas (Boucher 1990, Yih *et al.* 1991). El sistema entero es menos apto para proveer y dispersar nuevas plantas, y por lo tanto la recuperación dependerán del banco de semillas del suelo (cubierto por una gruesa capa de hojarasca) y las especies que rebroten (Everham y Brokaw 1996).

2.3.3.-Estrategias de recuperación del bosque ante un huracán.

Everham y Brokaw (1996), reconocen una serie de adaptaciones de las especies que facilitan la recuperación del bosque en un sitio afectado, estos son 1) la capacidad para resistir el daño por viento, 2) la capacidad para rebrotar y 3) la capacidad de florecer y fructificar rápidamente

La recuperación ó modo por el cual los árboles reocupan el rodal, es al igual que el daño, muy variable entre especies (Walker, 1991). El mecanismo de recuperación, puede ser más importante para la supervivencia de las especies que la propia resistencia al daño (Putz y Brokaw, 1989; Boucher *et al.* 1990) y más determinante de la estructura de las comunidades post-huracanes, que su habilidad para sobrevivir al impacto inmediato del huracán (Walker *et al.* 1992).

En función de la intensidad y severidad del daño causado al bosque por el viento, Everham y Brokaw, (1996) reconocen 4 vías de recuperación:

- 1) Rebrote, mediante el cual la vegetación se recupera por el rebrote de los árboles sobrevivientes. Esta vía es más común en bosques tropicales que templados. Boucher (1989) lo describe como "regeneración directa". Este mecanismo puede cambiar temporalmente la estructura del rodal a través de las diferentes capacidades de las especies para rebrotar (Bellingham *et al.* 1994). En su revisión bibliográfica Everham y Brokaw (1996) reportan que un alto porcentaje de los trabajos en bosques tropicales afectados por huracanes, se refieren a este mecanismo como el modo de recuperación más común.
- 2) Liberación, se refiere al rápido crecimiento de los árboles suprimidos en el sotobosque o de renovales. Veblen y Lorentz (1987), Veblen *et al.* (1986,1989) y Glitzenstein y Harcombe(1988) encontraron que las especies pioneras eran reemplazadas por otras más tolerantes, luego que las primeras eran derribadas por el viento. You y Petty (1991) reportan un aumento en el crecimiento y la tasa de reclutamiento de *Manilkara bidentata* en Puerto Rico, luego del impacto de un huracán.
- 3) Reclutamiento, referido a la recuperación del bosque a través del establecimiento de regeneración de especies de etapas sucesionales tempranas, aunque éste probablemente no corresponde con el modelo esperado de sucesión secundaria (Everham y Brokaw, 1996). La escasez de especies pioneras en muchos de los claros reocupados por reclutamiento puede deberse según Yih *et al.* (1991), a la falta de semillas, a la gruesa capa de hojarasca asociada con los altos niveles de daño estructural y a la inhibición

causada por los sistemas radiculares de las plantas sobrevivientes. En general la vía de recuperación de reclutamiento debería esperarse después de, por lo menos baja a moderada mortalidad y/o altos niveles de daño estructural (Yih *et al.* 1991). En parcelas experimentales Guzmán y Walker (1991) demostraron que la regeneración aumenta cuando la hojarasca producida por el huracán es removida. Zimmerman *et al.* 1994, encontraron que la posibilidad de establecimiento de especies pioneras es alta en los sitios en que los árboles arrancados de raíz dejan expuesto el suelo mineral.

- 4) Represión, referida a la sucesión secundaria que es suprimida por el establecimiento o crecimiento de plantas, a menudo trepadoras, que restringen el crecimiento del rebrote o reclutamiento de árboles (Everham y Brokaw, 1996).

Es posible que en algunos caso el camino de recuperación inicial sea modificado por ejemplo por el decaimiento de los rebrotes y la ocupación del sitio por pioneras, por la mortalidad retardada de los árboles originalmente sobrevivientes, o por el efecto de disturbios posteriores (p.e. fuego). Por ejemplo en la isla de Barro Colorado, Putz y Brokaw (1989), encuentran que las especies que originalmente rebrotan, no pueden competir con el rápido crecimiento de las pioneras.

El tiempo de recuperación dependerá de la variable tomada en cuenta (Biomasa, composición específica, estructura del dosel) y del mecanismo de recuperación. Bellingham *et al.* (1992), predicen el tiempo de recuperación después del Huracán Gilbert en Jamaica de acuerdo al mecanismo empleado, el cual duraría siglos si especies pioneras se establecen o décadas si la recuperación es a través del rebrote.

2.3.4.-Relación con otros disturbios

La diversidad de especies de un bosque dependerá de la frecuencia del régimen de disturbios y cualquier variación en el régimen de estos (por ejemplo en la zona de estudio, aumento de la frecuencia natural de huracanes o interacción con disturbios antrópicos) tendrá consecuencias en la composición, estructura y diversidad del bosque (Doyle 1981).

Vandermeer *et al.* (1997), reportan que las especies encontradas en bosques secundarios provenientes de áreas que habían sido clareadas para uso agrícola antes del huracán, fueron en su mayoría diferentes a las encontradas en el bosque dañado por el huracán.

Allen (1992, citado por Everham y Brokaw 1996) encontró que una segunda tormenta de igual o mayor intensidad que su precedente, produjo una cuarta parte del daño que la primera. Foster (1988) encontró que disturbios como aprovechamiento forestal, agricultura o incendios, pueden producir densos rodales jóvenes, que son más resistentes al viento

Lugo *et al.* (1983), comparó en Dominicana, donde la frecuencia de huracanes es del doble que en nuestro

sitio de estudio, el disturbio de huracán con un terremoto y deslizamientos de tierra, concluyendo que los huracanes causan más daño porque afectan áreas más grandes y porque son disturbios más frecuente. No obstante el tiempo estimado de recuperación del bosque es muchos más rápido. Boucher (1990) por su parte, sugiere que el huracán en un disturbio discreto, y que difiere de los disturbios antropogénicos como aprovechamiento forestal, agricultura y conversión a pasturas, por su duración y continua remoción de la vegetación. Dalmier et al (1991, citado por Everham y Brokaw 1996) afirma que un bosque disturbado por huracán, no puede ser comparado con un claro, y que es más comparable con un bosque que ha sido uniformemente raleado. Spurr (1956) también sugiere que el disturbio de un huracán es similar a un bosque aprovechado. Merrens y Peart (1992) comparan la recuperación de un bosque ante el disturbio de un huracán, como la de un bosque después de una tala rasa. Everham y Brokaw (1996) diferencian la caída de árboles relacionados a vientos de carácter catastróficos de la mortalidad natural y la creación de claros, en tres aspectos: la distribución de tamaños de claros; la naturaleza del daño y la habilidad del sistema para responder. No obstante plantean qué es inapropiado hacer este tipo de diferenciaciones y que lo correcto debería ser visualizar a estos como un gradiente de disturbios, que van desde el árbol muerto en pie hasta los grupos de árboles derribados por intensos vientos. Whigman et al. (1991) estimaron que los incendios posteriores al Huracán Gilbert en Yucatán tuvieron mas impacto en la mortalidad de árboles que el propio huracán.

Spurr (1956) describe la interacción entre el disturbio de huracán y aprovechamiento forestal con 3 escenarios posibles: 1) si existe regeneración avanzada en el sotobosque y no hay aprovechamiento de árboles, la recuperación se dará por liberación de esta regeneración; 2) si existe regeneración avanzada y se realiza aprovechamiento de troncos caídos o quebrados, esta regeneración se mezclara con especies pioneras (reclutamiento); y 3) si no existe regeneración avanzada las pioneras se establecerán haya o no intervención humana.

2.4.-EL CASO DE LOS BOSQUES DE TONCONTÍN

Del análisis de fotografías aérea de entre 3 y 5 años posteriores al huracán Fifi, se pudo apreciar que el 28% de los bosques estaban entre moderado a severamente disturbados ya sea por aprovechamiento forestal o huracán. Los resultados obtenidos por Ferrando (1998) muestran pocas diferencias a nivel de especies dominantes entre rodales aparentemente no disturbados y disturbados por huracán (Cuadro 1 a y b). Las principales diferencias encontradas fueron estructurales (Figura 1), ya que los rodales disturbados por

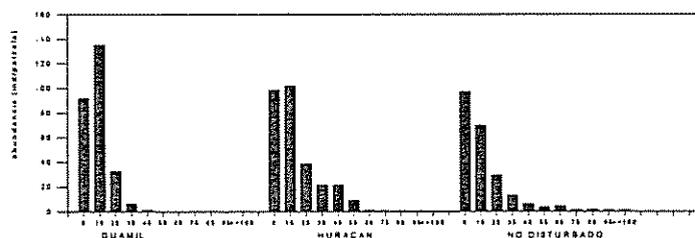


Figura 1 - Distribuciones por clase de DAP por tipo de vegetación velozes medios por clase diámetro, intervalo de clase 10 cm. Número de repeticiones: Guamil, n=3; Huracán, n=4; no disturbado = 4. Parcelas de 0.25 ha (50x50m) a) a partir de 5 cm de Dap; b) a partir de 40 cm de Dap

huracán en comparación con los no disturbados, tenía menos individuos mayores de 50 cm Dap, y mayor proporción de individuos jóvenes. En cuanto a los bosques afectados por agricultura migratoria (guamiles) y abandonados aproximadamente hace 20 años, si bien no hay mayor diferencia en el número de individuos, el área basal es la mitad que la de los bosques no disturbados y disturbados por huracán, y básicamente acumulada en las primeras clases de Dap. Además encontramos que un menor número de especies dominan el sitio (pioneras) (Cuadro 1c). Al analizar la distribución de diámetros (Figura 1) en los rodales disturbados (huracán o guamil) encontramos a partir de 5 cm Dap, una distribución en forma de montículo (unimodal) sesgada a la izquierda, en tanto que en el bosque no disturbado encontramos una distribución de tipo "J" invertida. El tipo de distribución unimodal es de esperar en el guamil, producto del desarrollo de la sucesión secundaria (Finegan 1992). En cambio en los rodales disturbado por huracán, este tipo de distribución podría responder a que el disturbio provocó un alto reclutamiento de la regeneración presente en el sotobosque, que actualmente se encuentra en la clase de 10-20 cm Dap. Algunas especies como *Vochysia cf. jefensis*,

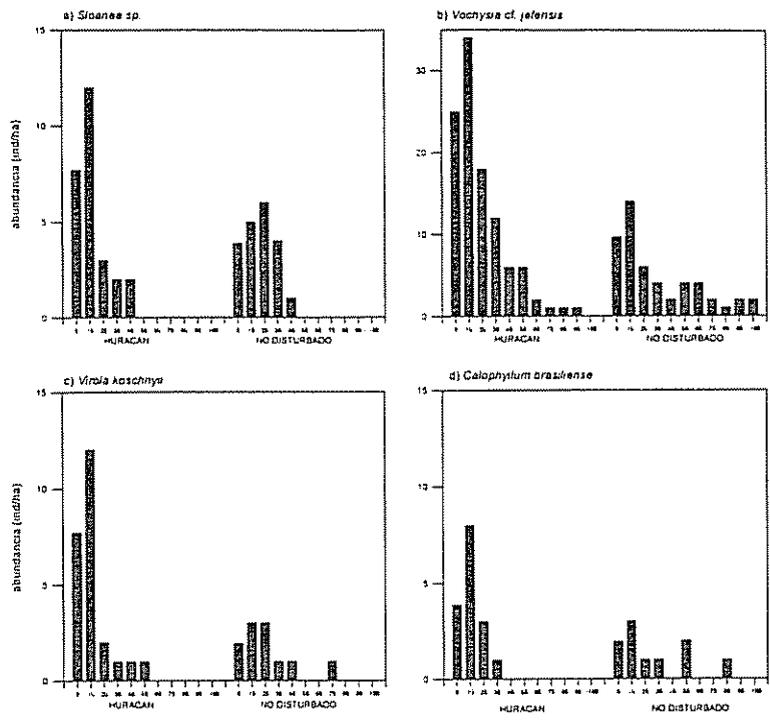


Figura 2: Distribución por categoría de tamaño en bosque no disturbado y bosque disturbado por huracán de especies que presentan cohortes y "picos" de abundancia en relación con el disturbio.

Sloanea sp., *Billia hippocastanum*, *Symphonia globulifera*, *Virola koschnyi*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia*, *Macrohasseltia macroterantha*, *Tapirira guianensis*, *Alchomea latifolia*, *Cecropia peltata* y *Dialium guianense* parecen presentar clases de edad o cohortes que serían controladas espacial y temporalmente por los disturbios de huracán (Figura 2)

Magnolia yoroconte, la especie de mayor valor comercial en la zona de estudio, no presentó regeneración en los rodales no disturbados y disturbados por el huracán Fifi, pero si presentó regeneración en bosques secundarios (Figura 3), algunos probablemente originados en el huracán. Aparentemente la especie depende

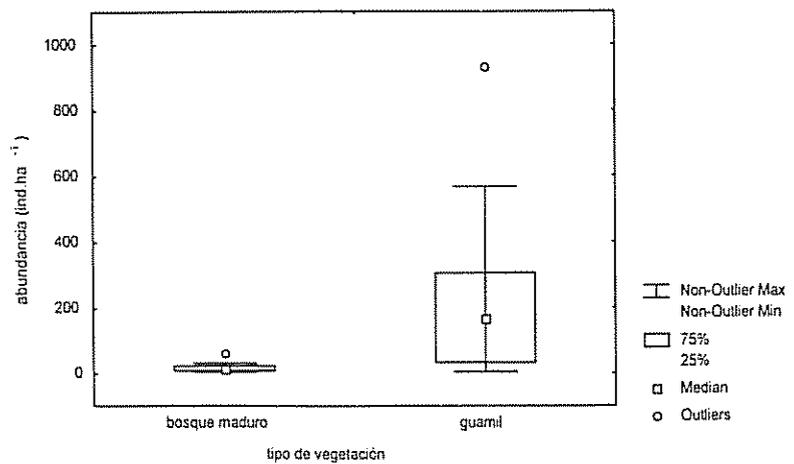


Figura 3: Abundancia de *M. yoroconte* (ind ha⁻¹) en guamiles y bosques maduros aledaños

para su renovación de un nivel de disturbio severo, que solo se presenta en lugares puntuales dentro del área afectada por un huracán de intensidad normal. Es posible que los rodales en los cuales la especie domina (Figura 4) ó presenta buenos volúmenes comerciales, hayan sido originados en un disturbio muy severo algunos siglos atrás.

Por distintos mecanismos las especies, parecen responder de formas similares ante el disturbio, algunas probablemente por la liberación de regeneración ya establecida (*Vochysia cf. jefensis*, *Virola koschnyii*), otras encuentran la oportunidad de germinar en los claros (*Cecropia peltata*, *Alchornea latifolia*) o logran establecerse en áreas disturbadas ya ocupadas por pioneras (*Magnolia yoroconte*). Algunas especies muestran distribuciones multimodales tanto en sitios disturbados como no disturbados (*Terminalia amazonia*, *Vochysia cf. jefensis*) que hacen pensar que son la respuesta a pulsos de regeneración provocados por huracanes anteriores.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) por tipo de vegetación, presentó a *Vochysia cf. jefensis* como la especie de mayor importancia en bosque no disturbado y huracán (10.9 y 12.2 % respectivamente) (Cuadro 1a y 1b), siendo además, en estos dos tipos de vegetación la especie de mayor abundancia, dominancia y frecuencia relativa. El IVI en bosque no disturbado, *V. cf. jefensis* fue seguida por *Genipa americana* y *Terminalia amazonia* (Cuadro 1a). *Alchornea latifolia* y *Trema micrantha* comparten prácticamente la mayor importancia en guamil, seguidas por *Cecropia peltata* (Cuadro 1c). Las 10 especies de mayor valor de importancia en no disturbado, huracán y guamil constituyeron respectivamente el 41, 45 y 74%, del IVI total para todas las especies (Cuadro 1a,b,c). Algunas especies como *B. alicastrum*, *Q. skinneri*, *Sloanea sp.*, *B. hippocastanum* y *S. globulifera*, presentan regeneración bajo el dosel del bosque secundario en los guamiles. Las distintas especies tienen diferentes comportamientos ante el disturbio. Tradicionalmente en los bosques latifoliados de la costa norte de Honduras, los técnicos forestales han identificado dos estratos en el bosque, el bosque maduro (para nosotros no disturbado) y el bosque joven (disturbado probablemente por huracán o tala de árboles). Independientemente del origen del disturbio, no hay duda que *V. cf. jefensis* es una especie de

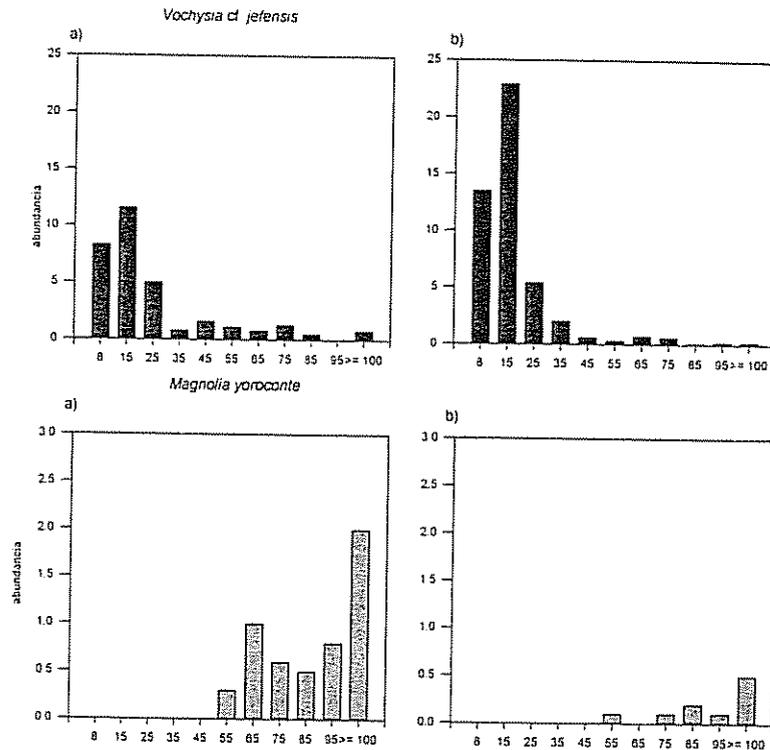


Figura 4: Distribución por categoría de tamaño para los individuos de *Vochysia djefensis* y *Magnolia yoroconte* (ind.ha⁻¹) > 5cm Dap en 35 ha, discriminado por tipo de estructura de bosque. a) bosque maduro (no disturbado); b) bosque joven (huracán?) Fuente: Plan de Manejo Bosque Comunal Toncontín, área de corta anual Los Encuentros.

pronta respuesta ya que como se desprende de datos de inventarios realizados en la zona de estudio, al igual que en los rodales muestreados por Ferrando (1998), la abundancia en bosques disturbados es el doble de los no disturbados y básicamente aportada por las clase de Dap menores. En contraste *M. yoroconte* no muestra individuos en las clases menores, ni en los rodales disturbadas, ni no disturbados. La menor presencia de individuos ≥ 50 cm Dap en el bosque disturbado es probablemente debido al huracán (se encontraron troncos caídos de la especie que según los pobladores correspondían al huracán) y al aprovechamiento forestal de la especie.

a)					b)					c)				
No disturbado	I	G	F	IVI %	Huracán	I	G	F	IVI %	guamil	I	G	F	IVI %
<i>Vochysia cf jefensis</i>	7.5	18.2	6.9	10.9	<i>Vochysia cf jefensis</i>	11.3	17.5	7.9	12.2	<i>Alchornea latifolia</i>	19.9	14.7	14.0	16.2
<i>Genipa americana</i>	6.2	2.3	5.8	4.8	<i>Euterpe precatoria</i>	8.9	5.9	6.7	7.2	<i>Trema micrantha</i>	15.2	19.6	13.2	16.0
<i>Terminalia amazonia</i>	1.8	9.6	1.9	4.5	<i>Quercus skinneri</i>	7.7	2.3	5.2	5.0	<i>Cecropia peltata</i>	12.3	11.4	12.0	11.9
<i>Brosimum alicastrum</i>	4.0	4.8	3.9	4.2	<i>Brosimum alicastrum</i>	4.0	3.1	3.8	3.6	Melastomataceas	9.5	4.7	8.7	7.6
Palma	5.5	1.2	4.5	3.7	<i>Gordonia brandegeei</i>	3.8	2.5	3.8	3.4	<i>Coccoloba spp</i>	7.9	4.9	7.3	6.7
<i>Stonea sp.</i>	3.1	2.0	3.7	2.9	<i>Billia hippocastanum</i>	2.4	4.8	2.4	3.2	vaso de chanco	6.9	5.1	6.2	6.0
<i>Magnolia yoroconte</i>	0.7	5.9	0.9	2.5	<i>Terminalia amazonia</i>	3.1	2.0	3.4	2.8	<i>Terminalia amazonia</i>	0.4	9.0	0.6	3.3
<i>Symphonia globulifera</i>	1.7	4.0	1.7	2.5	<i>Genipa americana</i>	0.9	6.0	1.2	2.7	guacimo	2.5	1.2	3.4	2.3
<i>Euterpe precatoria</i>	3.5	0.8	3.2	2.5	<i>Symphonia globulifera</i>	3.0	1.7	3.1	2.6	<i>Gordonia brandegeei</i>	0.9	4.2	1.1	2.1
Lauraceae	3.1	1.5	3.0	2.5	<i>Stonea sp.</i>	1.9	3.3	2.2	2.5	vara blanca	2	1.8	2	2.1
Subtotal (10 especies)				41.0	subtotal (10 especies)				45.2	subtotal (10 especies)				74.2
Otras (71)				59.0	Otras (76)				54.8	Otras (38)				25.8
Total (81 entidades)				100	Total (86 entidades)				100	Total (48 entidades)				100

Cuadro 1a,b,c: Índice de valor de Importancia por tipo de bosque (DAP \geq 10 cm). a) bosque no disturbado; b) huracán; c) guamil
I = abundancia relativa (%); G = área basal relativa (%); F = frecuencia relativa (%)

La mayoría de las especies estudiadas regeneran bien en el bosque no disturbado. La presencia de estas en la clase de Dap de 10-20 cm en el bosque disturbado por huracán estudiado, demuestra el efecto de la apertura del dosel sobre la regeneración avanzada.

2.5.-DISCUSIÓN

Aunque los rodales afectados por agricultura migratoria y los disturbados por huracán poseen aproximadamente la misma edad, estos difieren en estructura y composición, lo cual refleja la severidad del disturbio de agricultura en comparación con el huracán, y los diferentes mecanismos puestos en juego en la recuperación de estos rodales. Las parcelas de agricultura abandonada se recuperaron mediante reclutamiento de especies pioneras que lograron regenerar en las condiciones de iluminación del sitio y aún luego de 20 años lo dominan. Por su parte, los rodales disturbados por huracán se habrían recuperado a partir del rebrote y liberación de la regeneración avanzada del sotobosque.

Por otra parte la similitud entre los rodales disturbados por huracán y los no disturbados, evidencia que, el huracán, en general, no es un disturbio tan drástico al cual el bosque puede responder con una rápida recuperación, principalmente, sobre la base de rebrote de las especies sobrevivientes y la liberación de la regeneración avanzada y de los individuos suprimidos del sotobosque.

Debido a que los huracanes en la mayor parte del bosque provocan defoliación y pequeños claros, las especies que de algún modo germinan bajo dosel, podrán reclutar y crecer hasta que, por refoliación, rebrote

o expansión de las copas, el dosel se vuelva a cerrar. De esta forma, es posible encontrar cohortes que avanzan lentamente hacia el dosel mientras no hay disturbio y rápidamente en los momentos posteriores al disturbio.

El aprovechamiento forestal disminuye la frecuencia de individuos de las especies aprovechadas. Es probable que algunas de estas especies, al igual que ante el disturbio de huracán, recluten a través de la liberación de regeneración avanzada. El bosque en general está poblado por algunas especies (como por ejemplo, *Vochysia cf. jefensis*, *Sloanea sp.*, *Billia hippocastanum*, *Symphonia globulifera*, *Virola koschnyii*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia*), que presentan regeneración abundante y que reclutarían a categorías superiores ante una apertura del dosel. Aprovechar árboles adultos en sitios donde no hay suficiente regeneración de estas especies podría comprometer la fuente de semilla de interés sin dejar regeneración instalada. Esto causaría una disminución de la dotación árboles semilleros de las especies de interés económico, que no podrán garantizar regeneración instalada en el sotobosque para cuando llegue el huracán, lo que podría conducir un cambio en la composición del bosque. Por otra parte el aprovechamiento forestal puede generar un dosel más heterogéneo y temporalmente restarle estabilidad a los árboles remanentes (Foster 1988) aumentando la probabilidad de un daño mayor.

Donde colonizaron las pioneras, ya sean sitios de agricultura migratoria abandonados o afectados severamente por huracán, podemos encontrar regeneración avanzada de individuos del bosque primario. Si un huracán impacta el sitio, dada la susceptibilidad de las pioneras al daño, podríamos esperar que el disturbio acelere la ocupación del sitio por especies de bosque primario, a través de la liberación de la regeneración avanzada, que impediría al mismo tiempo la germinación de las pioneras (Veblen y Lorentz 1987, Glitzenstein y Harcombe 1988).

De acuerdo con los resultados de varios de los estudios citados (Boucher 1990, Basnet et al. 1992) que determinados sitios estén dominados por algunas especies como *M. yoroconte*, puede ser debido a que estas tengan una mayor resistencia a sufrir daño por el viento. Que no regeneren en el sitio que dominan y que no tenga individuos jóvenes puede ser porque solo regenera donde el disturbio es severo y donde el mecanismo de recuperación sea el reclutamiento. Tres de los 4 sitios de aprovechamiento forestal estudiados, habían sido abundantes en *M. yoroconte* y a la vez eran sitios afectados en 1974 por el huracán Fifi. Muchos sitios de disturbio de huracán fueron descartados en el estudio por haber sido posteriormente disturbados por el aprovechamiento de árboles de *M. yoroconte*. Probablemente, esta especie resiste el impacto y por ende, aumenta su abundancia relativa.

De la información obtenida se desprende que ya sea en bosquetes o generalizado, el disturbio de huracán genera cohortes, y que si bien el bosque es una mezcla de edades, y muchas especies en general pueden

regenerar en las condiciones de iluminación de un bosque maduro, muchas de ellas solo tendrán chance de alcanzar el dosel si se producen aperturas drásticas o periódicas que le permitan suficiente luz como para aumentar su tasa de crecimiento. Esto nos conduce a pensar, desde el punto de vista ecológico en Sistemas Silvícolas de bosques coetáneos (Lamprecht 1990). Dentro de los sistemas utilizados en los trópicos quizá el que más se asemeje a las condiciones generales provocadas por un huracán severo, sea al Sistema Malayo Uniforme o si el impacto del huracán no es muy severo, al Sistema de Dosel Protector utilizado en Nigeria y Trinidad. En este caso en el bosque afectado por el huracán no hay que temer el enmalezamiento del sotobosque, ya la gruesa capa de hojarasca provocada impide el desarrollo de las mismas. En los sitios de impacto moderado, quizá se asemeje más a los sistemas de selección en grupos (Smith, 1986). No obstante todos estos sistemas provocarían al igual que el huracán, cohortes. Obviamente para aplicar alguno de estos sistemas, primero habría que evaluar entre otras cosas las condiciones topográficas (hacen impracticable el Sistema Malayo Uniforme) y el costo de los tratamientos.

En cualquiera de los dos casos el éxito en la recuperación del bosque estará dado por la calidad de la regeneración instalada.

La aplicación de cualquiera de estos sistemas, traerá aparejado un posible enmalezamiento del sotobosque si es que este no está bien dotado de regeneración. En todo caso parecería ser más prudente la utilización de Sistema de Dosel Protector en los lugares donde exista abundancia de regeneración de las especies comerciales.

2.6.-RECOMENDACIONES

Las áreas más severamente disturbadas son en general las más vulnerables por la facilidad de ser convertidas a agricultura. Estos tipos de ambientes, sin embargo, podrían ser importantes para la regeneración de especies importantes como por ejemplo *M. yoroconte*. Normalmente estas áreas al igual que las parcelas de agricultura abandonadas, quedan excluidas de la planificación del manejo de los bosques.

Es evidente, que existe una creciente necesidad de comprender la dinámica de las especies que se pretende manejar y no darles un tratamiento generalizado. De las especies analizadas, *Vochysia cf. jefensis*, se manifiestan como promisorias para el manejo forestal, ya que presentan individuos en todas las clases de Dap y buenos niveles de reclutamiento en rodales disturbados. Esta especie debería ser la base para el manejo sostenible de estos bosques.

2.6.1.-Antes del Huracán

Es difícil prever cuando un huracán va a impactar pero en función de la experiencia adquirida en eventos

anteriores, podría inferirse que sitios (cimas, laderas o valles) podrán ser más afectados y tomar medidas para evitar aumentar la severidad del daño. Las acciones a tomar deberían ser (1) en función de la trayectoria de las tormentas anteriores, analizar que partes del bosque estarán más expuestas al daño no solo por viento sino también por las lluvias asociadas. Estas se podrían confirmar con el uso de fotografías aéreas posteriores a huracanes, a través de la información que posean los pobladores locales y de la estructura actual del bosque (distribución por clase de tamaños, daños en árboles grandes). (2) no cortar árboles en lugares donde no exista una dotación suficiente de regeneración avanzada de las especies de interés.

2.6.2.-Después del huracán.

Inmediatamente después del huracán puede parecer lógico tener cierta urgencia en extraer la madera muerta. Como hemos citado, mucho de los árboles van a rebrotar y sobrevivir y otros rebrotarán e irán muriendo poco a poco. A este respecto, es de vital importancia que todos los interesados entiendan que el huracán está lejos de ser el acabose. Por ende, primero se deben aprovechar los troncos de árboles que el huracán volteó y arrastró a través de las quebradas (con esto se evitarán endicamientos), luego seguir con las partes de los fustes quebrados por el viento y después con los árboles caídos pero con parte de la raíz aún anclada en el suelo. Estos últimos tienen chances de rebrotar tanto de ramas como de raíz. Dejar los árboles caídos pero aún enraizados, para el final, nos da la oportunidad de darles tiempo para ver si rebrotan y conducir este rebrote y, por otro lado, es probable que esos árboles a mediano plazo mueran (mortalidad diferida) pero el hecho de estar vivos por un tiempo, retrasa la descomposición y por ende la pérdida de madera, lo que nos da tiempo para aprovecharlos, sin pérdidas significativas. Una vez agotados estos árboles se puede comenzar a aprovechar los árboles que quedaron en pie, muertos o dañados. Hay que tener en cuenta que estos árboles proveerán de nidos y alimentos a aves y murciélagos, dos de los grupos más afectados por el impacto de huracanes y de gran importancia en la dispersión de semillas de árboles (Yih *et al.* 1991).

Posteriormente al huracán y cuando el bosque comience a recuperarse, analizar el impacto del huracán sobre el bosque en general y categorizar los rodales en función del tipo de daño y del mecanismo de recuperación esperado. La base de la planificación de las intervenciones deberá ser el diagnóstico de los mecanismos de recuperación que los distintos rodales pondrán en marcha. El mecanismo de recuperación estará asociado al tipo de daño sufrido, los rodales con daños leves como defoliación y caídas o rotura de pocos árboles, si bien se pueden generar pulsos de reclutamiento, se recuperarán básicamente por rebrote. Los rodales con daños severos y presencia de regeneración avanzada, serán recuperados por la liberación de esta regeneración más el rebrote de muchas especies, a falta de regeneración avanzada y daño severo es probable el ingreso de pioneras, que incluso pueden competir y frenar el desarrollo de los rebrotes. La información existente sobre huracanes señala al rebrote como el modo de recuperación más común (Everham y Brokaw 1996).

Seguramente la mayoría de los sitios se recuperaran por rebrote pero la apertura del dosel generada por la defoliación provocará un incremento en la tasa de crecimiento de la regeneración. Este incremento hasta cierto punto será mayor cuanto más demore en cerrarse el dosel. Las intervenciones silviculturales en los sitios con estas características que presenten regeneración avanzada, deberán procurar mantener la tasa de crecimiento de los individuos del sotobosque. Esto conducirá a una renovación paulatina del bosque, que le dará mayor resistencia ante eventuales huracanes.

Las decisiones silviculturales estarán en función de las consecuencias del huracán y el manejo estará en gran medida subordinado a los efectos de éste.

Se deberá evitar que, en las áreas con impactos de moderado a severo, otros disturbios aumenten la vulnerabilidad del ecosistema, como por ejemplo aprovechamiento forestales no planificados o incendios, ya que pueden retraer a fases de reclutamiento a sitios que se podrían recuperar por liberación.

Si bien el patrón de daño es complejo, hay que analizar las características meteorológicas y el daño provocado, para comenzar a entender y poder predecir, que rodal estará más expuesto a un huracán y tomar las medidas necesarias.

Hasta el momento la presencia de disturbios como un Huracán, si bien son conocidos, no han sido tomados en cuenta para la planificación del manejo del bosque. Se debería organizar el bosque en estratos (superficies de corta o intervención periódica) de acuerdo a las características del bosque remanente y su mecanismo de regeneración. Cada estrato tendrá sus propios objetivos de manejo, una propuesta podría ser:

Estrato con daño ligero: incluiría todos aquellos rodales que fueron afectados levemente y su mecanismo de recuperación sea por rebrote. El objetivo de este estrato será extraer árboles para inducir la regeneración y obtener madera.

Estrato en renovación: incluiría todos aquellos rodales en los que el huracán fue de moderado a severo y su mecanismo de recuperación será la liberación de la regeneración. El objetivo de las cortas en este estrato será inducir a la renovación del vuelo, tratando de mantener constante el crecimiento de la regeneración liberada y extrayendo la madera de valor comercial. El resultado de las cortas en este estrato será un bosque joven con un dosel uniforme.

Estrato en reclutamiento: corresponde a todas las áreas que por causa del huracán u otro disturbio, se encuentran devastadas y en la etapa de reclutamiento. Aquí el manejo tiene por objeto de favorecer el curso de la sucesión secundaria.

Dentro de los estratos a su vez se planificarán las superficies de corta anual, en los que se llevará a cabo gradualmente las tareas. El objetivo del manejo deberá conducir a una mezcla de rodales homogéneos en estructura de diámetros y en la composición del dosel, con una adecuada tasa de crecimiento, lo que daría vigor a los árboles y por ende resistencia al daño por viento.

2.6.3.-Líneas de Investigación necesarias para poder acercarnos al manejo sostenible de los bosques

- Describir el impacto del huracán sobre los bosques, dónde, cómo y cuánto daño ocasiono con el objeto de cuantificar la magnitud del evento sobre los bosques.
- Relacionar el proceso meteorológico y el daño, con la posición, exposición y características del bosque con el objeto de poder predecir el impacto de huracanes sobre los bosques.
- Releva los mecanismos de recuperación asociados con el nivel de daño, con el objeto de entender como el bosque se recupera y poder así determinar la mejor forma de utilizar sus recursos.
- Realizar estudios de largo plazo de la dinámica del bosque en diferentes niveles de disturbio de huracán, como así también en áreas aprovechadas y de agricultura abandonada, a fin de interpretar el funcionamiento de los distintos tipos de bosque en la ecoregión.
- Analizar el impacto del huracán con relación a otros disturbios precedentes al huracán, como aprovechamiento forestal y agricultura con el objeto de determinar las consecuencias de la interacción de disturbios sobre la estructura y composición del bosque.
- Estudiar los mecanismos de recuperación de las especies ecológica y económicamente más importantes con el objeto de poder plantear alternativas de manejo a largo plazo de las mismas.
- Analizar el impacto del huracán sobre las poblaciones de aves y murciélagos, con el objeto de evaluar el impacto sobre la dispersión de semillas de árboles de interés comercial y conocer como las decisiones de manejo puede afectar a estas poblaciones.

2.7.-BIBLIOGRAFÍA

- Basnet K., Likens, G E , Scatena, F.N , Lugo, A E., 1992. Hurricane Hugo: damage to a tropical rain forest in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 8:47-55.
- Bellingham P.J., Kapos, V., Varity N , Healey, J.R , Tanner, E.J.V , Kelly, D.L., Dalling, J.W., Burns, L.S., Lee, D , Sidrak, G., 1992. Hurricanes need not cause high mortality: the effects of hurricane Gilbert on forests in Jamaica. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 217-223.
- Boose E; Foster D; Fluet M (1994) Hurricane impacts to tropical and temperate forest landscapes. *Ecological Monographs*, 64(4): 369-400.
- Boucher, D. H., 1990. Growing back after hurricanes. *BioScience* 40:163-166.
- Boucher, D. H., Mallona, M.A., 1997. Recovery of the rain forest tree *Vochysia ferruginea* over 5 years following Hurricane Joan in Nicaragua: a preliminary population projection matrix. *Forest Ecology and Management* 91: 195-204.
- Boucher, D. H., Vandermeer J.H., Mallona, M.A , Zamora, N , Perfecto, I., 1994. Resistance an resilience in directly regenerating rainforest: Nicaraguan trees of the Vochysiaceae after Hurricane Joan. *Forest Ecology and Management* 68: 127-136.
- Brokaw, N.V.L., Walker, L. 1991. Summary of the effects of Caribbean hurricanes on vegetation *Biotropica* 23(4a): 442-447.
- Burslem, D.F.R.P., Whitmore T.C., 199x. A long-term record of forest dynamics from the Solomon Islands
- Dinerstein, E., Olson, D.M , Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A , Bopkbinder, M.P., Ledec, G., 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Bank/World Wildlife Fund, Washington D.C.
- Everham III, E.M., Brokaw N.V.L., 1996. Forest damage and recovery from catastrophic wind. *The Botanical Review* 62(2): 113-185

- Ferrando, J. 1998 Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras y su relación con los principales disturbios que lo afectan (no publicado)
- Finegan B., 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management*, 47: 295-321.
- ✓ Finegan B., Sabogal, C., Reiche, C., Hutchinson, I., 1993. Los bosques húmedos tropicales de América Central: su manejo sostenible es posible y rentable. *Revista Forestal Centroamericana* No 6: 17-27.
- Glitzenstein, J., Harcombe, P., 1988. Effects of the December 1983 Tornado on Forest vegetation of the Big Thicket, southeast Texas, USA. *Forest Ecology and Management*, 25:269-290.
- ✓ Foster, R (1988) Species and stand response to catastrophic wind in central New England, USA, *J.Ecology* 76, 135-151
- Foster, D R, Boose, E.R., 1992. Patterns of forest damage resulting from catastrophic wind in central New England, USA *J Ecol.* 80:79-98
- Frangi J., Lugo, A., 1998. A flood plain palm forest in the Luquillo Mountains of Puerto Rico, five 5 years after Hurricane Hugo. *Biotropica* 30(3):339-348.
- Guzmán, G S M., Walker L.R., 1991. Differential seedling responses to litter after Hurricane Hugo in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):407-413.
- Lamprecht H., 1990. *Silvicultura en los trópicos*. GTZ. 335 pp.
- ✓ Mendieta, M (1993) Manejo Sustentable del Bosque Húmedo Tropical en Honduras : Experiencias de la Región Forestal Atlántida. *Revista Forestal Centroamericana* No. 6(2): 27-37.
- Putz, F E., Brokaw, N.V.L., 1989. Sprouting of broken trees on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 70: 508-512.
- ✓ Richards E (1993) Lessons for participatory natural forest management in Latin America : case

studies from Honduras, Mexico and Peru. *Journal of World Forest Resource Management* (7) :1-25

Reilly, A.E., 1991. The effects of Hurricane Hugo in three tropical forests in the U.S. Virgin Islands. *Biotropica* 23 (4a):414-419

Spurr, S.H., 1956. Natural restocking of forest following the 1938 hurricane in central New England. *Ecology* 37:443-451.

Smith, D (1986) *The Practice of the Silviculture* 8th Ed Wiley, New York, 527pp.

Tanner E; Kapos V; Healey J (1991) Hurricane effects on forest ecosystem in the Caribbean. *Biotropica* 23(4):513-521.

Turton, S M., 1992. Understorey light environments in a north-east Australian rain forest before and after a tropical cyclone. *Journal of Tropical Ecology* 8:241-252.

Vandermeer J H., Mallona, M.A., Boucher, D. H., Yih, K., Perfecto, I., 1994. Three years of ingrowth following catastrophic hurricane damage on the Caribbean coast of Nicaragua: evidence in support of the direct regeneration hypothesis. *Journal of Tropical Ecology* 11: 465-471.

✓ Vandermeer J H., Zamora, N., Boucher, D. H., Yih, K., 1990. Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del Huracán Juana. *Revista de Biología Tropical*, 38(2b):347-359.

Vandermeer, J.H., de la Cerda, I G., Boucher, D.H., 1997. Contrasting growth rate patterns in eighteen tree species from a post-hurricane forest in Nicaragua. *Biotropica* 29(2):151-161

Vázquez-G, J A., 1994. *Magnolia* (Magnoliaceae) in Mexico and Central America: a synopsis. *Brittonia*, 46(1): 1-23.

Veblen T (1986) Trefalls and the coexistence of conifers in subalpine forest of the Central Rockies. *Ecology* 67 : 644-649

- Veblen, T. y Lorenz, D.(1987) Post-fire stand development of *Austrocedrus-Nothofagus* forests in northern Patagonia. *Vegetatio* 71:113-26
- Veblen T ; Hadley K ; Reid M ; Rebertus A (1989) Blowdown and stand development in a Colorado subalpine forest. *Canadian Journal of Forest* 19 :1218-1225
- Veblen, T. y Lorenz, D.(1988). Recent vegetation changes along the forests/steppe ecotone of the Northern Patagonia. *Annals of the Association of American Geographers*, 78 (1).
- Walker L.R., 1995. Timing of post-hurricane tree mortality in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 11: 315-320.
- Walker L.R., Voltzow, J., Ackerman, J.D., Fernández, D.S., Fetcher, N., 1992. Immediate impact of hurricane Hugo on a Puerto Rican rain forest. *Ecology*, 73(2): 691-694.
- Walker, L. R., 1991. Tree damage and recovery from hurricane Hugo in Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):379-385.
- Whigham D; Olmsted I; Cabrera E; Harmon M; (1991) The impact of Hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in dry tropical forest in northern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23(4a):434-441.
- Yih, K., Boucher, D.H., Vandermeer, J.H., Zamora, N., 1991. Recovery of the rain forest of southeastern Nicaragua after destruction by Hurricane Joan. *Biotropica* 23 (2):106-113.
- You, C., Petty, W.H., 1991. Effects of Hurricane Hugo on *Manilkara bidentata*, a primary forest tree species in the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a):400-406.
- Zimmerman, J; Everham, E; Waide, R; Lodge, J; Taylor C; Brokaw, N., 1994. Responses of tree species to hurricane winds in subtropical wet forest in Puerto Rico: implications for tropical life histories. *Journal of Ecology*, 82:911-922.