

Regeneración de especies arbóreas después del huracán Mitch, en bosques manejados de la costa Norte de Honduras

Los tratamientos silviculturales dirigidos a mejorar la iluminación de las copas podrían mejorar el vigor de individuos de especies deseables; su aplicación es recomendable siempre y cuando dichos tratamientos sean viables financieramente.

Lili Acosta
Bastiaan Louman
Glenn Galloway

RESUMEN

El paso de huracanes por la costa norte de Honduras es el fenómeno natural más frecuente de esta región y tiene, sin duda, un efecto importante en la dinámica de sus bosques. El objetivo de este estudio fue caracterizar el efecto combinado de aprovechamiento y huracán en la dinámica de los bosques impactados, un año y medio después del huracán Mitch. Se utilizó un muestreo estratificado con parcelas seleccionadas al azar dentro de bosques intervenidos y no intervenidos durante la última década. Para obtener datos más confiables sobre la abundancia de la regeneración de los diferentes tamaños (brinzales¹ y latizales altos y bajos²) se realizó un muestreo adicional.

El reclutamiento y la mortalidad fueron mayores en bosque intervenido, particularmente en las categorías de latizales, esto quizás debido a que el huracán causó más aperturas en bosque.

La tasa de mortalidad fue mayor en el bosque intervenido, pero menor que la tasa de reclutamiento. La causa de la mortalidad fue difícil de determinar.

Además, se encontró una reducción considerable en el número de árboles que pasaron de la categoría de brinzales a latizales. Los latizales altos y de mejor forma de copa se encontraron en lugares con mejores condiciones de luz. Los latizales bajos generalmente se encontraron en condiciones de poca iluminación. Esto indica que los tratamientos silviculturales, que mejoran la iluminación de latizales, podrían beneficiar su vigor y supervivencia. Los datos confirman la importancia de mantener suficientes árboles semilleros durante el aprovechamiento.

Palabras claves: Árboles forestales; regeneración; árbol madre; huracanes; daños por el viento; iluminación; regímenes de luz; Honduras.

SUMMARY

Regeneration of tree species one and a half years after Hurricane Mitch in managed forests of the north coast of Honduras. The north coast of Honduras is impacted periodically by hurricanes and tropical storms, these being the most frequent destructive natural disturbances affecting the forests of this region. In regions where hurricanes commonly impact tropical forests, they play an important role in their dynamics. The objective of this study was to characterize the combined effect of Hurricane Mitch and timber harvesting on the dynamics of impacted forests, a year and a half after the disturbance. The methodologies employed were those applied by CATIE's Natural Forest Management Unit. In addition, a diagnostic sampling scheme was implemented to complement plot data with additional information. Recruitment and mortality were found to be greater in harvested and managed forests, especially among saplings. Greater recruitment may be due to the creation of larger gap sizes in harvested forests. The causes of mortality were often impossible to determine. The rate of mortality was greater in the selectively harvested forests, but was found to be less than the rate of recruitment. In the development of seedlings into saplings a drastic reduction in the number of individuals was observed in all sites for all species. Saplings with larger and better formed crowns were found in better light conditions. Small saplings, in general, were found in conditions of poor illumination. Silvicultural treatments directed at improving light conditions of the saplings might improve their vigor and survival. This study illustrates the importance of maintaining sufficient seed trees during harvesting operations.

Keywords: Forest tree; regeneration; mother tree; hurricanes; wind damage; illumination; regimes of light; Honduras.

¹ El término brizal se refiere a la regeneración de plantas leñosas de 0,3 m hasta 1,5 m de altura.

² Latizal bajo se le llama a la regeneración de 1,5 m de altura hasta 4,9 cm de diámetro altura de pecho (1,3 m). Un latizal alto es la regeneración de 5 cm a 9,9 cm dap.

Los huracanes y las tormentas tropicales son dos fenómenos naturales que frecuentemente golpean la costa norte hondureña; ambos ejercen gran influencia en la dinámica de los bosques de esta región, como cambios en las tasas de reclutamiento, mortalidad y crecimiento de las especies arbóreas (Boucher *et al.* 1994). Sin embargo, estudios (Ferrando 1998 y Ferrando 2001 en este número) señalan que la estructura y la composición de dichos bosques están adaptadas a los disturbios que ocasionan dichos fenómenos. Por lo anterior, hay muy poca diferencia entre aquellos bosques que han sido afectados por huracanes y tormentas en épocas recientes y los abatidos por un huracán hace 24 años. En esta misma zona litoral, Rivas *et al.* (2000) encontraron que el área bajo claros en bosques de reciente aprovechamiento, provocado por el huracán Mitch en 1998, fue mayor que en aquellos bosques no intervenidos.

La presencia de claros y su tamaño influye en gran medida en la estructura y composición florística de los bosques, por sus efectos en la regeneración natural (Whitmore 1984). Por esto, la presente investigación analiza si el efecto del huracán Mitch observado por Rivas *et al.* (2000) también influye en la respuesta y presencia de la regeneración natural no establecida de bosques intervenidos y no intervenidos; además, considera cuáles pueden ser sus implicaciones para el manejo de estos bosques.

Materiales y métodos

Área de estudio. Se trabajó en los sitios "El Tope" y "Los Encuentros" en el bosque comunal del grupo agroforestal Toncontín y en el bosque "Río Viejo" del grupo agroforestal la Victoria (15°N y 86°O). Todos se ubican en la cuenca del Río Cangrejal, 30 km al Sur de la ciudad de La Ceiba, departamento de Atlántida, en la zona litoral Norte de Honduras. La topografía de los sitios es irregular y se caracteriza por pendientes fuertes, generalmente mayores a 40%. El clima es cálido y húmedo, con una precipitación entre 1 158 mm y 4 269 mm por año. Según la clasificación de Holdridge, la zona de vida es bosque muy húmedo subtropical.

Diseño del estudio. Para estudiar la dinámica de la regeneración se utilizaron las parcelas semi permanentes establecidas por Harland Rivas en su estudio sobre daños y respuestas del bosque ante el huracán Mitch (Rivas 1999 y Rivas *et al.* 2000). Él aplicó un muestreo estratificado con parcelas seleccionadas al azar en bosques intervenidos por aprovechamiento y bosques que no habían sido intervenidos durante la última década. A partir de una línea base en cada tipo de bosque se establecieron líneas en forma sistemática con una separación de 50 m entre sí. Se fijaron entre cuatro y 10 líneas por tipo de bosque, perpendicular a la pendiente. Sobre estas líneas se seleccionaron dos parcelas de 50 m x 50 m, que luego fueron divididas en subparcelas de 10 m x 10 m. De las 25 subparcelas por parcela se escogieron 10 en forma aleatoria. Dentro de estas parcelas se estudiaron los latizales altos. En cada parcela de 10 m x 10 m se ubicaron dos de 5 m x 5 m para estudiar los latizales bajos y, dentro de cada una de éstas, una subparcela de 2 m x 2 m para los brinzales. El cuadro 1 muestra las dimensiones de cada categoría de vegetación. Rivas marcó todas las plantas medidas y contadas durante su estudio.

Cuadro 1. Dimensiones de clases de tamaño de la regeneración natural estudiada.

Clase de tamaño	Dimensiones
Brinzales	0.30 a 1.5 m de altura
Latizales bajos	1.5 m de altura - 4.9 cm de dap
Latizales altos	5.0 cm de dap - 9.9 cm de dap

Con el fin de obtener datos más confiables sobre la abundancia de la regeneración se llevó a cabo un muestreo adicional. Se colocaron, en forma sistemática y zigzag, 60 parcelas de un tamaño de 10 m x 10 m sobre las líneas en cada tipo de bosque, con subparcelas de tamaños de 5 m x 5 m y 2 m x 2 m anidadas en la misma manera que en las parcelas semi permanentes. Así se obtuvieron un total de 120 sub parcelas adicionales por tipo de bosque de un tamaño de 25 m² y otras 120 parcelas de 4 m².

Las variables evaluadas. De todas las plantas de las especies de interés se determinó la categoría de vegetación midiendo la altura total en metros y, a partir de un dap de 3 cm, se midió el diámetro en centímetros y se marcó la altura de medición. El análisis de la mortalidad y reclutamiento se realizó comparando la clasificación individual de cada planta reportada por Rivas (1999) con la clasificación de las mismas plantas realizada durante esta investigación. Se clasificó como reclutas las plantas que pasaron de una categoría de vegetación menor a una mayor o plantas anteriormente no medidas. La ausencia de plantas registradas en la segunda medición se interpretó como muerte. Para el análisis de abundancia de árboles por clase de tamaño se utilizaron las mediciones realizadas en todas las parcelas. Además, de los latizales se evaluó el índice de iluminación de la copa adaptado de Dawkins 1958 por Clark y Clark (1992) y el índice de forma de copa adaptado de Dawkins (1958) por Synnott (1979) (Cuadro 2). Las especies comerciales tomadas en cuenta para este estudio son las siguientes: *Calophyllum brasiliense* (Santa María), *Guarea grandifolia* (marapolán), *Hyeronima alchorneoides* (rosita o pilón), *Ilex tectonica* (San Juan areno), *Macrohasseltia macrotherantha* (huesito), *Magnolia yoroconte* (redondo), *Symphonia globulifera* (varrillo), *Tapirira guianensis* (piojo), *Terminalia amazonia* (cumbillo o naranjo) y *Vochysiacef. jefensis* (San Juan rojo).

Análisis de datos. Por la baja abundancia de las especies individuales por sitio y por tipo de bosque, la mayoría de los análisis sobre la dinámica son descriptivos, comparando sólo los promedios por hectárea. La diferencia en reclutamiento por categoría de la vegetación entre los tipos de bosque se analizó utilizando el análisis de varianza, seguido por las pruebas de *Wilcoxon* y *Kruskal Wallis*. Para el análisis de las abundancias totales de las especies comerciales entre los dos tipos de bosque se aplicaron el análisis de variancia, seguido por las pruebas de *t de student* y *Wilcoxon*. La relación entre la iluminación y la forma de copa se analizó con la prueba *Chi*².

Cuadro 2. Índices de iluminación de la copa y de forma de copa adaptados de Dawkins (1958) por Clark y Clark (1992) y Synnott (1991) respectivamente.

Índice de iluminación		Índice de forma de copa	
Índice	Descripción	Índice	Descripción
1	Solamente luz indirecta	1	Copa muy pobre, pocas ramas
1.5	Poca luz directa oblicua	2	Pobre: menos de media copa
2	Mediana luz directa oblicua	3	Tolerable: media copa
2.5	Alta luz directa oblicua	4	Buena: copa circular regular
3	Alguna luz directa vertical	5	Perfecta: círculo completo
4	Luz vertical plena		
5	Copa completamente expuesta		

Los datos indican que particularmente individuos de las especies *G. grandiflora*, *H. alchorneoides* y *M. yoroconte* en bosque no intervenido y *M. yoroconte* en bosque intervenido tienen problemas para pasar de la categoría de latizales bajos a latizales altos. *I. tectonica* tiene problemas de regeneración en ambos tipos de bosque y en los tres sitios.

Reclutamiento y mortalidad. El porcentaje de individuos en las clases latizales bajos y brinzales que pasaron a

Resultados

Abundancia de las especies comerciales. Durante el período entre esta investigación y el estudio de Rivas (1999) la abundancia en cada categoría de vegetación aumentó en el bosque intervenido, mientras que en el bosque no intervenido solo los brinzales aumentaron en abundancia (Cuadro 3).

Un año y medio después del huracán Mitch las abundancias de brinzales, latizales bajos y altos de las especies comerciales en los bosques no intervenidos fueron mayores en comparación con las encontradas en bosques intervenidos (Cuadro 4), aún cuando las diferencias no resultaron significativas ($P > 0,05$). Las diferencias significativas probablemente se debe a la alta variabilidad entre sitios. Además, el cálculo de abundancia de las diez especies se vio afectada por una sola especie *V. cf. jefensis*, que presentó un alto número de individuos sobre todo en el bosque no intervenido.

No existe una clara relación entre la abundancia por especie por categoría de vegetación y tipo de bosque, aunque las especies de poca frecuencia en el bosque no intervenido (*G. grandiflora*, *H. alchorneoides*, y *I. tectonica*), igual que las especies *T. amazonia* y *T. guianensis*, ocurren con mayor frecuencia en el bosque intervenido. Las abundancias por categoría de vegetación de las especies *C. brasiliense* y *S. globulifera* son casi iguales en los dos tipos de bosques, y la de *V. cf. jefensis* es mayor en bosque no intervenido. La regeneración sobre los diferentes sitios, sin embargo, es variable. *G. grandiflora* casi sólo se encuentra en el bosque intervenido del sitio Río Viejo. Por otro lado

La apertura de claros causada por el huracán fue mayor en bosques intervenidos.



Foto: TRANSFORMACATIE.

C. brasiliense, *M. yoroconte*, y *T. amazonia* no se encontraron en este sitio y la abundancia de *V. cf. jefensis* es baja (menos de 100 brinzales/ha). Por la escasez de datos por especie y la variabilidad entre sitios, no se logró realizar análisis estadísticos relevantes.

En general existe regeneración de las especies comerciales en ambos tipos de bosque, pero su abundancia se reduce drásticamente con el paso de una categoría de vegetación a otra.

la categoría superior fue mayor en el bosque intervenido. Para los brinzales la tendencia es contraria (Cuadro 5). Estas diferencias aparentes, sin embargo, mostraron no ser significativas ($P > 0,05$).

Los datos de mortalidad por categoría de vegetación fueron muy escasos y no dan información relevante. La mortalidad sobre las tres categorías de vegetación en conjunto, fue mayor en el bosque intervenido (10,9%) que en el bosque no intervenido (4%).

Cuadro 3. Abundancia de las diez especies comerciales estudiadas en cada tipo de bosque y clase de tamaño, año y medio después del huracán Mitch.

Tipo Bosque Categoría de vegetación	Bosque intervenido (individuos/ha)	Bosque no intervenido (individuos/ha)	Tamaño de la parcela	N Por tipo de bosque
Latizales altos	16.30	40.86	10 m x 10 m	240
Latizales bajos	80.56	160.43	5 m x 5 m	480
Brinzales	1,098.93	2,505.23	2 m x 2 m	480

Cuadro 4. Número de individuos por hectárea, en los años 1999 y 2000 en las parcelas semi permanentes en los tres sitios estudiados (especies comerciales)

Categoría de Vegetación por tipo de Bosque	Abundancia 99 (ind./ha)	Abundancia 2000 (ind./ha)	Cambios de la abundancia durante un año (individuos/ha)	Cambios en % de 1999
Latizales altos (1)	20.00	43.30	23.30	117
Latizales altos (2)	61.66	58.33	-3.33	-5
Latizales bajos (1)	140.00	163.86	23.86	17
Latizales bajos (2)	473.33	402.77	-70.56	-15
Brinzales (1)	2,875.00	3,104.17	229.17	8
Brinzales (2)	5,854.17	5,895.83	41.66	1

(1) = bosque intervenido; (2) = bosque no intervenido.

Iluminación y forma de la copa. La clasificación de copas de los latizales altos mostró que sólo existen individuos con copa completa y globosa en árboles que reciben plena luz vertical (clases 4 y 5 de Cuadro 2). También para los latizales bajos se encontró que el 60% de los individuos con buena copa tenía por lo menos alguna luz vertical directa. La prueba de Chi² confirmó que la iluminación y la for-

ma de copa no son independientes para ambas categorías de vegetación.

Discusión y conclusiones

1. El principal efecto del huracán Mitch sobre la estructura del bosque ha sido la apertura de claros, con una mayor área bajo claros en bosque intervenido que en bosque no intervenido (Rivas *et al* 2000). La existencia de claros es un requisito para la regene-

ración de muchas especies, particularmente para las especies heliófitas o pioneras que requieren una alta intensidad de luz en fases tempranas de su desarrollo (Whitmore 1984). Por estas razones, se podría esperar mayor regeneración después de Mitch en bosques intervenidos que en los no intervenidos. Los datos muestran que, este no es el caso, para nueve de las 10 especies comerciales juntas. Para *V. cf. jefensis* la tendencia es hacia una relación contraria: más regeneración en bosque no intervenido. Esto hace suponer que los factores radiación solar y humedad (regulado por tamaño y frecuencia de claros) y el temperamento de especies (reacción a disponibilidad de luz y agua) no son los mayores limitantes para la regeneración de las especies estudiadas después del aprovechamiento y el huracán. Probablemente son otros factores, como la disponibilidad de semillas después del aprovechamiento y el huracán, que influyeron en mayor grado en la presencia de una u otra especie. Esto también podría explicar la presencia errática de regeneración de las especies en los diferentes sitios.

2. La disponibilidad de semillas depende, entre otros, de la presencia de árboles semilleros, de su fenología y estrategia de reproducción, del modo de dispersión de semillas y de los



El manejo silvicultural dirigido a fortalecer la vegetación no establecida junto con la presencia de árboles semilleros son importantes para asegurar la permanencia de las especies estudiadas en estos bosques.

Cuadro 5. Abundancia (individuos/ha) por especies comerciales y para el grupo de especies no comerciales en cada una de las categorías de vegetación y tipos de bosque. Sitio El Tope.

Especies	Bosque Intervenido			Bosque no intervenido		
	Latizales altos	Latizales bajos	Brinzales	Latizales altos	Latizales bajos	Brinzales
<i>C. brasiliense</i>	1,3	10,4	31,3		37,5	93,8
<i>G. grandifolia</i>						
<i>H. alchorneoides</i>	7,5					
<i>I. tectonica</i>						
<i>M. macroterantha</i>					2,1	
<i>M. yoroconte</i>		4,2	31,3		4,2	15,6
<i>S. globulifera</i>	1,3	12,5	234,4	1,3	20,8	171,9
<i>T. amazonia</i>	1,3	43,8	390,6	2,5	2,1	
<i>T. guianensis</i>	3,8	10,4	93,8	6,3	8,3	46,9
<i>V. cf. jefensis</i>	8,8	43,8	234,4	37,5	64,6	1468,8
Total comerciales	24,0	125,0	1015,6	47,5	139,6	1796,9
Resto de especies	150,0	706,3	1859,4	122,5	664,6	1890,6
Gran total	173,8	831,3	2875,0	170,0	804,2	3687,5

predadores (Guariguata 1998). El aprovechamiento podría influir la fenología de las especies (aperturas en el dosel pueden favorecer la floración) y afectar la presencia de dispersores y depredadores de semillas. Sin embargo, a la escala artesanal del aprovechamiento (como es el caso de este estudio) su influencia probablemente es mínima. Entonces, si las diferencias presentadas por la regeneración de especies específicas en ambos tipos de bosque se puede explicar por la disponibilidad de semillas, este factor a su vez, puede ser explicado por la presencia o ausencia de árboles semilleros. Una medida que reduce los riesgos de daños de huracanes en esta zona, entonces, podría ser asegurar la presencia y buena distribución sobre el área de árboles semilleros. Ya que su presencia puede ser directamente influida por el aprovechamiento es importante que se dedique atención a la selección de árboles semilleros.

3. Cómo se esperaba (Whitmore 1984), hubo una alta disminución de individuos a medida que cambiaron de categoría de vegetación en ambos tipos de bosque. Específicamente en los latizales altos fue muy baja la presencia de las especies *G. grandiflora*, *I. tectonica*, *M. macroterantha* y *M. yoroconte*. Para el manejo de estos bosques, significa que una silvicultura dirigida a la supervivencia de la regeneración en fases tempranas de su desarrollo, pueda ser importante para asegurar la permanencia de las especies comerciales en estos bosques.

4. La mortalidad de los dos tipos de bosque, resultó ser mayor en el bosque intervenido. Sin embargo, en este mismo bosque, el reclutamiento fue mayor que la mortalidad, lo que produce una tendencia positiva. La mayor mortalidad de las especies comerciales encontrada en los bosques intervenidos puede relacionarse con la alta presencia de especies no leñosas, que compiten con la regeneración

natural de las especies estudiadas. La Remoción de esta vegetación no leñosa después del huracán podría ser un tratamiento silvicultural que ayude a mantener las especies comerciales. Se tendría que estudiar sus costos y efectos en escala pequeña, antes de recomendar esta actividad como tratamiento general después de huracanes.

5. Los latizales altos con copas de buena forma (indicador de buen vigor de estos individuos) se encuentran bajo buenas condiciones de luz. Esto demuestra que existe una relación entre vigor y disponibilidad de luz. La mayoría de los latizales bajos se encontraron en condiciones de menos luz, aunque igualmente copas más frondosas se hallaron con mayor frecuencia bajo mejores condiciones de luz. Ambos resultados señalan el potencial que podrían tener los tratamientos silviculturales dirigidos a mejorar la iluminación de las copas para mejorar el vigor de individuos de especies deseables, siempre y cuando los mismos sean viables financieramente. 

Lili Acosta
 Máster en Manejo y
 Conservación de los Bosques y
 Biodiversidad
 magnolia_05@yahoo.com

Bastiaan Louman
 7170, CATIE
 blouman@catie.ac.cr

Glenn Galloway
 galloway@catie.ac.cr
 7170, CATIE

Literatura citada

Boucher, DH; Vandermeer, JH; Mallona, MA; 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.

Clark, DA, Clark, DB. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rainforest. *Ecological Monographs* 62(3):315-344.

Dawkins, HC. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute, Oxford. Paper no. 34. 155 p.

Ferrando, JJ. 1998. Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras: pautas ecológicas para su manejo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 71 p.

Guariguata, MR. 1998. Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie técnica, Informe técnico no. 304. 27 p.

Rivas, H. 1999. Impacto del huracán Mitch en rodales intervenidos y no intervenidos, en tres sitios en la costa norte de Honduras. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C. R. CATIE. 95 p.

Rivas, H; Kanninen, M; Louman, B; Finegan, B; Galloway, G. 2000. Zona norte de Honduras; daños causados por el huracán Mitch en rodales intervenidos y no intervenidos. *Revista Forestal Centroamericana* 30:58-62.

Synnott, TJ. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforest. Oxford, University of Oxford. 67p

Whitmore, TC. 1984. Tropical rain forests of the Far East 2 ed. Oxford, Oxford University Press. 352 p.