

DINAMICA SUCESIONAL EN UN BOSQUE TROPICAL AFECTADO POR DISTURBIOS EN LA ZONA NORTE DE QUINTANA ROO

Navarro M., M.A.; D. Granados S.

División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. C.P. 56230.

RESUMEN. Se realizó un estudio sobre sucesión forestal en un bosque tropical de la zona norte de Quintana Roo, cuya vegetación fue afectada en diferentes grados por el huracán "Gilberto" en 1988 y posteriormente, en 1989, por los incendios forestales favorecidos por la gran acumulación de material combustible depositado por el paso del huracán a través de la Península de Yucatán y la prolongada época de sequía. Con la finalidad de conocer la dinámica bajo la cual se ha desarrollado el bosque tropical en dicha zona después de cinco años de disturbio se inventarió la vegetación forestal, midiendo sus características dendrométricas con las cuales se obtuvieron índices ecológicos. El estudio se llevó a cabo en Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS) empleando cuatro unidades de muestreo de 50 x 20 m y dentro de cada una de ellas una subunidad de 5 X 5 m para la evaluación de la regeneración; cada unidad representa diferente tipo y grado de disturbio. Se encontró que, en general, este bosque presentó buena capacidad de regeneración, ya que la mayor parte de las especies de los estratos superiores estuvieron representadas en el estrato inferior. Asimismo, se observó de manera indirecta que la recuperación del bosque se ha dado de manera rápida, aunque los sitios afectados por la acción del viento y del fuego presentaron mayor mortalidad que aquellos impactados sólo por el viento.

PALABRAS CLAVE: Sucesión, regeneración, perturbación, reemplazo trópico.

SUCESSIONAL DYNAMICS OF A DISTURBED TROPICAL FOREST IN THE NORTH OF QUINTANA ROO

SUMMARY. A forest succession study was conducted in a tropical forest in the North region of Quintana Roo, Mexico, which was affected by the "Gibert" hurricane in 1988, and later in 1989, severe forest fires occurred because of the large accumulation of combustible material that was accumulated for hurricane passage through the Yucatan Peninsula and the long period of dry weather. The objective was to know the dynamic of the tropical forest growth in this locality after five years of disturbances. An inventory of the forest vegetation and its dendrometric characteristics was made, which allowed the ecological index to be obtained. This study was made in permanent plots (SPIS) using four units of samples that were 50 X 20 m in size. Inside of every one of these units a subunit of 5 X 5 m was made for the evaluation of regeneration; every unit was represented by different grades and types of disturbance. As a result, this forest presented a good capacity of regeneration because the species of the superior stratum were represented in the low stratum. As well as in the indirect form, the recuperation of the forest was made rapidly, but in the plots affected by wind and fire there was a major mortality than in the others affected only by the wind.

KEY WORDS: Succession, regeneration, disturbance, tropical forest.

INTRODUCCION

En los trópicos los estudios de la vegetación se enfrentan al problema de identificar y conocer las numerosas especies que constituyen los bosques tropicales; así como el de definir la fase sucesional en que éstas se encuentran y con ello determinar los patrones de su dinámica de crecimiento en el espacio y a través del tiempo con la finalidad de aplicar las técnicas de manejo silvícola adecuadas para su aprovechamiento en forma sostenible.

En la actualidad, los bosques tropicales del mundo están siendo destruidos casi sin excepción; entre las principales causas de esta destrucción se encuentran,

además del aprovechamiento forestal intensivo, la agricultura migratoria y el cambio de uso del suelo; así como la presencia de disturbios naturales.

De manera natural, la perturbación de un ecosistema forestal tropical puede ser ocasionada por fenómenos tales como rayos, huracanes (Blood *et al.*, 1991; Brokaw y Grear, 1991; Whigham *et al.*, 1991), caída de árboles (Martínez-Ramos, 1985; Martínez-Ramos *et al.*, 1988) plagas y enfermedades "derrumbes" (Guariguata, 1990), incendios forestales (Larsen, 1929; López-Portillo *et al.*, 1990; Kauffman, 1991), entre otros o inducida por el hombre mediante actividades agropecuarias (Daubenmire, 1972; Hall y Okali, 1979), aprovechamientos forestales (extracción selectiva o completa), inundaciones por construcción de presas y

todos aquellos agentes que modifican la dinámica sucesional y otros procesos naturales de las comunidades vegetales; dichas perturbaciones presentan diferentes grados de afectación, extensión y tiempo de duración.

El tipo, frecuencia y magnitud del disturbio determinan la composición y estado sucesional de los rodales. Disturbios catastróficos en bosques naturales inducen la "reversión" a estados pioneros de la sucesión; mientras que disturbios muy suaves tienden a mantener un bosque maduro en estado relativamente estable. Aunque también algunos ecosistemas templados como muchos pinares son mantenidos mediante el uso del fuego.

De esta manera la presencia de disturbios juega un papel importante en la estructura y dinámica de las comunidades forestales (Martínez-Ramos, *et al.*, 1988 citado por García *et al.*, 1991), ya que la composición florística y aumento de las especies secundarias después del disturbio pueden variar notablemente en función de una gran cantidad de factores que cambian de manera independiente, y que dan como resultado diferentes etapas sucesionales, incluso dentro de una misma región (INIREB, 1983 citado por García *et al.*, 1991).

Han sido muchos los intentos por definir a la sucesión vegetal; sin embargo, todos los autores concuerdan en que ésta puede ser el proceso que involucra el reemplazo de una comunidad de plantas por otra, a través del tiempo y el espacio; dicho reemplazo incluye cambios en la composición florística, fisonómica y estructural de la vegetación.

El reconocimiento de que la vegetación sufre cambios a través del tiempo es registrada en los primeros escritos botánicos. Aristóteles y Teofrasto, escribieron sobre ello, alrededor del año 300 a. C. A partir de ello, diversos autores (Clements, 1916; Tansley, 1920 y 1935; Gleason, 1927; Margaleff, 1963 y 1968; Odum, 1986; Mueller-Dumbois y Ellenberg, 1974; Drury y Nisbet, 1973; Connell y Slatyer, 1977, entre otros, se han dedicado al estudio de la sucesión en diferentes comunidades vegetales del mundo.

En ecosistemas tropicales, los estudios sobre sucesión son escasos y a menudo sus resultados no son extrapolables incluso, entre regiones ecológicas similares. La composición florística y crecimiento de las especies después del disturbio de un bosque tropical pueden variar notablemente entre regiones en función de una gran cantidad de factores que cambian de manera independiente, y que dan como resultado, siste-

mas sucesionales diferentes (Gómez-Pompa *et al.*, 1983).

En México, los estudios sobre sucesión ecológica iniciaron con el trabajo de un grupo de investigadores encabezados por Faustino Miranda, quienes realizaron observaciones directas con la finalidad de integrar diferentes estadios sucesionales en una zona tropical (Gómez-Pompa y Guevara, 1977 citados por Centeno, 1989). Sin embargo, fue hasta el año de 1959 que estos estudios comenzaron en forma ordenada en selvas altas perennifolias, a través de investigaciones sobre la ecología del barbasco (*Dioscorea composita* Hemsl.) llevadas a cabo por la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscoreas, cuyo objetivo principal fue realizar una descripción de las diferentes etapas sucesionales en distintas regiones del país. De dichas investigaciones destacan los estudios realizados por Sousa (1964) y Sarukhán (1964) en la región de Tuxtepec, Oaxaca.

Sánchez (1988) basado en el modelo de Zedler y Golf (1973) lleva a cabo un estudio de sucesión forestal en los bosques de la Estación Científica Las Joyas, en la Sierra de Manantlán, Jalisco, encontrando que el bosque de *Pinus* tiende a ser reemplazado por el bosque mesófilo de montaña en ausencia de disturbio. Centeno (1989) realiza un análisis estructural de cuatro etapas sucesionales de la selva mediana subperennifolia en Escárcega, Campeche; probando que los sitios permanentes de investigación silvícola son una herramienta adecuada para el estudio de la sucesión. Levy (1990) realiza un estudio sincrónico de la estructura y composición de la vegetación leñosa con la finalidad de evaluar el proceso de sucesión secundaria en la Península de Yucatán; encontrando que la dominancia de las fases iniciales de la sucesión se manifiesta en las especies leñosas de crecimiento lento, las cuales presentan una alta densidad y una buena capacidad para propagarse vegetativamente.

Efectos de los huracanes y el fuego sobre los bosques de Quintana Roo

Los huracanes son un fenómeno de los más destructores que existen en la naturaleza e importantes agentes de disturbio en bosques tropicales húmedos del Caribe; consisten en una tormenta giratoria de viento y grandes lluvias (Nolasco, 1993); pueden alterar drásticamente la estructura de la vegetación, poblaciones animales y diversos procesos de los ecosistemas en poco tiempo. No obstante, la recolonización en sitios afectados por estos eventos, en muchos casos es muy rápida (Walker *et al.*, 1991).

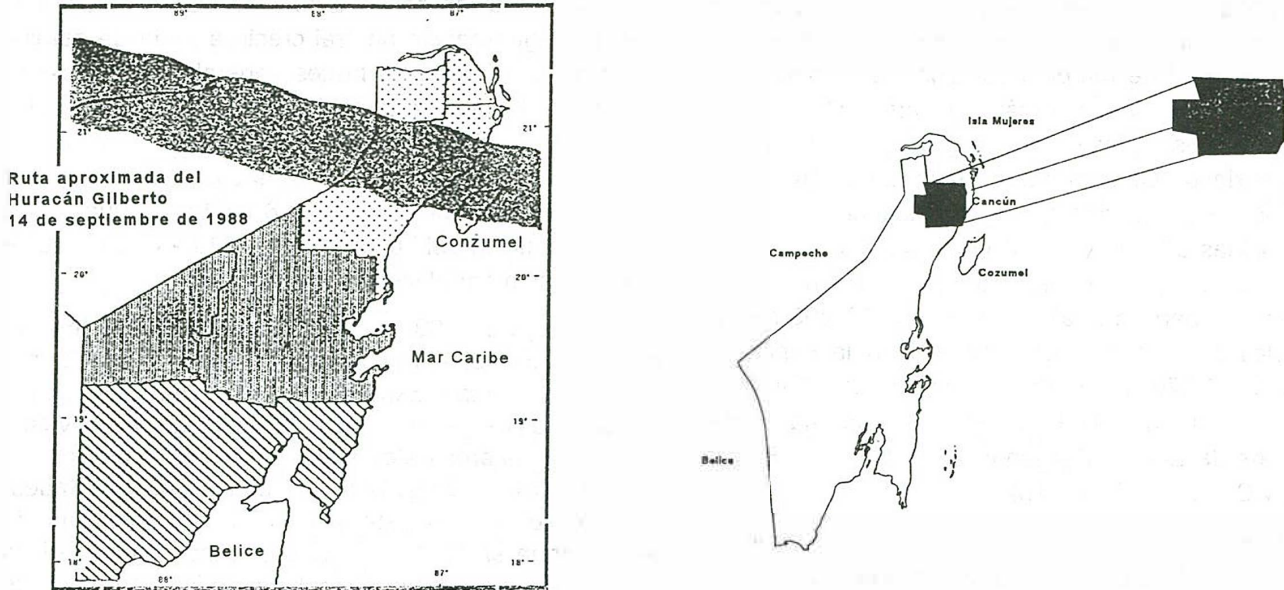


Fig. 1. a) Ruta seguida por el huracán "Gilberto" y b) superficie afectada por los incendios forestales en la zona norte de Quintana Roo.

Quintana Roo, ha sido azotado por varios ciclones de gran intensidad, entre los que destacan en este siglo el "Janeth", que castigó con su furia a la ciudad de Chetumal en septiembre de 1955; el "Behula" en 1967 y el "Carmen" en 1974, que dañaron gravemente las construcciones de la ciudad de Chetumal, los bosques de maderas preciosas y los cocotales del litoral (SEP, 1955 citado por Nolasco, 1993). En septiembre (mes de mayor ocurrencia de ciclones en la costa mexicana del Caribe) de 1988, el huracán "Gilberto" considerado como el más fuerte del siglo, afectó la región norte del estado (Figura 1a) provocando daños materiales en las zonas urbanas, a la agricultura y a la vegetación forestal. Ocurrió durante los días 13 y 14 del mes de septiembre de ese año y afectó una superficie aproximada de un millón de hectáreas entre la zona de playa del Carmen y Puerto Juárez (North American Forestry Commission, 1989; Rodríguez *et al.*, 1989); aunque la velocidad del viento se mantuvo constante en 300 km/h hubo momentos en los que alcanzó una velocidad máxima del viento hasta de 360 km/h (Morales, 1993).

Los efectos de los huracanes sobre una área específica están determinados por tres elementos: las marejadas cuya altura es variable e impetuosa; las inundaciones ocasionadas por las lluvias torrenciales y la violencia de los vientos (Jáuregui *et al.*, 1980). Sobre los recursos forestales, los daños directos se deben a la fuerza e intensidad de los vientos.

Whigham *et al.* (1991) evaluaron el impacto del huracán "Gilberto" sobre la región noreste de la Península de Yucatán; encontraron que todos los árboles fueron totalmente defoliados, muchos de los cuales murie-

ron diecisiete meses después del disturbio. No obstante, la recuperación de los árboles fue muy rápida para la mayoría de las especies.

En la zona de estudio los principales efectos del "Gilberto" fueron el derribo de los árboles con raíces superficiales, descortezamiento por fricción, defoliación y daño a la copa causando la deshidratación del follaje remanente y la pérdida del mismo, daños a la yema apical, muerte en pie de los individuos más dañados, retraso y deformación en los patrones de desarrollo, muerte de renuevos y una gran acumulación de material combustible en el área (Rodríguez *et al.*, 1989; García *et al.*, 1992).

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos realizó en 1992 un estudio basado en la interpretación de imágenes de satélite encontrando que el huracán "Gilberto" produjo una amplia zona de disturbio afectando fuertemente la selva mediana subperennifolia e incrementando la superficie con vegetación secundaria por desmontes con fines agropecuarios, pastizales y áreas con vegetación hidrófila.

Por otra parte, el fuego es un factor ambiental que ha sido introducido por el hombre en regiones tropicales con fines agrícolas y mantenimiento de pastizales y campos de cultivo (Vázquez-Yañez, 1983). En el estado de Quintana Roo, los incendios forestales se producen principalmente entre los meses de marzo a julio (concentrando el 87%) debido a que en el periodo comprendido entre enero a junio se presenta una menor frecuencia de días sin precipitación (Knockaert *et al.*, 1991).

En marzo de 1989 se produjeron algunos incendios forestales en el norte de Quintana Roo favorecidos por la gran cantidad de material combustible dejado en la zona por el paso del huracán "Gilberto". Dos meses después, el seis de mayo, se registraron diez brotes de incendios desde Cancún hasta Playa del Carmen. Los incendios crecieron hasta que su alcance disminuyó por las lluvias en julio y se extinguieron a principios de agosto (López-Portillo *et al.*, 1990). En estos meses se afectó una superficie total estimada en 127 303 ha, de las cuales 119 203 ha, corresponden a la superficie quemada y 8 070 ha, a manchones que escaparon de la acción del fuego. Dicha superficie comprende a los municipios de Lázaro Cárdenas, Islas Mujeres, Benito Juárez y Cozumel (Figura 1b).

El tipo de vegetación que ha sido más afectado en el estado, es la selva mediana subperennifolia con 89, 132 ha (57.24 % del total estatal), siguiendo en ese orden la selva baja, la sabana y finalmente la vegetación secundaria (Nolasco, 1993). En 1992 la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos llevó a cabo un análisis del cambio en el uso del suelo entre 1987 y 1992 por comparación de imágenes de satélite, obteniendo de dicha evaluación que la superficie ocupada por la selva mediana subperennifolia disminuyó un 17.3% en dicho periodo; mientras que la cobertura de la sabana y la vegetación secundaria aumentó en un 2.5 y 8 %, respectivamente.

Skutch (1929), Larsen (1929), Blume (1968, citado por Gómez-Pompa y Wiechers, 1983) y Kauffman (1991) en sus estudios sobre la recuperación de una área después de ser perturbada por fuego encontraron que existe una estrecha relación entre el tipo de perturbación, las condiciones ecológicas y la vegetación secundaria que se desarrolla en una zona, la cual tiende a través del tiempo a la vegetación original.

Para evaluar la dinámica y desarrollo de las áreas afectadas por el huracán "Gilberto" en 1988 y los incendios forestales ocurridos en 1989 en el norte de Quintana Roo, se han realizado dos estudios más en la zona: el primero fue llevado a cabo por Rodríguez *et al.* (1989) y el segundo por García *et al.* (1991), los cuales entre otros tuvieron como finalidad cuantificar los daños ocasionados por los siniestros a la composición de los estratos arbóreos y la regeneración natural, así como a las estructuras residuales de la vegetación. También, pretendían evaluar la dinámica de desarrollo de los ecosistemas a través del tiempo y en distintos tipos de vegetación, así como las causas y niveles de perturbación por los disturbios.

Por su parte, López-Portillo *et al.* (1990), determinaron en su estudio sobre los incendios de Quintana

Roo, que para las zonas afectadas por el huracán el 46% de regeneración natural creció a partir de semilla y el resto por medio de brotes vegetativos. Asimismo, determinaron que la densidad de plantas por metro cuadrado, en el área afectada sólo por el huracán fue de 48.6 ind/ha; mientras que en la afectada por ambos factores de disturbio fue de 14.8 ind/ha, lo que indica una disminución del 70 % con respecto a la vegetación afectada sólo por el viento.

En mayo de 1990, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias estableció por medio del Campo Experimental Forestal "San Felipe Bacalar", sitios permanentes de investigación silvícola (SPIS) en las áreas afectadas en diferentes grados por los siniestros, definiéndose las condiciones de muestreo empleadas en este estudio. Para cada una de ellas García *et al.* (1991) evaluaron las características de la regeneración natural incluyendo los datos que se mencionan a continuación: número de especies por forma biológica, familias botánicas, especies y número de renuevos por hectárea. Un año después, García *et al.* (1992) publicaron un estudio en el que evalúan el comportamiento de la dinámica sucesional del bosque tropical del norte de Quintana Roo con base en la información de regeneración natural obtenida en los sitios de muestreo; concluyeron que la magnitud e intensidad de las perturbaciones, así como la flora existente antes del disturbio influyen en el desarrollo de la regeneración natural y las primeras etapas de la sucesión ecológica

MATERIALES Y METODOS

Elección del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en la porción Sureste de la República Mexicana, al norte del estado de Quintana Roo. Geográficamente se localiza aproximadamente entre las coordenadas 19° 50' y 21° 31' de Latitud norte y 86° 43' y 88° 04' de Longitud oeste del Meridiano de Greenwich. Abarca una área aproximada de 1 153 800 hectáreas que corresponden al 20 % del territorio de la entidad. Limita al norte con el Golfo de México, al oriente con el Mar Caribe, al sur con el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el estado de Yucatán (Figura 2). La cubierta vegetal del estado de Quintana Roo está constituida principalmente por selvas altas, medianas y bajas, que actualmente han sido reemplazadas en su mayor parte por grandes áreas de vegetación secundaria en distintas etapas sucesionales.

Para cumplir con los objetivos planteados en el presente estudio se empleó la metodología propuesta

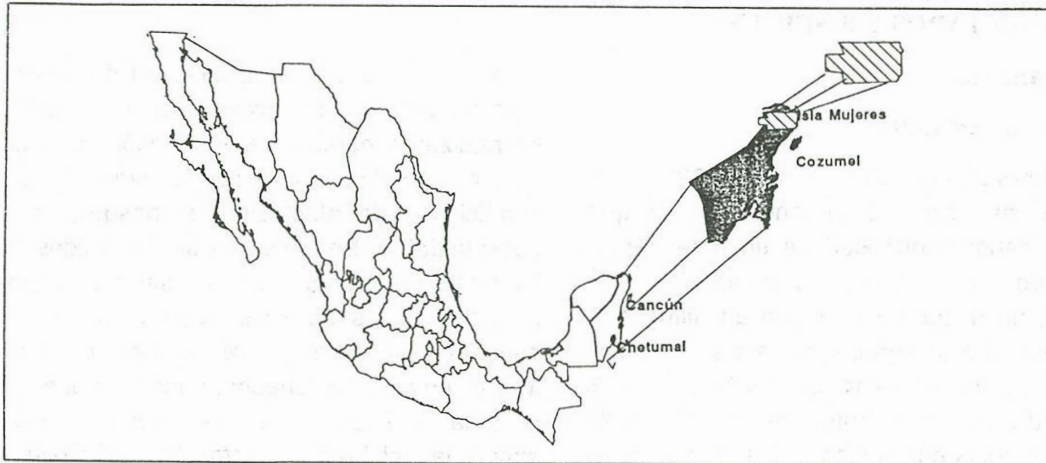


Fig. 2 Localización del área de estudio.

por Rodríguez *et al.* (1989) y García *et al.* (1991), en la evaluación de las zonas afectadas por el huracán "Gilberto" y los incendios ocurridos en 1989 en la zona norte de Quintana Roo.

Diseño de muestreo

De acuerdo con el grado de impacto ocasionado por los disturbios del huracán "Gilberto" sobre la vegetación se definieron las cuatro condiciones de estudio siguientes: a) vegetación afectada sin ocurrencia de incendios forestales (sitio 1, Central Vallarta), b) vegetación afectada e incendio forestal de manera moderada (sitio 2, Central Vallarta), c) vegetación afectada e incendio forestal de manera intensa (sitio 3, Zona de Pozos) y d) vegetación afectada sin ocurrencia de incendios forestales (sitio 4, Zona de Pozos).

El diseño de muestreo seleccionado para realizar el inventario forestal fue estratificado y la distribución de la muestra en forma aleatoria. Las unidades de muestreo fueron Sitios Permanentes de Investigación Silvícola (SPIS) rectangulares de 1 000 m² (20 X 50 m), distribuidos en forma aleatoria y un sitio levantado por cada condición definida en donde se obtuvo la información dasométrica y cualitativa del arbolado. Dentro de cada uno de los sitios antes mencionados, se ubicó un sitio cuadrado de 25 m² (5 X 5 m), en donde se obtuvo la información referente a la regeneración natural.

Para cada individuo arbóreo (previamente numerados en orden progresivo y ubicados en un sistema de coordenadas **X-Y**) encontrado dentro de los sitios de muestreo se midió el diámetro normal, diámetro de copa (en dos direcciones N-S y E-W), usando una cinta diamétrica; alturas total y de fuste limpio; inicialmente estas mediciones se hicieron mediante el uso de un Clinómetro marca "Suunto" y una cuerda de 10m,

pero debido a la dificultad de realización de esta actividad se decidió que técnicos con experiencia en campo calcularan dichas alturas, usando una regla de 2 m; , se consideró el número de árbol y especie (nombre científico y común).

Para la regeneración natural se midieron las parcelas de 25 m², todos los individuos mayores o iguales a 1 cm de altura y D.N. <7.6 cm, a los cuales se les registró la información siguiente: número de individuo, especie (nombre científico y común), altura, diámetro de copa, empleando para ello una regla graduada de 2 m. Asimismo, se tomó en cuenta el patrón de distribución (aislada, en grupos, otras) y el origen de la regeneración (semilla, brote, tocón, raíz, rizoma, entre otros).

Para ambos casos (arbolado remanente y regeneración), la mayor parte de las especies fueron identificadas en el campo por personas conocedoras de la zona y/o en el herbario de la División de Ciencias Forestales, donde se depositó parte del material colectado. Efectuando, además una corroboración de ellas, mediante el uso de bibliografía especializada sobre la vegetación y flora de las regiones tropicales del estado y otras regiones del país (Chavelas, 1982; Sousa y Cabrera, 1983; Cabrera *et al.*, 1992).

Con estos datos se obtuvieron por especie y sitio, algunos parámetros ecológico-silvícolas como densidad, frecuencia, área basal, índice de dominancia de Sarukhán, índices de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson e índice de complejidad de Holdridge. También se estudió la estructura de la comunidad mediante el uso de perfiles de vegetación empleando para ello fajas de 50 X 10 m (de acuerdo con Holdridge *et al.*, 1971 y Richards, 1979 citados por Lamprech, 1989) tomando en cuenta todos los árboles con D.N. > 7.6 cm.

RESULTADOS Y DISCUSION

Vegetación remanente

Estructura y composición

Diversos autores (Oliver, 1981; Smith, 1982 y 1986 citados por Kozłowski *et al.*, 1991) concuerdan en que un disturbio que causa mortalidad en un rodal representa un punto de iniciación para el desarrollo de un nuevo rodal; así, un disturbio, es como un "filtro" que afecta diferencialmente la sobrevivencia de los individuos y poblaciones de las especies existentes en el lugar, dependiendo de sus atributos, de su historia de vida y de las estrategias ecológicas utilizadas por éstas para sobrevivir. De esta manera, los disturbios definen la composición de especies y la estructura de los rodales después de su ocurrencia; en primer lugar por acción selectiva de cada especie de acuerdo a su capacidad para mantenerse y, en segundo lugar, por su capacidad para colonizar el "espacio de crecimiento" y los recursos liberados por los individuos muertos.

En este trabajo se encontró que la vegetación predominante en la zona de estudio corresponde a una comunidad secundaria derivada de un bosque tropical subperennifolio (según los criterios de Rzedowski, 1988), constituido por un total de 123 especies leñosas pertenecientes a 46 familias y 94 géneros; donde el 74% (91 especies) corresponde en su conjunto a los estratos arbóreo y arbustivo. Las familias mejor representadas son: Leguminosae con trece especies; Euphorbiaceae, Sapindaceae y Rubiaceae con ocho especies; Moraceae, Polygonaceae y Sapotaceae con seis especies; Flacoutiaceae y Malpighiaceae con cuatro especies y Lauraceae con tres especies.

García *et al.* (1992) mencionan que esta zona estaba cubierta por una comunidad de bosque tropical subperennifolio (de acuerdo con los criterios de Rzedowski, 1988) dominada por *Manilkara zapota* (zapote), *Psidium sartorianum* (guayabillo) y *Talisia floresii* (ekulub).

Por otra parte, con la finalidad de tener una visión más clara de la composición, estructura (Figuras 3a-d), se realizaron perfiles de vegetación para cada condición de estudio. Como puede verse para las cuatro condiciones de afectación, el bosque, se encuentra constituido por tres estratos bien definidos; dominante, intermedio e inferior. Para los sitios ubicados en Central Vallarta las especies representativas del estrato superior resultaron ser *M zapota*, *P. sartorianum* y *Metopium brownei* (chechem negro); mientras que para la zona de Pozos, *Thevetia gaumeri* (akitz), *Bursera simaruba* (chaká), *Nectandra salicifolia* (laurelillo), *Brosimum alicastrum* (ramón) y *M zapota*, fueron las más importantes en dicho estrato.

Atributos de la vegetación

La densidad, frecuencia y área basal son parámetros que determinan la dominancia o importancia de una comunidad vegetal y sus especies.

El Cuadro 1 presenta las principales características y atributos de la vegetación remanente para cada una de las condiciones de estudio. Puede verse que la vegetación afectada por el huracán "Gilberto", sin ocurrencia de incendio (sitio 1) es la que presenta valores más altos de área basal, densidad y frecuencia absolutas; así como de dominancia, diversidad y complejidad; mientras que el sitio afectado por acción del viento y del fuego de manera intensa (sitio 3) presenta los valores más bajos para dichos parámetros. Lo anterior se explica porque el primero recibió un ligero impacto sólo por acción del viento, lo que permitió que permanecieran un mayor número de individuos en los estratos superiores; mientras que en el segundo debido a la fuerte intensidad de daño, tanto sobre la vegetación como sobre el suelo, ocasionada por el viento y el fuego, ocasionando una mayor muerte de los árboles adultos y de los individuos jóvenes del sotobosque.

CUADRO 1 Principales características y atributos ecológicos de la vegetación remanente para cada uno de los sitios afectados por el huracán "Gilberto" y los incendios de 1989 en la zona norte de Quintana Roo.

SITIO	A. B. (m ²)	OEN.ABS.	FREC. ABS.	1.0	H	D.	I.C.
1	3.10	0.17	800	7.92	3.46	0.85	233.51
2	0.66	0.02	150	0.41	2.00	0.11	2.14
3	0.08	0.00	100	0.00	0.16	0.00	0.00
4	3.11	0.11	740	3.23	3.24	0.79	204.91

A.B. = Área basal, 1.0 = Índice de dominancia de Sarukhán, I.C. = Índice de complejidad de Holdridge, H = Índice de diversidad de Shannon-Mener, O = Índice de diversidad de Simpson.

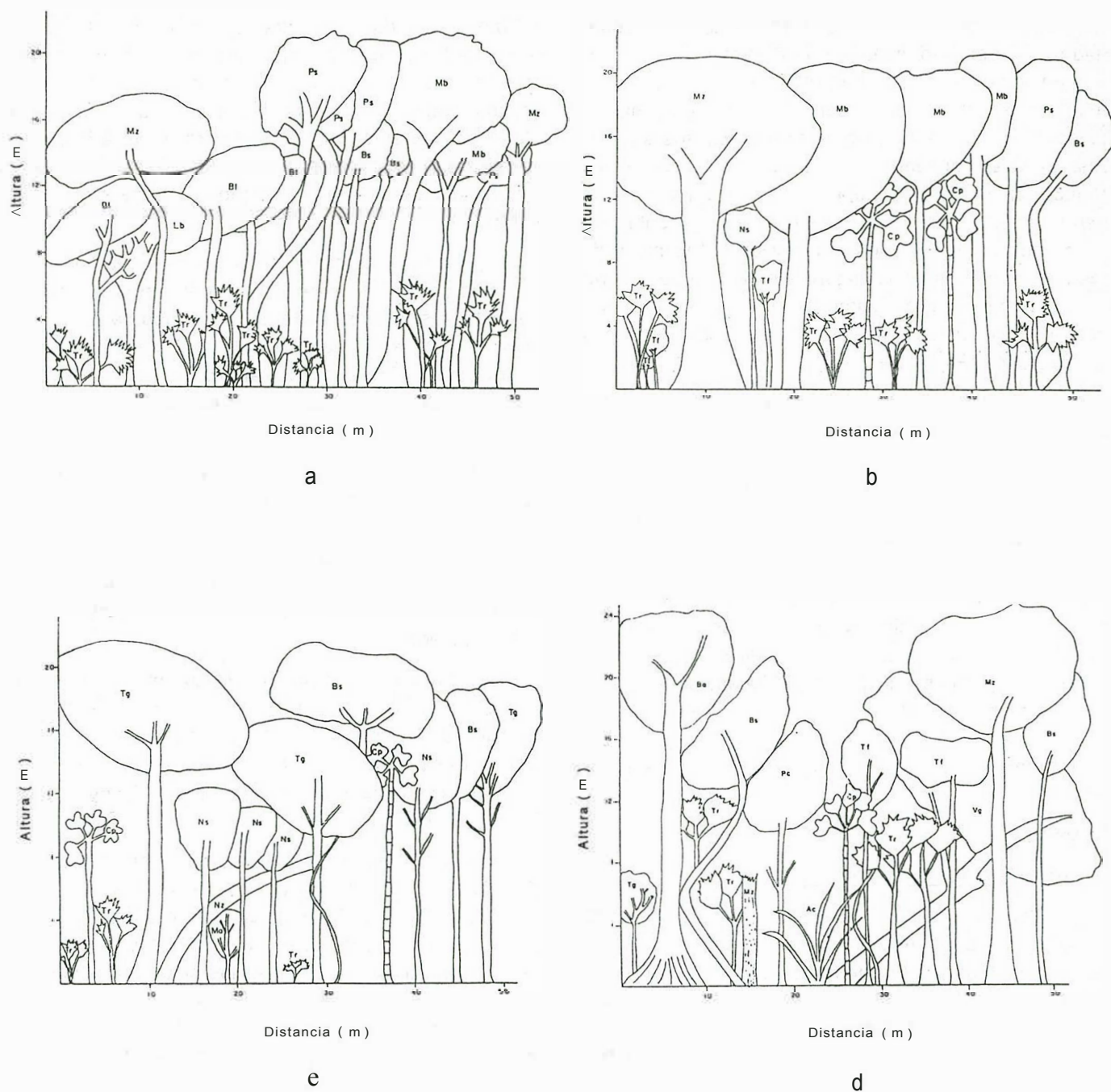


Fig. 3. Estructura de la vegetación en los sitios afectados por: a) el huracán "Gilberto" sin la ocurrencia de incendios, b) el huracán "Gilberto" e incendio forestal de manera moderada, c) el huracán "Gilberto" e incendio forestal de manera moderada y d) el huracán "Gilberto" sin la ocurrencia de incendios. Ns - *Nectandra saicifolia*, Tg - *Thevetia gaumeri*, Mz - *Manilkara zapota*, Ps - *Psidium sartorianum*, Cp - *Cecropia peltata*, Tf - *Ta/Isia no esii*, Ba - *Brosimum allcastrum*, Vg - *Vitex gaumeri*, Bs - *Bursera simaruba*, Ma - *Malvaviscus arboreus*, Mb - *Metopium brownei*, Tr - *Thrinax radiata*, Pe - *Protium copa*, Ac - *Annanas comosus*.

Por otra parte, mientras que en el sitio 1 la comunidad se encuentra dominada por *M. brownei* y *P. sartorianum*, los cuales ocupan el 90.66% de la dominancia total; en el sitio 3, prácticamente, sólo presenta un único individuo de *M. zapata* en los estratos superiores, lo cual concuerda con lo obtenido por Snook (1993) en un bosque tropical de la zona centro del estado en donde concluye que esta especie sobrevive mejor que otras especies a la acción del viento y del fuego. En este estudio algunas especies que logran sobrevivir mejor a la acción del viento que del fuego, son: *P. unilocularis* (zapotillo), *B. alicastrum* y *Simarouba glauca* (Pa'saak).

Por lo que respecta a la diversidad en el sitio tres, debido a la casi nula presencia de individuos en la vegetación remanente, ésta también es nula, como era de esperarse; sin embargo, el sitio cuatro al igual que el uno, presenta los valores más altos de diversidad, esto se debe probablemente a que éstos sufrieron el mismo tipo de disturbio, aunque en diferentes intensidades. Lo anterior pareciera indicar que la vegetación arbórea de esta región sobrevive más a los daños ocasionados por viento que a aquellos causados por fuego, ya que como lo indica Whigham *et al.* (1991) hubo mayor mortalidad ocasionada por el fuego que por el huracán; la mayoría de los árboles de la estructura remanente en esta zona se recuperó rápidamente.

Regeneración

Atributos de la regeneración

El Cuadro 2 muestra los valores de algunas características y atributos ecológicos de la regeneración para cada una de las condiciones de muestreo. De la misma manera que en el caso anterior es claro observar que en el caso de la regeneración, el sitio 4, el cual fue afectado sólo por la acción del viento de manera intensa, es el que presenta los valores más altos de cobertura, densidad y frecuencia absolutas; así como de dominancia de todas las condiciones de estudio. Así-

mismo, es el que presenta los menores valores de diversidad. Lo cual es lógico, ya que éste es el sitio que presentó mayor cantidad de árboles caídos, quebrados e inclinados, lo cual ocasionó la creación de claros de diferentes tamaños, favoreciendo a la vez la germinación y desarrollo de especies heliófitas de rápido crecimiento que se encontraban reprimidas por los estratos superiores.

Nuevamente es el sitio 3, el que presenta los valores más pequeños para estos parámetros, ya que al ser éste el sitio más fuertemente dañado, la regeneración es más lenta; ya que debido a lo fuerte de las quemadas se dañaron a las plántulas e individuos jóvenes y adultos; así como algunas características físicas y químicas del suelo.

Para todos los sitios en general, *N. sa/locifolia*, *P. sartorianum*, *Ardisia revoluta*, *Ta/isia floresii* y *Bunchoisia lanceolata*, entre otras (Cuadro 3) se encuentran entre los primeros lugares de importancia de acuerdo con su abundancia, lo cual podría indicar una buena sobrevivencia de estas especies tanto a huracanes como al fuego.

Cabe resaltar que aunque *M. zapata*, es la única especie que se presenta en la estructura remanente del sitio 3, no aparece en la regeneración natural, lo cual probablemente se debe a que las condiciones del lugar fueron desfavorables para el establecimiento de la regeneración.

A pesar de que los cuatro sitios fueron impactados de diferente manera a intensidades distintas, no existen diferencias significativas en cuanto a diversidad en las cuatro condiciones de estudio (Cuadro 2). De las cuatro condiciones estudiadas los sitios 3 y 4 son los que presentan la menor y mayor densidad total, respectivamente, lo cual se debe a los fuertes daños sufridos por el primero tanto sobre la vegetación como sobre el suelo, la recuperación del lugar se ha llevado a cabo más lentamente; mientras que el segundo, al abrirse el dosel por la caída de ramas y árboles de

CUADRO 2. Principales características y atributos ecológicos de la regeneración natural para cada uno de los sitios afectados por el huracán "Gilberto" y los incendios de 1989 en la zona norte de Quintana Roo.

SITIO	COBERTURA (m ²)	DEN. ABS.	FREC. ABS.	D	H	D
1	38.45	7.04	480	844.88	3.91	0.92
2	27.14	7.00	480	958.98	4.31	0.93
3	31.88	5.48	372	807.80	3.06	0.94
4	50.55	8.68	540	2191.61	3.78	0.90

CUADRO 3. Especies más abundantes en la regeneración natural del bosque tropical subperennifolio afectado por disturbios en la zona norte de Quintana Roo.

ESPECIE	SITO 1	SITIO 2	SITIO 3	SIT104
<i>Nectandra salicifolia</i>	9.600	4.000	10.800	9.600
<i>Psidium satorianum</i>	8.800	3.200	4.000	6.400
<i>Ardisia revoluta</i>	2.000	4.400	1.600	3.200
<i>Talisia noresii</i>	4.400	6.000	---	9.200
<i>Bunchosia lanceolata</i>	2.400	1.600	10.400	---
<i>Hamelia patens</i>	9.200	11.600	400	1.200
<i>Mani/kara zapata</i>	1.200	2.800	800	---
<i>Metopium brownei</i>	---	4.000	---	1.200
<i>Malvaviscus arboreus</i>	6,800	1.600	---	2.400
<i>Thrinax radiata</i>	5.600	---	---	400

Sitio 1 = Afectado por el huracán "Gilberto" sin ocurrencia de incendio forestal (Central Vallarta)

Sitio 2 = Afectado por el huracán "Gilberto" e incendios forestales de manera moderada (Central Vallarta)

Sitio 3 = Afectado por el huracán "Gilberto" e incendios forestales de manera intensa (Zona de Pozos)

Sitio 4 = Afectado por el huracán "Gilberto" sin ocurrencia de incendio forestal (Zona de Pozos)

doseles superiores permitió la germinación de las semillas almacenadas en el suelo y el desarrollo de plántulas y plantas jóvenes de especies arbóreas que se encontraban suprimidas en el sotobosque por la falta de entrada de luz hacia el piso forestal.

Dinámica de la regeneración

Con la finalidad de estudiar el desarrollo sucesional en esta área se elaboraron tres perfiles de vegetación más en acahuales de 1, 2 y 3 años (Figuras 4a-c) de edad ubicados a un lado de los sitios de muestreo. Puede verse a un año del disturbio la aparición de especies heliófitas, de rápido crecimiento como *Bursera simarouba*, *Crysophyllum mexicanum*, *N. salicifolia* y *M. brownei*, las cuales están también presentes en estados más avanzados de la sucesión. Asimismo, es evidente la presencia de algunos arbustos como *Byrsonima bucidaefolia*, *Malvaviscus arboreus*, *Helianthus sp.*, y el árbol *Ficus cotinifolia*, los cuales no se encuentran en estados más avanzados o sus densidades son muy bajas. En esta etapa la especie más abundante es *Helianthus sp.*

A los dos años, muchas de estas especies son sustituidas por otras especies también demandantes de luz y rápido crecimiento como: *Simarouba glauca*, *Coccoloba cozumelensis*, *Thevetia gaumeri*, *Lysiloma*

bahamensis, *Bunchosia glandulosa*, *Hampea trilobata*, *Jatropha gaumeri*, que permanecen durante más tiempo en el bosque; aunque también hay algunas especies de corta vida como: *Chiococca alba* y *Dipholis salicifolia*. Finalmente en el bosque de cinco años, se encuentran nuevamente *N. salicifolia*, *M. brownei*, *B. simarouba*, *T. gaumeri* y *J. gaumeri*, incorporándose algunos individuos de *Lonchocarpus rugosus*, *Ficus glalucescens*, *Eupatorium albicaule* y *Piscidia comunis*.

Si se compara la estructura de estos sitios con los anteriores, es notable ver que desde los inicios de la sucesión el bosque se encuentra constituido básicamente por tres estratos arbóreos bien definidos, compuestos por especies pioneras, heliófitas, de rápido crecimiento. Como mencionan Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez (1985) y Rico y Gómez-Pompa (1983) al principio de la sucesión existe una fuerte dinámica en cuanto al número de individuos y especies que van ingresando y desapareciendo del ecosistema, pero que conforme avanza este proceso, se va tendiendo a la estabilidad.

Sin embargo, en el sitio tres, cuya vegetación fue fuertemente dañada por el fuego, la regeneración sufre una fuerte disminución en el número de especies, incrementándose éste paulatinamente conforme transcurre la sucesión; tal hecho se explica porque a diferen-

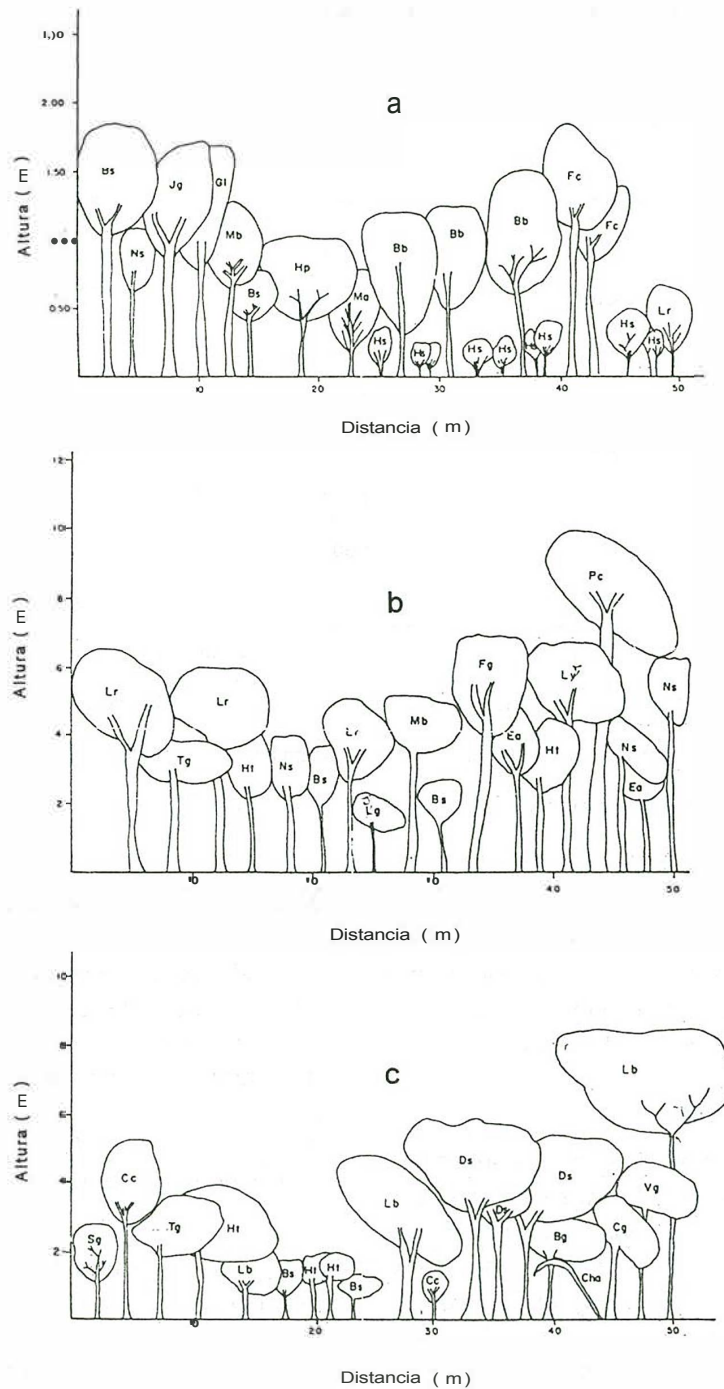


Fig. 4. Estructura de la vegetación de: a) acahual de un año de edad, b) acahual de dos años de edad, e) acahual de tres años de edad en la zona norte de Quintana Roo, afectada por disturbios. Br - *Bursera simarouba*, Ns - *Nectandra salicifolia*, Jg - *Jatropha gaumeri*, Cm - *Cryosophylum mex/canum*, Mb - *Metoplum brownel*, Hp - *Hamelia patens*, Ma - *Malvaviscus arboreus*, Bb - *Byrsonima buclaeifolia*, Hs - *Helianthus sp.*, Fe - *Ficus cotinifolia*, Sg - *Simarouba glauca*, Ce - *Coccoloba cozumelensis*, Tg - *Thevetia gaumeri*, Ht - *Hampea trilobata*, Lb - *Lysiloma bahamensis*, Ds - *Dipholis satcifolia*, Bg - *Bunchosia glandulosa*, Cg - *Caesalpinia gaumeri*, Cha - *Chiococca alba*, Vg - *Vites gaumeri*, Lr - *Lonchocarpus rugosus*, Ea - *Eupatorium albicaule*, Pe - *Pisc/d/a communis*.

cia del viento, el fuego daña principalmente a los individuos más jóvenes y plántulas del sotobosque y dependiendo de su intensidad afecta en menor o mayor grado a los individuos de los estratos superiores.

CONCLUSIONES

- La magnitud e intensidad de los eventos de disturbio, así como la flora existente en una localidad, influyen fuertemente en la composición florística y el proceso sucesional de una zona en las primeras etapas de desarrollo.
- En la zona norte de Quintana Roo, afectada por el huracán "Gilberto" y los incendios en 1989, aún predominan las especies arbustivas, aunque hay un buen desarrollo de las especies de la vegetación original.
- Los huracanes y los incendios producen diferentes estructuras forestales con distinta composición florística y dominancia en los bosques del norte de Quintana Roo.
- La importancia de los estudios sobre sucesión ecológica radica en el hecho de que permiten conocer y evaluar la potencialidad biológica de los bosques del mundo.

LITERATURA CITADA

- BLOOD E.; R ANDERSON; J. SMITH; C. NYBRO; A. GINSBERG. 1991. Effects of Hurricane Hugo on coastal soil solution chemistry in South Carolina. *Biotropica* 23 (4a.): 348-355.
- BROKAW, N.V.L.; J.S. GREAR. 1991. Forest structure before and after hurricane Hugo at three evaluations in the Luquillo Mountains. Puerto Rico. *Biotropica* 23 (4a.):386-392.
- CABRERA C., E.F. SOUSA; O. TELLEZ V. 1992. Imágenes de la flora quintanarroense. CIQRO/Instituto de Biología, UNAM. Puerto Morelos, Quintana Roo. México 223 p.
- CENTENO E., L.R. 1989. Análisis estructural de cuatro etapas sucesionales de la selva mediana subperennifolia en la región de Escárcega, Campeche. Tesis de Lic. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 178 p.
- CLEMENTS, F.E. 1916. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. Washington Pub. No. 242. 512 p.
- CORNELL, J. H.; R. O. SLATYER. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American naturalist* 3(982): 1119-1144.
- CHAVELAS P., J. 1982. Catálogo de nombres comunes de plantas recogidas por la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscoreas. Cuaderno No. 6. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 267 p.
- DAUBENMIRE, R. 1972. Some ecologic consequences of converting forest to savanna in northwestern Costa Rica. *Trop. Ecol.* 13(1):31-51.
- DRUY, W. H.; J.C. NISBET. 1973. Succession. *Journal of the Arnold arboretum* 54:331-368.
- GARCIA C., X.; B RODRIGUEZ S.; J. CHAVELAS P.; J. C. ESCOTO P. 1991. Evaluación de áreas afectadas por el huracán "Gilberto" e incendios forestales en Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. D. F.
- 1992. Regeneración natural en sitios afectados por el huracán "Gilberto" e incendios forestales en Quintana Roo. *Rev. Ciencia Forestal en México* 17(72):75-99.
- GLEASON, H.A. 1927. Further views of the succession concepts. *Ecology* 8(3):292-326.
- GOMEZ-POMPA, A.; S. DEL AMO R.; C. VÉZQUEZ-YAÑES; A. BRETANDA C. 1983. Introducción general a la regeneración de selvas *En: Regeneración de selvas*. Vol. I. INIREB, Xalapa, Ver. México. 676 p.
- ; WIECHERS, B.L. 1983. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. *En: Regeneración de selvas*. Vol. I. INIREB, Xalapa Veracruz. México 676 p.
- ; C. VÉZQUEZ-YAÑEZ. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. *En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas de Veracruz*. México. Vol 11 INIREB / Alhambra Mexicana. México. 421 p.
- GUARIGUATA, M.R. 1990. Landslide disturbance and forest regeneration in the upper Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal Ecology* 78:814-832.
- HALL, J. B.; D. U. U. Okali. 1979. A structural a floristic analysis of woody fallow vegetation near Ibadan, Nigeria. *Journal of Ecology* 67:321-346.
- HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias agrícolas. San José, Costa Rica. 216 p.
- JAUREGUI, E.; VIDAL, J. F. CRUZ. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el periodo de 1971-1978. *En: Memoria del Simposium "Quintana Roo: Problemática y perspectiva"*. CIQRO/Instituto de Geografía, UNAM. México 47-63 pp.
- KAUFFMAN, J. B. 1991. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the eastern Amazon. *Biotropica* 23(3): 219-224.
- KNOCKAERT, H. P.; J. RAMIREZ R.; A. NOLASCO M.; A. ISLAS S.; C. TEJEDA G.; J. L. MELENDEZ. 1991. Prevención y control de incendios forestales en la región norte del estado de Quintana Roo. Proyecto FAO/PCT/Méx./0054 (A). SARH/FAO. Cancún, Quintana Roo, México. 139 p y anexos.

- LAMPRECH, H. 1989. Silviculture in the tropics. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH. Alemania. 296 p.
- LARSEN, J.A. 1929. Fire and forest succession in the Bitterroot Mountains of Northern Idaho. *Ecology* 10(1):67-76.
- LEVY T., S. 1990. Sucesión secundaria en Yucatán. Antecedentes para su manejo. Tesis de Maestría especialista en Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 173 p.
- LOPEZ-PORTILLO J.; M.R. KEYES; A. GONZALEZ; E. CABRERA C.; O. SANCHEZ. 1990. Los incendios de Quintana Roo. ¿Catástrofe ecológica o evento periódico? México, D. F. *Ciencia y Desarrollo* 16(91):43-57.
- MARGALEFF, R. 1963. Succession of populations. *Adv. Frontiers of Plant. Science* 2:137-188.
- . 1958. *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press, Chicago. 112 p.
- MARTINEZ-RAMOS, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. *En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas de Veracruz, México. Vol. 11. INIREB/Alhambra Mexicana. México. 421 p.*
- ; E. Alvarez B.; J. Sarukhán K.; D. Pinero. 1988. Treefall age determination and gap dynamics in the tropical forest. *Journal of Ecology* 76:700-716.
- MORALES J., J. 1993. Los huracanes en la Península de Yucatán. Calizas Industriales del Carmen, S.A., Gobierno del estado de Quintana Roo. Quintana Roo, México.
- MULLER-DUMBOIS, D.; H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. New York, U.S.A. 550 p.
- NOLASCO M., A. 1993. La protección contra incendios forestales en el estado de Quintana Roo. Memoria de experiencia profesional. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México.
- NORTH AMERICAN FORESTRY COMMISSION. 1989. Hurricane Gilbert impact on the forest of Quintana Roo. Mexico. Technical Assistance Project for North American Forestry Commission. 17 p.
- ODUM, E. P. 1986. *Fundamentos de ecología*. Nueva Editorial Interamericana. 424 p.
- RICO 8., M.; A. GOMEZ-POMPA. 1983. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. *En: Regeneración de selvas. Vol. 1. INIREB, Xalapa, Veracruz. México. 676 p.*
- RODRIGUEZ F., C.; G. VERA C.; F. CARRILLO A.; J. CHAVELAS P.; J. C. ESCOTO P.; C. PARRAGUIRRE L. 1989. Evaluación de daños en el área afectada por el huracán "Gilberto" y el incendio ocurrido en el presente año. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Inédito. México. 79 p.
- RZEDOWSKJ, J. 1968. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432 p.
- SANCHEZ V., L. R. 1988. Sucesión forestal en la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis de Maestría especialista en Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 54 p.
- SARUKHAN K., J. 1964. Estudio sucesional de una área talada en Tuxtepec, Oaxaca. *En: Comisión de estudios sobre la ecología de dioscóreas, SAG/SFF/INIF, México. Pub. Esp. No. 3. 107-172 pp.*
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1992. Análisis de cambio en la ocupación de suelo entre 1987 y 1992 por comparación de imágenes Spot para la cuantificación del material combinado en las selvas del estado de Quintana Roo. Dirección General de Estadística. México, D. F.
- SNOOK, L.K. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. Doctoral Dissertation Yale University. 240 p.
- SOUSA S., M. 1964. Estudio de la vegetación secundaria en la región de Tuxtepec, Oaxaca. *En: Comisión de estudios sobre la ecología de dioscóreas, SAG/SFF/INIF, México. Publicación Especial No. 3. 91-105 pp.*
- ; E.F. CABRERA C. 1983. Listados florísticos México. 11 Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, UNAM. México. 100 p.
- TANSLEY, A. G. 1920. The classification of vegetation and the concepts of development. *Journal of Ecology* 8:118-149.
- . 1935. The use and abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology*. 16:284-307.
- VAZQUEZ-YAÑEZ, C. 1983. Estudio sobre ecofisiología de la germinación en una zona cálido-húmeda de México. *En: Regeneración de selvas. Vol. Y. INIREB, Xalapa, Ver. México. 676 p.*
- ; D.J. LODGE; N. V. L. BROKAW; R. B. WAIDE. 1991. An introduction to hurricanes in the Caribbean. *Biotropica* 23(4a.): 313-316.
- WALKER, L. R., D. J. LODGE; N. V. L. BROKAW; R. B. WAIDE: 1991. An introduction to hurricanes in Caribbean. *Biotropics*. 23(4a.); 313-316.
- WHIGHAM, D. F.; I. OLMSTED; E. CABRERA C.; M.E. HARTMAN. 1991. The impact of Hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23(4a.); 434-441.