



El Colegio de la Frontera Sur

**Relación Vegetación – Lluvia de Polen Actual en Los
Petenes de Campeche**

TESIS

Presentada como requisito para optar al grado de

“Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural”

Por

Diana del Socorro Escarraga Paredes

2012

Agradecimientos

A todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para que culmine con éxito este trabajo y mis estudios de Maestría.

Al CONACyT, por el financiamiento para realizar este trabajo por medios del proyecto "Patrones y dinámica espacio-temporal del Noroeste de la Península de Yucatán"

A mi tutora, Dra Nuria Torrescano Valle, y mis asesores, Dr. Gerald Islebe y Dra. Mirna Hernández, por todo su apoyo, comentarios y críticas para realizar un buen trabajo, *muchísimas gracias!!!!*.

Al R. Sínodo compuesto por Dr. Juan Jacobo Schmitter-Soto, Dr. Rogel Villanueva y Dra. Alicia Carrillo Bastos, por todas sus sugerencias para mejorar esta tesis.

A mis compañeros de la maestría cuya ayuda y compañía apareció como una sorpresa que la vida me regalo. En especial a Yuli, por ser la mejor amiga y confidente, tu amistad siempre será uno de las cosas más valiosas en mi vida. Gracias por todo.

Dedico esta tesis a mi familia, principalmente a mis padres Socorro y Enrique, por todo su apoyo en mis decisiones, porque dentro de sus limitaciones me han brindado todo su amor para hacerme llegar hasta donde he llegado.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	4
Justificación.....	5
Hipótesis.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos particulares.....	7
ARTÍCULO SOMETIDO	9
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	43
ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN	45
LITERATURA CITADA	45
ANEXOS	52

Introducción

Una de las principales consecuencias del calentamiento global y el consiguiente aumento en el nivel del mar, es la pérdida de ecosistemas costeros. Tal es el caso de la región de Los Petenes, situada en la costa norte del estado de Campeche, cuyas características generan un complejo de humedales estructuralmente único y vulnerable a las variaciones del nivel del mar (Ortiz y Méndez, 1998).

De ahí la necesidad de generar información e incrementar el conocimiento ecológico de la zona a través de la dispersión y representación del polen. El cual debido a su morfología que, por lo general, permite la identificación de la planta de la cual procede, su abundancia, su resistencia a la descomposición y su capacidad de dispersión ha demostrado ser una importante herramienta en la reconstrucción cualitativa de la vegetación. Teniendo como base que las asociaciones vegetales, consisten en agrupamientos florísticos definidos, donde las especies crecen de manera no azarosa, ya que la mayoría de los ambientes mantiene ciertas asociaciones de especies características, diferenciales e incluso exclusivas, que pueden ser utilizadas para caracterizar las comunidades vegetales (Moore, 199; Sjögren, et al., 2008).

Los análisis polínicos han sido utilizados para el establecimiento de relaciones filogenéticas, la determinación de los movimientos del flujo génico entre las poblaciones de especies vegetales, así como en su clasificación dentro de los diferentes niveles de organización. Por otra parte, la realización de mapas polínicos proporciona un reflejo de la flora anemófila de una zona, permitiendo obtener información detallada de las especies polínicas causantes de alergias y el periodo de polinización de cada taxón.

Este tipo de vigilancia facilita la valoración del aumento en las concentraciones polínicas de un área determinada, ya sea como consecuencia de cambios climatológicos, efectos de la urbanización o debido a la propagación de especies vegetales. Aunado a ello, el estudio del polen también se ha enfocado al área productiva, como es el caso del análisis de la calidad de la miel, el cual ha dejado considerables ganancias económicas tanto para los productores como para la industria alimenticia (Villanueva, 1994; Burry, et al., 2001; Zapata, 2003; Burjachs, 2006; Villanueva-Gutierrez, et al, 2009).

Conjuntamente con las aplicaciones mencionadas, los estudios palinológicos son ampliamente utilizados en las investigaciones paleoecológicas y paleoclimatológicas. Es a través de la interpretación de los registros de polen fósil, los cuales funcionan como evidencia directa, que es posible la reconstrucción de la historia de la vegetación y ambientes ecológicos del pasado. Además de actuar como evidencia indirecta para descifrar las variaciones climáticas que han ocurrido en los últimos miles o millones de años. (Burry, et al., 2001; Carrillo, 2008; Finsinger, et al., 2007; Islebe, et al., 2001; Madanes y Millones, 2004; Torrescano-Valle, 2004, 2007).

Si bien, la paleoecología es una rama de la ecología enfocada al estudio de los ecosistemas pasados, depende en gran medida del conocimiento ecológico actual para la correcta interpretación de los registros fósiles y la comprensión de los patrones de distribución actual de las comunidades vegetales (Islebe, 1999). El éxito del análisis de polen en las reconstrucciones paleoecológicas dependerá de la calibración de los datos, así como de la determinación de análogos que permitan establecer relaciones

entre las comunidades vegetales, las asociaciones polínicas y los parámetros climáticos (Finsinger, et al., 2007).

Es por ello, que los estudios de lluvia de polen son una herramienta necesaria para comprender la relación entre la vegetación y el registro polínico actual. Asumiendo que la composición de especies vegetales será la que determine la diversidad, el número de tipos polínicos y su concentración; siendo posible la identificación de comunidades vegetales a través del conocimiento de la dispersión-depositación del polen (Islebe, et al., 2001; Madanes y Millones, 2004; Kazprzyk, 2006; Nitiu, 2009).

Sin embargo, diversos factores pueden afectar la representación de la vegetación dentro del espectro polínico. Entre los cuales se encuentran el tamaño y naturaleza del sitio de muestreo; la estructura de la vegetación circundante (composición, estructura, número de flores e inflorescencias, estacionalidad); los atributos genéticos y fisiológicos de las poblaciones; las características climáticas y ecológicas que controlan la floración, la producción y dispersión de polen; el grado de resistencia de los granos de polen a la degradación, así como su correcta identificación (Davies y Fall, 2001; Domínguez-Vázquez et al., 2004; Madanes y Millones, 2004; Latorre y Caccavari, 2006; Trivi de Mandri, et al., 2006; Amami, et al., 2010). La interacción de los distintos taxones y los diversos factores ocasionara variaciones en tiempo y espacio, ya que cada especie presentará un determinado patrón que se verá reflejado en el espectro polínico de una localidad (Elenga, et al., 2000; Burry, et al., 2001; Fletcher, 2007; Tonello y Prieto, 2008; Nitiu, 2009).

El conocimiento y análisis de la relación entre la vegetación y su espectro polínico, nos brinda un modelo para entender e interpretar con mayor eficacia las reconstrucciones de ecosistemas pasados.

Antecedentes

La comprensión de los ecosistemas actuales, a través de los estudio de lluvia de polen, permite obtener modelos de referencia para la búsqueda de análogos modernos o conjuntos de muestras de polen actual que se asemejen a las muestras de polen fósil, que puedan ser utilizados en estudios orientados al conocimiento de la historia de la vegetación. Lo cual sumado al registro polínico fósil y la datación, abre la posibilidad de calibrar el espectro polínico fósil (Rodgers y Horn, 1996; Trivi de Mandri, et al., 2006).

En México, los trabajos de lluvia de polen han tenido como principal objetivo la obtención de información de línea base para la interpretación y entendimiento de futuras reconstrucciones paleoecológicas. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Hevly y colaboradores (1965), en el Desierto de Sonora; Meyer (1975) en la Cuenca de Cuatro Ciénegas; Palacios (1977) en el Valle de México; Fine (1978) en Sinaloa y Nayarit; Lozano-García (1984) para San Luis Potosí; Islebe y colaboradores (2001) en las selvas de Quintana Roo; Torrescano-Valle (2004, 2007) para la península de Yucatán; Domínguez-Vázquez y colaboradores (2004) en la Selva Lacandona de Chiapas y Osorio-Pascual; Quiroz-García (2009) en el estado de Oaxaca. En la zona Neotropical Islebe y Hooghiemstra (1995) reportan la lluvia de polen en zonas montañosas de Guatemala; Horn (1985, 1993) realizo estudios en la sabana y manglar

de Costa Rica y Correa-Metrio et al. (2011) realizó el análisis del espectro polínico actual en Centroamérica.

En lo referente a estudios paleoecológicos para la península de Yucatán se encuentran reconstrucciones del Holoceno en la región central (Leyden, et al., 1998; Torrescano-Valle, 2007) y en la región este (Leyden, et al., 1996; Carrillo-Bastos, et al., 2010) los cuales demuestran los cambios vegetacionales y climáticos en el sudeste de México durante este período, además resalta un detallado análisis paleolimnológico en la región central de la península (Hodell, et al., 1995).

A pesar de los diversos estudios realizados, los resultados obtenidos pueden no ser del todo comparables; debido a que el comportamiento de un taxón presentará diferencias regionales originadas por los cambios en el uso del suelo, topografía, clima, entre otros factores. Por lo que es necesario generar información individual para la región de interés, principalmente en sitios donde la zonación de las comunidades vegetales varía en distancias cortas.

Justificación

Existe un amplio vacío de información en lo que respecta a datos polínicos para las regiones norte, este y noroeste de la península de Yucatán, que permita cuantificar la relación entre la vegetación y polen, así como elaborar interpretaciones más precisas.

Un área de importancia para la realización de estudios palinológicos en la península de Yucatán es la región de Los Petenes. Esta región es un humedal reconocido por su papel en la hidrología regional y presenta una alta diversidad tanto de flora y fauna, así como la presencia de los denominados petenes, consistentes en islas de vegetación

arbolada asociadas a afloramientos de agua dulce, inmersos en una matriz de vegetación herbácea, manglar o selva estructuralmente baja e inundable. El arreglo de estas islas de vegetación, a lo largo de la zona, genera un mosaico con diversos tipos de asociaciones vegetales (Rico-Gray, 1982; Durán, 1987, 1995; Mas y Correa, 2000).

Por otra parte, dentro de la región se aprecia poca evidencia de impacto humano prehispánico y actual, lo cual ofrece la posibilidad de identificar señales con baja interferencia, permitiendo de este modo identificar señales climáticas de mayor resolución. Finalmente, el área de los Petenes conforma una unidad ecológica con gran valor derivado de su alta diversidad tanto de flora y fauna, de aquí la importancia de generar un mayor conocimiento del sitio a través de los estudios polínicos, es por ello que este estudio es una herramienta útil para la interpretación de la dinámica vegetal en la región y sienta las bases la calibración de las señales en estudios paleoecológicos y de reconstrucción del paisaje.

Los datos obtenidos contribuirán al análisis de los patrones biológicos de distribución vegetal y palinológica dentro de la región, así como complementar estudios previos de diversidad, composición y abundancia vegetal basándose en un enfoque que contemple los aspectos que determinen los patrones ecológicos de la zona.

Hipótesis

El análisis de la relación lluvia de polen-vegetación permitirá identificar indicadores de condiciones ecológicas, con ello será posible obtener señales de mayor confiabilidad y referencia. Además la modelación estadística permitirá reconocer los factores que influyen en dicha relación.

Objetivo general

Analizar la relación lluvia de polen-vegetación a través del gradiente de comunidades vegetales en la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

Objetivos particulares

- Realizar la caracterización estructural de las comunidades vegetales del Noroeste de la península de Yucatán.
- Identificar el espectro polínico actual en las comunidades vegetales del Noroeste de la península de Yucatán.
- Modelar la relación entre el espectro polínico y la vegetación de las comunidades del Noroeste de la península de Yucatán mediante diversos análisis estadísticos.

**ARTICULO SOMETIDO A LA REVISTA
POLIBOTANICA**

**Análisis de la Relación Vegetación –Lluvia de Polen Actual de las Comunidades Vegetales
en el Noroeste de la Península de Yucatán**

**Modern pollen rain-vegetation relationship of plant communities the northwest Yucatan
Peninsula**

Diana del Socorro Escarraga Paredes, Nuria Torrescano Valle, Gerald A. Islebe

El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Av. Centenario Km 5.5, C.P. 77014, AP 424,
Chetumal, Quintana Roo.

autor de correspondencia: ntorresca@ecosur.mx

RESUMEN

El área de los Petenes conforma una unidad ecológica de gran valor, es por ello la importancia de generar mayor conocimiento del sitio. El análisis palinológico es una herramienta útil para la interpretación de la dinámica vegetal, analizando patrones biológicos de distribución. Con el objetivo de analizar la relación lluvia de polen-vegetación a través del gradiente de comunidades vegetales del Noroeste de la península de Yucatán, se establecieron 30 parcelas de vegetación y se analizó el espectro polínico en muestras superficiales de sedimento, en los diferentes tipos de vegetación localizados dentro de la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP). Los resultados fueron analizados con métodos de asociación, ordenación y modelación estadística, para identificar el grado de relación entre la vegetación presente al interior de la Reserva y la lluvia de polen. De los 50 taxones identificados en la lluvia polínica, 13 muestran algún grado de asociación, las especies con mayor grado de asociación para manglar fueron *Rhizophora mangle*,

Avicennia germinans y *Conocarpus erectus*. La mayoría de las especies que componen la selva muestran altos valores de sobrerrepresentación y subrepresentación, *Bursera simaruba*, Euphorbiaceae y Fabaceae mostraron asociación. De 20 taxones utilizados para la correlación, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* mostraron correlación para las diferentes comunidades de manglar, la vegetación de peten de selva no mostro especies correlacionadas. La ordenación muestra agrupación definida por el gradiente hidrológico, factor importante que determinó la estructura de la vegetación y su capacidad de dispersión. La relación de la lluvia de polen y la vegetación actual de RBLP constituye una herramienta fundamental para los estudios paleoecológicos y proporciona información sobre la dinámica ecológica actual.

Palabras Clave: *lluvia de polen actual, Comunidades vegetales, Los Petenes, Península de Yucatán, Campeche.*

SUMMARY

The area of Peten vegetation forms a valuable ecological unit, and it is urgent to develop more awareness of this hotspot. Palynological analysis is a useful tool for the interpretation of vegetation dynamics, analyzing biological distribution patterns. In order to analyze the relationship pollen rain-vegetation gradient through the plant communities of Northwest Yucatan Peninsula, 30 vegetation plots were established and pollen spectrum was analyzed in surface sediment samples, in different types of vegetation located within the Biosphere Reserve the Petenes (RBLP). The results were analyzed with association and ordination methods, and statistical modeling to identify the degree of relationship between the vegetation within the Reserve and pollen rain. Of the 50 taxa identified in the pollen rain, 13

show some degree of association, those with high degree of association were mangrove *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* and *Conocarpus erectus*. Most of the species in the forest show high values of overrepresentation and underrepresentation, *Bursera simaruba*, Euphorbiaceae and Fabaceae showed association. Of 20 taxa used for correlation, *Avicennia germinans* and *Conocarpus erectus* correlated to the different communities of mangrove vegetation, but no correlation to forest taxa. The ordination shows grouping defined by a hydrological gradient, an important factor that determined the vegetation structure and dispersal ability. The relationship between pollen rain and vegetation RBLP is an essential tool for paleoecological studies and provides information on the current ecological dynamics.

Key words: *modern pollen rain, plant communities, Los Petenes, Yucatan Peninsula, Campeche.*

INTRODUCCIÓN Y MÉTODOS

El análisis palinológico es considerado la base de las investigaciones paleoecológicas, debido a que a través de la interpretación de registros polínicos fósiles es posible reconstruir la historia de la dinámica de la vegetación y de los ambientes ecológicos del pasado. Además funciona como evidencia indirecta para descifrar las variaciones climáticas, geológicas o antrópicas, ocurridas a través de diferentes escalas de tiempo. Sin embargo, es fundamental para su empleo asumir el supuesto de que la diversidad del polen presente en los sedimentos se encuentra proporcionalmente relacionada con la composición de especies vegetales dentro de un paisaje

determinado (Burry, et al., 2001; Carrillo, 2008; Correa y Lozano, 2004; Eardtman, 1943; Finsinger, et al., 2007; Islebe, et al., 2001; Madanes y Millones, 2004; Torrescano, 2004, 2007).

No obstante, el éxito de su uso en las reconstrucciones dependerá de la calidad de la calibración de los datos, así como de la capacidad de establecer relaciones entre las comunidades vegetales y las asociaciones polínicas (Finsinger, et al., 2007). Es por ello que los estudios de lluvia de polen son indispensables para comprender la relación entre la vegetación y el registro polínico actual, considerando que la composición de especies vegetales será la que determine la diversidad, el número de tipos polínicos y su concentración (Davies y Fall, 2001; Islebe, et al., 2001; Kazprzyk, 2006; Madanes y Millones, 2004; Nitiu, 2009). Diversos factores pueden afectar la representación de la vegetación dentro del espectro polínico, entre los cuales se encuentra el tamaño y naturaleza del sitio de muestreo, la estructura de la vegetación circundante, las características climáticas y ecológicas que controlan la floración, la producción y dispersión de polen, la resistencia de los granos de polen a la degradación, así como la correcta identificación de los granos de polen (Amami, et al., 2010; Davies y Fall, 2001; Burry, et al., 2001; Domínguez-Vázquez, et al., 2004; Fletcher, 2007; Latorre y Caccavari, 2006; Madanes y Millones, 2004; Tonello y Prieto, 2008).

La aproximación a los ecosistemas actuales mediante los estudio de lluvia de polen, permite obtener modelos de referencia que permiten identificar análogos modernos, en estudios orientados al conocimiento de la historia de la vegetación; lo cual aunado al registro polínico fósil y la datación, nos abre la posibilidad de calibrar el espectro fósil (Rodgers y Horn, 1996; Trivi de Mandri, et al., 2006).

En México, los trabajos de lluvia de polen han tenido como principal objetivo la obtención de información que sirva de base para la interpretación y entendimiento de futuras reconstrucciones paleoecológicas en nuestro país. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Hevly y colaboradores (1965), en el Desierto de Sonora; Meyer (1975) en la Cuenca de Cuatro Ciénegas; Palacios (1977) en el Valle de México; Fine (1978) en Sinaloa y Nayarit; Lozano-García (1984) para San Luis Potosí; Islebe y colaboradores (2001) en las selvas de Quintana Roo; Torrescano (2004, 2007) para la península de Yucatán; Domínguez-Vázquez y colaboradores (2004) en la Selva Lacandona de Chiapas y Osorio-Pascual; Quiroz-García (2009) en el estado de Oaxaca y Correa-Metrio et al. (2011) en Centroamérica. Sin embargo aún existe una falta de información en lo que respecta a datos de polen de diversas regiones, que permita cuantificar la relación entre la vegetación y polen, así como la realización de interpretaciones más precisas.

Un área de importancia para la realización de estudios palinológicos en la península de Yucatán es la región de Los Petenes, ubicada en la costa noreste del Estado de Campeche. Esta región, es un humedal reconocido por su papel en la hidrología regional, presenta alta diversidad tanto de flora y fauna, así como la presencia de los denominados Petenes, los cuales consisten en islas de vegetación arbolada, inmersos en una matriz de manglar, asociados a afloramientos de agua dulce (Rico-Gray, 1982; Durán, 1987, 1995). Por otra parte, dentro de la región existe referencia de poca ocupación prehispánica y actual, lo cual ofrece la posibilidad de identificar señales con baja interferencia, permitiendo de este modo identificar señales climáticas de mayor resolución.

Este estudio es una herramienta útil para la interpretación de la dinámica vegetal en la región y sienta las bases para la calibración de señales en estudios paleoecológicos y de reconstrucción del paisaje. Los datos contribuyen al análisis de los patrones biológicos de distribución vegetal y palinológica dentro de la región, permiten complementar estudios previos sobre diversidad,

composición y abundancia vegetal, basándose en un enfoque que contempla diversos aspectos sobre los patrones ecológicos de la zona. El objetivo de esta investigación es analizar la relación lluvia de polen-vegetación a través del gradiente de comunidades vegetales del Noroeste de la península de Yucatán

Área de Estudio

La Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) se encuentra localizada en la costa norte del estado de Campeche, al sureste del Golfo de México (Figura 1). Comprendiendo los municipios de Calkiní, Hecelchakán, Tenabo y Campeche, y en conjunto con la Reserva de la Biosfera Ría Celestún y El Palmar conforman una ecorregión con una alta diversidad de flora y fauna (CONANP, 2006).

La región de los petenes es una estrecha franja pantanosa que se extiende entre los 20°-21° N y 90°20'-90°30' W, con una extensión aproximada de 1300 km². El área está ocupada por una gran ciénega, cuya parte más profunda se localiza del lado del litoral, conformando una laguna de poco calado que se va volviendo somera y pantanosa hacia el interior. A lo largo de la ciénega se encuentran los petenes, islas de vegetación de forma aproximadamente circular, en las cuales las asociaciones vegetales se distribuyen en círculos más o menos concéntricos (Barrera, 1982; Rico-Gray y Palacios-Ríos, 1996; Pat y Hernández, 2004; CONANP, 2006; León, 2006).

La flora está comprendida por al menos 678 especies de 103 familias y 404 géneros, incluyendo 24 especies endémicas a la península de Yucatán. El paisaje está conformado por ecosistemas de tipo manglar, tular (*Typha dominguensis*), chechenal (*Metopium brownei*), selva baja inundable y petenes (CONANP 2006, Rico Gray 1982). De acuerdo con Durán (1987), las especies más importantes son la caoba (*Swietenia mahagoni*), el zapote (*Manilkara zapota*), *Ficus maxima*, el

guano (*Sabal yapa*) y el corcho (*Annona glabra*). Otras especies son el yaiti (*Gymnanthes lucida*), *Coccoloba spicata* y *Tabebuia chrysantha*. En los “petenes” se mezclan el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el blanco (*Laguncularia racemosa*) con especies de tipo selvático, aunque también se distinguen aquellos que dentro de su composición de selva incluyen especies como el julub (*Bravaisia berlandieriana*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) que suelen encontrarse en comunidades inundables (CONANP, 2006).

Los petenes o islas de vegetación presentes en la Reserva de la Biosfera Los Petenes, pueden presentar diversas formas, tamaños, elevaciones, topografía, composición del suelo y vegetación; de forma que se pueden encontrar petenes circulares, ovoides o amorfos. Estas asociaciones sólo han sido localizadas en la península de Yucatán, Cuba y Florida, por lo que puede considerarse a esta región como un área biogeográfica única a nivel nacional (Rico-Gray, 1982; Durán, 1987; Olmsted y Durán, 1988; Pat y Hernández, 2004; CONANP, 2006).

En los petenes se presenta un mosaico de suelos, asociados con las diferentes comunidades vegetales, entre ellos el regosol calcáreo, solonchac, histosol, rendzina y gleysol. Dentro de la región el suelo juega un papel importante en la distribución de la vegetación, debido a que la roca calcárea permite que filtraciones de agua dulce provenientes del manto freático afloren, favoreciendo de esta forma la presencia de especies hidrófitas de agua dulce entre las de agua salobre y salina. Este hecho hace que la vegetación esté constituida por un mosaico de asociaciones dentro del gradiente mar-tierra (CONANP 2006).

El clima va del tipo Aw (cálido subhúmedo con lluvias en verano) en la zona centro-sur de la Reserva, mientras que en su extremo norte es del tipo BS'h'w (semiseco y seco cálido). Se identifican tres estaciones climáticas para la región; la época de secas, que abarca de noviembre a

abril con temperatura y precipitación mensual promedio de 25.5 °C y 23 mm; la época de lluvias que cubre de mayo a octubre con 28.4 °C y 139.9 mm; y la de nortes de noviembre a marzo (CONANP 2006, CONAGUA, 2008).

Obtención de datos

Aplicándose métodos mínimos de muestreo (Gentry, 1982), se realizaron un total de 30 parcelas para la caracterización de las asociaciones vegetales presentes en la RBLP. De manera que en zonas con dominancia de vegetación tipo manglar fueron utilizadas parcelas de 25 x 25m mientras que para la vegetación de tipo selvática se emplearon de 30 x 20m. Se registraron todas las plantas leñosas de más de tres metros de altura y se realizaron las mediciones que permitieron cuantificar parámetros estructurales (abundancia, frecuencia, área basal, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice de valor de importancia). Además se caracterizaron los siguientes parámetros: inclinación, rocosidad, tipos de suelo y profundidad del suelo, para respaldar la información de suelos.

Para la caracterización polínica se colectaron, aleatoriamente, cinco muestras de sedimento superficial en el interior de cada parcela, posteriormente fueron homogenizadas obteniéndose un total de treinta muestras. Para la obtención del material polínico, las muestras se trataron mediante los métodos químicos estándar empleando HCl, KOH y la técnica de acetólisis (Moore, et al, 1991). Se utilizó como marcador exótico esporas de *Lycopodium*. La identificación taxonómica fue realizada mediante microscopía óptica, bajo objetivos de 400X y 1000X, utilizando además las claves desarrolladas por Palacios-Chávez et al (1991), así como la colección palinológica de referencia del herbario de ECOSUR. Por cada muestra se contó un

mínimo de 300 granos de polen, siendo excluidos de la suma polínica los elementos acuáticos, esporas y otros palinomorfos. Una vez identificados y cuantificados los tipos polínicos en las muestras de sedimento, se calcularon los porcentajes de polen para cada taxón y se integraron en un diagrama polínico a través del software TILIA versión 1.7.16 (Grimm, 2011), se excluyeron los taxones locales y acuáticos de la suma.

Análisis de Datos

Con el fin de entender la relación entre la vegetación y el espectro polínico se calculó la asociación (A), sobrerrepresentación (O) y subrepresentación (U) a través del Índice de Davis, el cual es considerado un indicativo de que la presencia de un taxón en la muestra polínica sugiere su existencia en la vegetación local. Cuyas fórmulas se describen a continuación:

$$A = B0 / (P0 + P1 + B0) \quad U = P1 / (P1 + B0) \quad O = P0 / (P0 + B0)$$

Donde B0 es igual al número de levantamientos en los que el tipo polínico está presente en la muestra de sedimento y en la vegetación; P0 representa el número de levantamientos en donde el tipo polínico se encuentra presente pero el taxón vegetal está ausente, mientras que P1 es igual al número de levantamientos donde el taxón vegetal se encuentra presente pero el tipo polínico está ausente.

Debido a la naturaleza de los datos se empleó el método estadístico de Correlación de Spearman para datos no paramétricos, con el fin de determinar posibles concordancias. Una vez determinada la afinidad entre el espectro polínico y la vegetación se efectuó un análisis de regresión lineal simple para determinar la naturaleza de dicha relación. En ambos casos se comparó el porcentaje de polen contra el porcentaje de vegetación para cada taxón seleccionado, primero para todos los sitios (región) y posteriormente a nivel de comunidad (escala local).

Individualmente los datos de polen fueron analizados utilizando el método de ordenamiento Detrended Correspondence Analysis (DCA), para describir los patrones que influyen en la composición de especies, bajo el principio de que dicha composición variara entre los sitios siguiendo un gradiente ambiental y/o histórico.

RESULTADOS

Estructura y composición vegetal

Por medio de los levantamientos florísticos se reconocieron seis comunidades vegetales dentro del área de estudio de la RBLP: manglar achaparrado, manglar, petenes de manglar, sabana-manglar, petenes de selva y selva.

Manglar achaparrado

Este tipo de vegetación presentó árboles con alturas no mayores a 4 m. Se registró un total de 1163 individuos. La especie con mayor dominancia y valor de importancia fue *Avicennia germinans* (mangle negro) seguida de *R. mangle*; mientras que *L. racemosa* registró solo 19 individuos, encontrándose con menor frecuencia dentro de las parcelas (Tabla 1). Esta vegetación se encuentra desarrollada sobre suelos de tipo solonchak que presentan un alto contenido de sales, llegándose a observar una costra delgada de sal (blanquizales), son de textura arcillo arenosa, con colores gris o pardo-grisáceo. Generalmente, el horizonte superior es un poco más oscuro debido a la acumulación de materia orgánica. También pueden encontrarse en suelos de tipo histosol, caracterizados por la presencia de una alta acumulación de materia orgánica sobre su horizonte superficial debido a la baja tasa de descomposición la cual es provocada por la saturación de agua.

Manglar

En esta asociación se registró un total de 1179 individuos y presentó una composición similar al manglar achaparrado. A excepción de la presencia de algunos individuos de *C. erectus*, especie caracterizada por desarrollarse en suelos con baja o nula salinidad, sus troncos son torcidos y delgados. La especie con mayor abundancia y valor de importancia fue *A. germinans*, seguida de *R. mangle* y *L. racemosa*. El mangle blanco a pesar de tener una menor abundancia en comparación con las otras especies de manglar, mostró los valores más altos de área basal (Tabla 1). En los sitios donde se encontró este tipo de vegetación, se observó suelo de tipo Gleysol que se caracteriza por estar en zonas inundables, con colores grisáceos o azulados y altos contenidos de carbonatos de calcio (Anexo 1).

Peten de manglar

Esta asociación vegetal presentó estratos mayores a 10 m de altura en las especies arbóreas. Registró 488 individuos, de los cuales las especies de manglar son las que presentaron mayor abundancia y frecuencia. *R. mangle* (169) fue el mangle con mayor número de individuos, abundancia y valor de importancia, seguida de *L. racemosa* (77) y *C. erectus* (74). A diferencia de las asociaciones anteriores, en los petenes de manglar se observaron árboles de selva tales como *M. zapota*, *Pouteria* sp., *B. tubiflora*, entre otras especies (Tabla 1). Se observaron suelos de tipo histosol y gleysol, que por sus características favorecen al desarrollo de las especies de manglar asociadas a diversas especies de selva.

Sabana-Manglar

Asociación vegetal con un total de 605 individuos, encontrándose especies de manglar y selva. Se caracterizó por una mayor abundancia y dominancia de *C. erectus* (78), seguida de *R. mangle* (7),

A. germinans (4), *M. brownei* y *Cameraria latifolia* (Tabla 1). Estas especies se desarrollan sobre áreas seminundables con suelos de tipo Vertisol y Gleysol, en los cuales hay acumulación de agua que cubre el horizonte superficial durante la época de lluvias; mientras que en la época de secas se agrietan. Poseen textura arcillosa dominada por arcillas expansibles que le permiten tener esta característica.

Peten de selva

Asociación vegetal que se caracteriza por una mayor dominancia de la especie *M. brownei* son árboles que crecen de 10 a 15 m de altura y se desarrollan en suelos planos con deficiente drenaje. También se observaron especies como *Gymnanthes lucida* y *M. zapota*. Se registró un total de 681 individuos, de los cuales *M. brownei* fue la que presentó una mayor abundancia con un 40%, mientras que se registraron varias especies con muy baja abundancia como *Piscidia piscipula*, *Capparis cynophallophora*, *Tabebuia rosea*, *Jacquinia macrocarpa*, entre otras. En cuanto al área basal, se encontró que a pesar de que el chechem negro presentó una mayor dominancia, la especie que tuvo una mayor área basal fue *M. zapota*, por lo que representó la segunda especie con mayor valor de importancia (Tabla 1). En este tipo de asociación se observó el desarrollo sobre suelos de tipo Leptosol, con altos contenidos de materia orgánica, son oscuros y con poca profundidad.

Selva

La vegetación de selva estuvo localizada hacia la zona norte de la reserva y es considerada de tipo caducifolio. Presentó una abundancia de 143 individuos de los cuales, *Crescentia cujete* fue la especie con mayor abundancia y valor de importancia. Hubo una clara representación de especies de la familia Fabaceae, como *Haematoxylum campechianum*, segunda especie con mayor valor

de importancia y con una alta dominancia debido a que presentó las áreas basales más grandes (Tabla 1). Cabe señalar que a pesar de ser vegetación de selva se registró la presencia de *L. racemosa*, aunque en concentraciones bajas. Al igual que los petenes de selva se observó que la vegetación se desarrolla encima de suelos de tipo Leptosol que debido a sus características fisicoquímicas favorecen a su crecimiento.

Diagrama Polínico

En las 30 muestras de sedimento superficial fueron identificados un total de 50 taxón pertenecientes a 36 familias. El diagrama polínico (Figura 2), muestra la presencia de los taxones encontrados en todas las asociaciones vegetales estudiadas. Este diagrama está conformado por un eje horizontal, que presenta los porcentajes de polen para cada taxón encontrado y que fueron utilizados en la suma de polen; a excepción de los taxones correspondientes a elementos alóctonos y acuáticos. Y un eje vertical, en el cual se observan las seis asociaciones de vegetación: manglar achaparrado (SM), manglar (M), peten de manglar (PM), sabana-manglar (S-M), peten de selva (PTF) y selva (TF). Entre los taxones más abundantes se encontró Moraceae ($\leq 50\%$), *Ficus* ($\leq 50\%$) y *Conocarpus*, este último alcanzando hasta un 60% en la asociación vegetal de Sabana-Manglar. Los taxones con concentraciones $\leq 20\%$ fueron Fabaceae, Poaceae, Euphorbiaceae; y Chenopodiaceae, el cual registró su mayor abundancia en zonas de vegetación de manglar. Por el contrario *Bursera simaruba* obtuvo sus mayores abundancias en las asociaciones de Petén de selva y Selva (Figura 2).

El registro polínico de las asociaciones con vegetación de tipo manglar y manglar achaparrado, se encontró representado por el polen de *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*. Sin embargo, también es posible apreciar la presencia de numerosos taxones de tipo selvático. Para el Peten de

manglar se observó una disminución de los elementos de manglar y el registro de nuevos taxones de selva, como Rubiaceae y Sapotaceae. Con respecto a la asociación de Sabana-Manglar, estuvo caracterizada por un alto porcentaje de *C. erectus*, a diferencia de las otras especies de mangle presentaron un muy bajo porcentaje y solo fueron encontradas en un sitio de muestreo. También se observó un aumento de Boraginaceae, y una disminución del registro de polen de los elementos de disturbio.

Cabe señalar que en las asociaciones anteriores a excepción del manglar achaparrado, se registró la presencia de foraminíferos planctónicos, por la influencia marina en los sitios de muestreo. En la asociación de Peten de selva, se encontró el registro de un solo taxón de manglar (*C. erectus*) y un aumento de los taxones de tipo selvático como Anacardiaceae, *B. simaruba*, Rubiaceae y Boraginaceae, así como también el aumento de los elementos de disturbio como Amaranthaceae, Asteraceae, Mimosoidae/Acacia. En la vegetación de selva se encontró la presencia de *B. simaruba* y Bignonaceae; se registraron taxones de tipo alóctono como *Alnus sp*, *Pinus sp*, *Podocarpus sp*. A diferencia del peten de selva se observó un menor registro de elementos de disturbio y hubo un aumento en el porcentaje de Poaceae.

Índice de Asociación y Correlación de Spearman

El índice de asociación de Davis, fue calculado para los datos de presencia-ausencia de los 50 taxones presentes en los registros de vegetación y polen. 13 taxones mostraron asociación con alguna de las comunidades, los valores obtenidos indican que existe una relación entre la vegetación y el espectro polínico concerniente con su tipo de asociación vegetal. De forma que, en los ecosistemas de Manglar achaparrado y Manglar, las especies *R. mangle* y *A. germinans* se

encuentran fuertemente asociadas. Dentro de la vegetación de tipo Sabana-Manglar, la especie mejor asociada fue *C. erectus*. Mientras que en las asociaciones vegetales con predominancia de especies selváticas fueron los *B. simaruba*, Euphorbiaceae, Fabaceae, los que se encontraron fuertemente asociados.

La alta sobrerrepresentación de especies, es decir, la ausencia de la especie vegetal en el sitio donde la muestra fue colectada, se observó en la mayoría de los elementos selváticos identificados dentro de las asociaciones de Manglar. Por otra parte, se identificó la ausencia dentro del espectro polínico o subrepresentación de diversos taxones de tipo selvático en las asociaciones de Peten de selva y sitios con Selva (Tabla 2).

Para la realización de la correlación de Spearman se utilizaron únicamente los 20 taxones que estuvieron presentes tanto en las parcelas de vegetación como en el registro polínico de las diferentes asociaciones vegetales. A nivel regional (todos los sitios) la mayoría de las correlaciones obtenidas no fueron significativas para todos los taxones, debido a ello, se presentan aquellas que tuvieron un valor de $p < 0.05$ (Tabla 3). Las correlaciones obtenidas para las especies de *A. germinans*, *R. mangle*, *C. erectus* y *B. simaruba*, indicaron una fuerte correspondencia entre el porcentaje y cobertura vegetal de estas especies dentro de las asociaciones vegetales de la región (Tabla 3).

Al realizar los análisis a una escala local para cada tipo de vegetación (nivel comunidad), se obtuvo que el taxón que presenta una alta correspondencia entre su espectro polínico y vegetación fue *C. erectus*, para la vegetación de Peten de Manglar y Sabana-Manglar. La única especie con una buena correlación en el ecosistema de manglar achaparrado fue *A. germinans*

(Tabla 4). Dentro de los ecosistemas de Peten de Selva no se encontraron especies correlacionadas.

Ordenación

La grafica obtenida mediante el análisis por DCA demuestra únicamente una ligerea tendencia de agrupación, en la cual los sitios pertenecientes a la vegetación con predominancia de manglar y que se encuentra cercanos a la línea de costa, se agruparon a la derecha de la grafica (Figura 3), mientras que las parcelas pertenecientes a vegetación de tipo peten se encuentran en la parte central del gráfico y por último se tiene que los sitios con la mayor abundancia de la especie *C. erectus* y que corresponden a las parcelas de la asociación Sabana-Manglar se ubicaron a la izquierda de la figura.

DISCUSIÓN

La caracterización de las comunidades vegetales muestra diferencias en la composición y estructura de cada comunidad identificada, los diferentes factores ambientales como topografía, tipo de suelo y el gradiente hidrológico son determinantes en su distribución. Las asociaciones de manglar muestran dominancia y alto valor de importancia son *A. germinans* y *R. mangle*, especies de alta competitividad en los ambientes costeros (Urrego, et al., 2010). Los diferentes tipos de peten se encuentran compuestos por especies de manglar y especies de afinidad selvática, los afloramientos de agua dulce permiten el desarrollo de especies como *G. lucida* y *M. zapota*. Especies tolerantes a condiciones de desecación y perturbación como *M. brownei* y *C. latifolia* fueron encontradas frecuentemente en sabanas y selvas caducifolias.

Los resultados obtenidos a través del diagrama polínico indicaron que la vegetación presente en el interior de la Reserva de los Petenes puede ser identificada a través de su lluvia de polen. El espectro polínico expresa la dominancia de comunidades de manglar, las cuales se distinguieron por la presencia de *A. germinans*, *L. racemosa* y *R. mangle*. Siendo esta última la especie dominante, debido principalmente a su producción polínica y a que su vector de polinización es el viento, lo que le permite encontrarse tanto en la proximidad de los árboles de procedencia como tierra dentro de su posición en el paisaje (Rodgers y Horn, 1996; Engelhart, et al., 2007). Estos resultados concuerdan con los diversos estudios que sugieren que dicha especie es dominante y puede ser considerada un indicador de la influencia marina, nivel de inundación y dinámica hidrológica en el ambiente de manglar (Rodgers y Horn, 1996; Engelhart et al 2007; Urrego et al, 2010). Lo cual es apoyado por los altos índices de asociación obtenidos para esta misma especie.

A pesar de que el espectro polínico indicó que las asociaciones con vegetación de selva están representadas por *B. simaruba*, Anacardiaceae, Fabaceae, Moraceae, entre otros que han sido considerados buenos indicadores para este tipo de vegetación (Islebe, et al., 2001; Domínguez-Vázquez, et al., 2004); diversos elementos representativos de vegetación selvática no se encontraron bien representados dentro de la lluvia de polen actual. Lo cual puede ser explicado por medio de las estrategias reproductivas de cada especie y los síndromes de dispersión (anemofilia y entomofilia), también en relación a la presencia y abundancia de la especie en el sitio. Otros factores ambientales o inherentes a la edad de los individuos pueden restringir la producción floral. Este tipo de condiciones puede también ayudar a explicar las situaciones opuestas, es decir la presencia de taxones sobrerrepresentados, los cuales suelen estar ligados a una alta productividad polínica y dispersión por viento, (Hicks, 2006; Gosling et al., 2009,

Amami et al, 2010). Por otra parte, la estructura abierta de las asociaciones de Sabana-Manglar y Manglar chaparro permite una mayor captación-depositación de polen dispersado por el viento, por lo que en estas asociaciones se presenta una mayor sobrerrepresentación y especies alóctonas (Lebamba et al., 2009).

La ordenación por DCA no expresó un claro patrón de agrupación, sin embargo, en el primer eje de ordenación se puede apreciar que existe una tendencia que permite la asociación de los sitios siguiendo un gradiente hidrológico. La alternancia entre las zonas de mayor inundación, afloramientos de agua y zonas secas permite la presencia de diferentes comunidades con patrones de distribución específico. Este mosaico es principalmente controlado por la hidrología de la zona principal factor que determina la estructura de la vegetación y repercute en la capacidad de dispersión de las especies (Diekotter, et al., 2008; Amami, et al., 2010).

Las correlaciones obtenidas para *A. germinans*, *R. mangle*, *C. erectus* y *B. simaruba* permitieron la identificación de una fuerte relación entre los datos actuales de vegetación y polen dentro de la región, por lo que podría ser considerada una herramienta útil para interpretaciones futuras. Sin embargo, debido a que la relación entre el polen y la vegetación es afectada por factores ecológicos, la estructura de la vegetación y principalmente los bajos niveles de identificación, la comparación directa entre las especies fue limitada (Burry, et al., 2001; Amami, et al., 2010).

CONCLUSIÓN

El análisis de la vegetación y el registro polínico actual permitió la identificación del espectro polínico para las comunidades vegetales que conforman la Reserva de la Biosfera Los Petenes. Identificando las especies cuyo polen se encuentra fuertemente asociado a su vegetación, así

como aquellas que se encuentran subrepresentadas y sobrerrepresentadas en las diferentes comunidades vegetales. La aplicación de métodos estadísticos demostró ser una herramienta útil para el análisis de la relación entre la lluvia de polen actual y la vegetación. Sin embargo, y debido principalmente a los bajos niveles de identificación taxonómica que limitaron su aplicación, es necesario la realización de más estudios que permitan cuantificar la lluvia polínica controlando variables espaciales y temporales.

LITERATURA CITADA

- Amami, B., S. Muller, L. Rhazi, P. Grillas, M. Rhazi, S. Bouahim. 2010. Modern pollen-vegetation relationships within a small Mediterranean temporary pool (western Morocco). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162: 213–225
- Barrera A., 1982. Los Petenes del noroeste de Yucatán. Su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica*, 2: 163-169.
- Burry L., M. Trivi, P. Palacio y M. Lombardo. 2001. Relaciones polen-vegetación de algunos taxas de la estepa patagónica (Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 2:419-427
- Carrillo-Bastos A. 2008. Variación climática y ecológica durante el Holoceno Medio-Tardío en la península de Yucatán, un enfoque geo-espacial. Tesis de Maestría. ECOSUR. México. 59 pp
- CONAGUA. 2008. Normales climatológicas 1950-2007. Gerencia estatal Campeche. Campeche, México.

- CONANP. 2006. Programa de conservación y manejo. Reserva de la Biosfera Los Petenes. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, Campeche. 101 pp
- Correa L. y G. Lozano. 2004. Análisis palinológico del holoceno en la vereda Alto del Mercado, Marinilla, Antioquia. *Actual Biol*, 26: 60-71
- Correa-Metrio A., Bush B. M., Pérez L., Shwalb A., y K. R. Carrera 2011. Pollen distribution along climatic and biogeographic gradients in northern Central America. The Holocene DOI: 10.1177/0959683610391321
- Davies, C. y Fall P. 2001. Modern pollen-precipitation from an elevational transect in central Jordan and its relationship to vegetation. *Journal of Biogeography*, 28(10): 1105-1210.
- Diekötter, T., R. Billeter, T.O. Crist. 2008. Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 9: 298-307
- Domínguez-Vázquez G., G. Islebe y R. Villanueva. 2004. Modern pollen deposition in Lacandon forest, Chipas, México. *Review of Paleobotany and Palynology* 131:105-116
- Durán R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche, México. *Biotica* 12(3): 181-207
- Durán R. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana* 31: 73-84
- Engehart, S., B. Horton, D. Roberts, C. Bryant, D.R. Corbett. 2007. Mangrove pollen of Indonesia and its suitability as a sea-level indicator. *Marine Geology*, 242: 65–81
- Erdtman, G. 1943. An Introduction to Analysis Pollen. Chronica Botanica Company USA. 239 pp.

- Fine B. 1978. Vegetation and modern pollen spectra in Sinaloa and Nayarit, México. En: Rodgers J. y S. Horn. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 124: 53-71
- Finsinger, W., O. Heiri, V. Valsecchi, W. Tinner, A. Lotter. 2007. Modern pollen assemblages as climate indicators in southern Europe. *Global Ecol. Biogeogr.* 16: 567-582
- Fletcher, M. S. I. Thomas. 2007. Modern pollen–vegetation relationships in western Tasmania, Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146: 146-168
- Gentry, A. H. 1982. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1–85.
- Gosling, W., F. Mayle, N. Tate, T. Killeen. 2009. Differentiation between Neotropical rainforest, dry forest, and savannah ecosystems by their modern pollen spectra and implications for the fossil pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153: 70-85
- Hevly, R, P.J. Mehringer, H. Yocum, 1965. Studies of the Modern Pollen Rain in the Sonoran Desert. *Journal of the Arizona Academy of Science*, 3(3): 123-135.
- Hicks, S. 2006. When no pollen does not mean no trees. *Veget Hist Archaeobot.*, 15: 253-261
- Islebe G., R. Villanueva y O. Sánchez. 2001. Relación lluvia de polen-vegetación en selvas de Quintana Roo. *Bol. Soc. Bot. México* 69: 31-38
- Kasprzyk I. 2006. Comparative study of seasonal and intradiurnal variation of airborne herbaceous pollen in urban and rural areas. *Aerobiología* 22: 185-195

- Latorre F., M. Caccavari. 2006, Deposición polínica actual en el Parque Nacional Pre-Delta, Entre Ríos, Argentina. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, 8(2): 195-200
- Lebamba, J., A. Vincens, d. Jolly, A. Ngomanda, P. Schevin, J. Maley, I. Bentaleb. 2009. Modern pollen rain in savanna and forest ecosystems of Gabon and Cameroon, Central Atlantic Africa. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153: 34-45
- León P. 2006. Aprovechamiento de fauna silvestre en una comunidad aledaña a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN-Unidad Mérida. Yucatán, México. 90 pp.
- Lozano-García S. 1984. Interpretaciones sobre la lluvia de polen en la región de San Luis Potosí, México. *Bol. Soc. Bot. México* 46: 53-74
- Madanes N. y A. Millones. 2004. Estudio del polen aéreo y su relación con la vegetación en un agrosistema. *Darwiniana* 24:1-4
- Meyer, E. 1975. Vegetation and pollen rain in the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 20(2): 215-224
- Moore, P.D., J.A., Webb, M.E, Collinson. 1991. *Pollen Analysis: Blackwell Scientific Publications.*
- Nitiu D. 2009. Estudio del polen atmosférico y su relación con la vegetación local. La Plata, Argentina. *Acta Botánica Malacitana* 34: 189-199
- Olmsted I. y R. Duran. 1988. Aspectos ecológicos de los petenes de florida, Campeche y Quintana Roo. P 517-536. In: *Mem.Simp: Ecol.Concerv. DeltaRios Usumasinta y Grijalva.* INIREB y Gob. de Tabasco, México, 714 p
- Osorio, P., A. Quiroz-García, D. Leonor. 2009. Lluvia de polen de la ciudad de Oaxaca, México. *Poibotánica*, 28: 161-190

- Palacios C. 1977. Lluvia de polen moderno en diferentes hábitats del Valle de México. *Bol. Soc. Bot. México* 36
- Palacios-Chávez R., B. Ludlow-Wiechers y R. Villanueva-Gutiérrez. 1991. Flora palinológica de Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México, Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Quintana Roo, México.
- Pat J. y P. Hernández. 2004. Memoria del taller de diagnóstico de los sistemas de producción en el área aledaña a la Reserva de la Biosfera de Los Petenes (RBLP), Campeche, México. CONANP-ECOSUR. Campeche, México. 55 pp.
- Rico-Gray V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del Estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biotica* 7(2): 171-190
- Rico-Gray V. y M. Palacios-Ríos. 1996. Salinidad y el nivel del agua como factores en la distribución de la vegetación en la cienega del NW de Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana* 34: 53-61
- Roberts N. 1998. The Holocene. An environmental history: Blackwell publishers, USA.
- Rodgers J. y S. Horn. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 124: 53-71
- Tonello S. y A. Prieto. 2008. Modern vegetation-pollen-climate relationships for the Pampa grasslands of Argentina. *Journal of Biogeography* 35: 926-938
- Torrescano-Valle N. 2004. Actuo y paleo palinología de la península de Yucatán: Estudios de caso de lluvia de polen y reconstrucciones ambientales. Tesis de Maestría. ECOSUR. México. 42 pp

- Torrescano-Valle N. 2007. Reconstrucción paleoambiental del Holoceno Medio -Tardío en la parte centro-sur de la península de Yucatán, México. Tesis de Doctorado. ECOSUR. México. 94pp
- Trivi de Mandri M., L. Burry y L. D'Antoni. 2006. Dispersión-depositación del polen actual en Tierra de Fuego, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 89-95
- Urrego, L., C. González, G. Urán, J. Polanía. 2010. Modern pollen rain in mangroves from San Andres Island, Colombian Caribbean. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162: 168-182

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las parcelas realizadas en el interior de la Reserva de La Biosfera Los Petenes, Campeche.

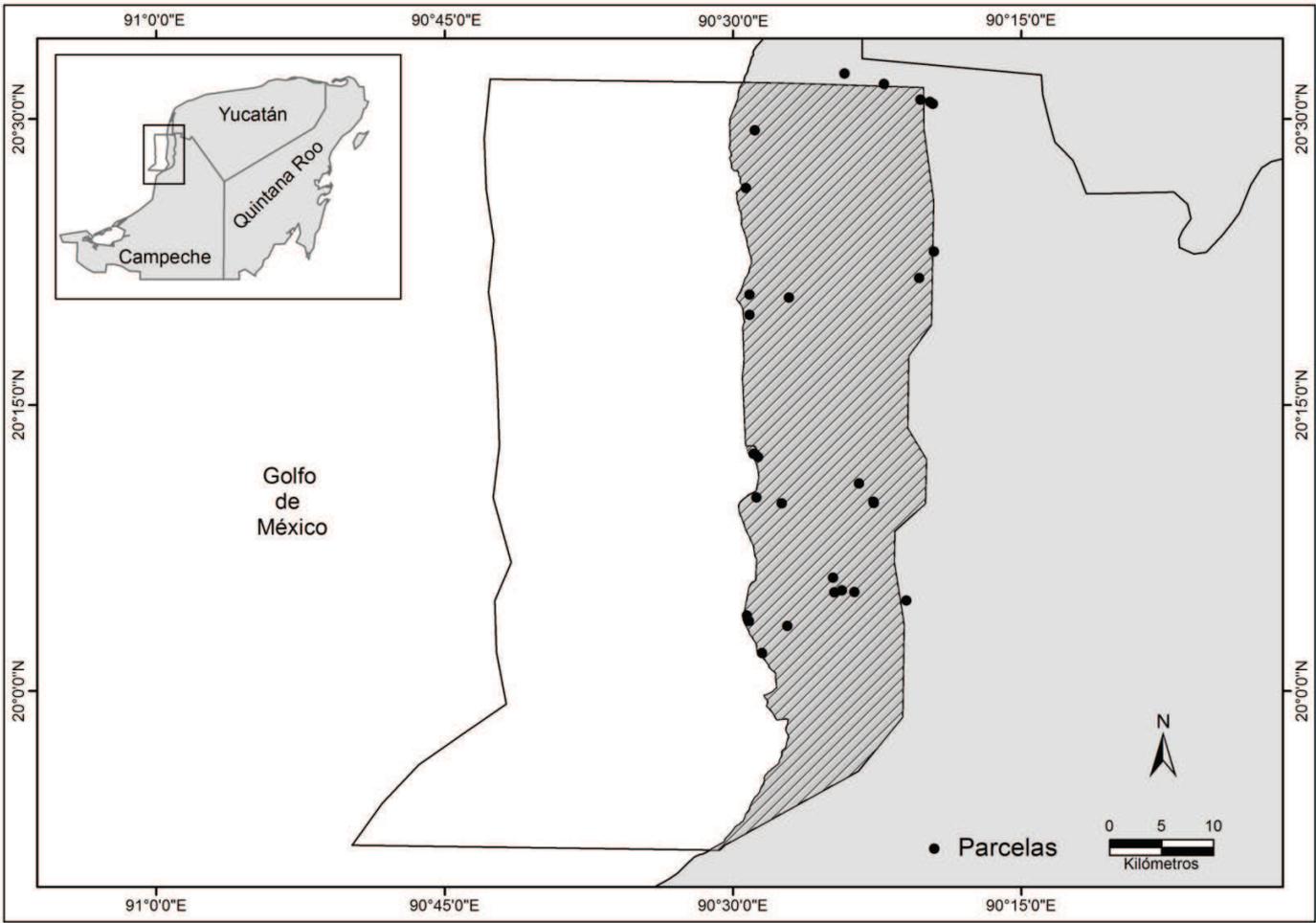
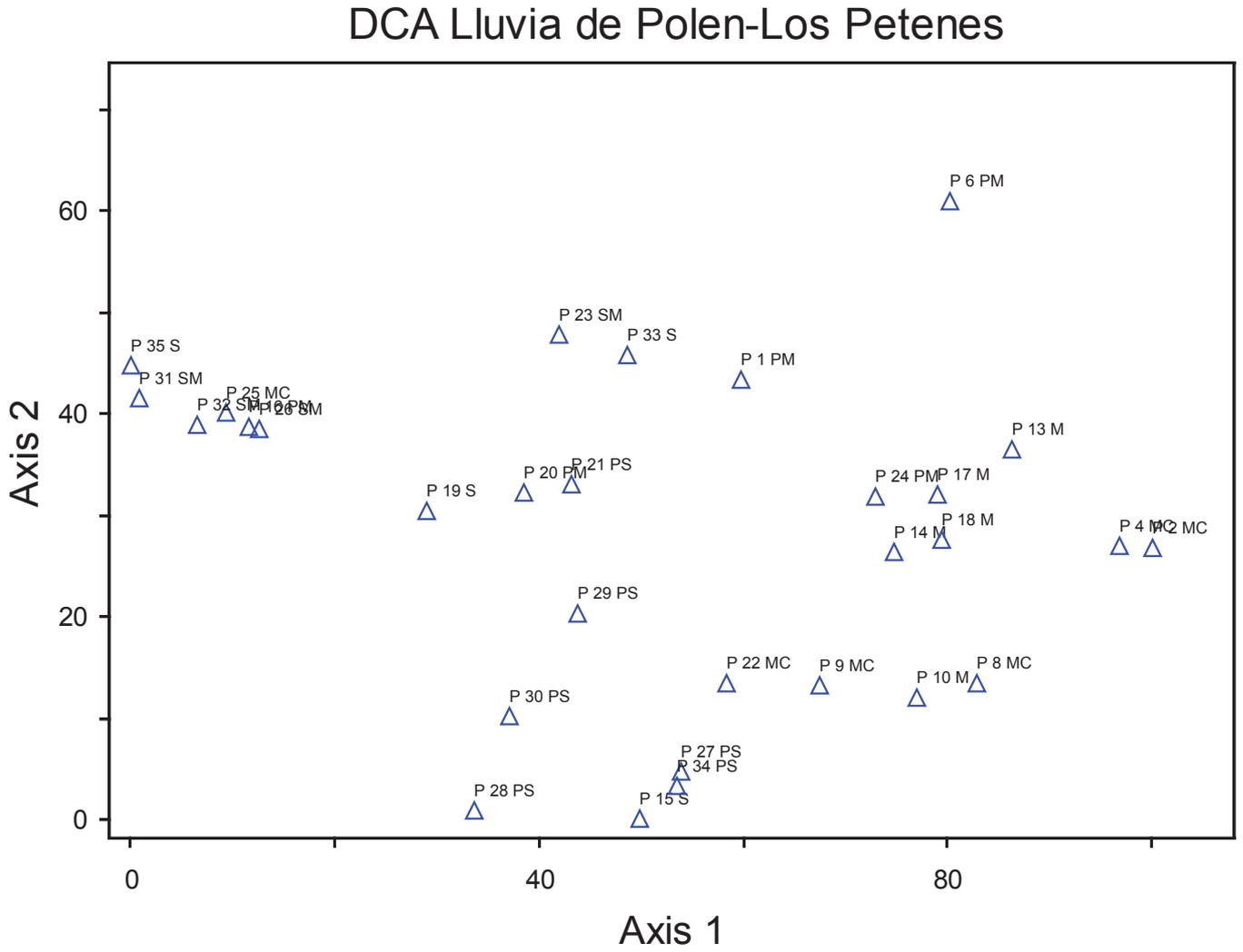


Figura 3. Ordenación de los sitios por DCA



TABLAS

Tabla 1. Valores estructurales de las asociaciones de vegetación presentes en la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

Especie	No. Individuos	A	Fr	Ar	Dr	IVI
<u>Manglar</u>						
<i>Avicennia germinans</i>	866	73.45	35.71	34562592.86	63.36	172.52
<i>Conocarpus erectus</i>	5	0.42	14.29	856574.87	1.57	16.28
<i>Laguncularia racemosa</i>	108	9.16	21.43	5171101.37	9.48	40.07
<i>Rhizophora mangle</i>	200	16.96	28.57	13962433.72	25.59	71.13
<u>Manglar achaparrado</u>						
<i>Avicennia germinans</i>	654	56.23	41.67	15799944.98	64.66	162.56
<i>Laguncularia racemosa</i>	19	1.63	25.00	102693.36	0.42	27.05
<i>Rhizophora mangle</i>	490	42.13	33.33	8532866.49	34.92	110.39
<u>Peten de manglar</u>						
<i>Avicennia germinans</i>	26	5.33	11.54	2441129.11	5.20	22.07
<i>Conocarpus erectus</i>	74	15.16	7.69	2844064.19	6.06	28.91
<i>Laguncularia racemosa</i>	77	15.78	19.23	13759641.95	29.31	64.32
<i>Rhizophora mangle</i>	169	34.63	15.38	12662719.33	26.97	76.99
<i>Manilkara sapota</i>	65	13.32	15.38	8493712.98	18.09	46.80
<i>Pouteria</i> sp	54	11.07	3.85	3360208.23	7.16	22.07
7 spp. Más	23	4.71	26.92	3386911.77	7.21	38.85
<u>Sabana-manglar</u>						
<i>Avicennia germinans</i>	24	3.97	8.00	663819.31	3.13	15.09
<i>Metopium brownei</i>	21	3.47	8.00	257100.09	1.21	12.68
<i>Cameraria latifolia</i>	18	2.98	8.00	1248783.08	5.88	16.86
<i>Conocarpus erectus</i>	469	77.52	20.00	17565258.62	82.71	180.23
<i>Dalbergia glabra</i>	4	0.66	12.00	191303.36	0.90	13.56
<i>Pithecolobium albicans</i>	2	0.33	4.00	8835.73	0.04	4.37
<i>Rhizophora mangle</i>	44	7.27	4.00	601942.11	2.83	14.11
<i>Manilkara zapota</i>	6	0.99	4.00	155116.14	0.73	5.72
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	8	1.32	16.00	135869.85	0.64	17.96
4 spp. Más	9	1.49	16.00	408897.92	1.93	19.41
<u>Peten de selva</u>						
<i>Metopium brownei</i>	271	39.79	10	10963431.87	20.67	70.47
<i>Annona glabra</i>	19	2.79	2	1482929.91	2.80	7.59

<i>Sabal mexicana</i>	13	1.91	2	1176133.75	2.22	6.13
<i>Sabal yapa</i>	16	2.35	6	1075995.48	2.03	10.38
<i>Tubebuia rosea</i>	1	0.15	2	237582.94	0.45	2.59
<i>Bursera simarouba</i>	18	2.64	10	710117.75	1.34	13.98
<i>Capparis</i>	1	0.15	2	4417.86	0.01	2.16
<i>cynophallophora</i>						
<i>Gymnanthes lucida</i>	130	19.09	8	5400221.06	10.18	37.27
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	38	5.58	2	9567131.38	18.04	25.62
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.15	2	125663.71	0.24	2.38
<i>Hampea trilobata</i>	11	1.62	6	742692.14	1.40	9.02
<i>Ficus sp</i>	26	3.82	6	7349884.87	13.86	23.68
<i>Manilkara zapota</i>	80	11.75	12	11180505.01	21.08	44.83
12 spp. Más	56	8.22	30	3013474.58	5.68	43.91

Selva

<i>Metopium brownei</i>	10	6.99	8.70	932660.32	5.26	20.94
<i>Crescentia cujete</i>	23	16.08	8.70	4044564.92	22.79	47.57
<i>Bursera simarouba</i>	19	13.29	8.70	2192733.50	12.36	34.34
<i>Conocarpus erectus</i>	17	11.89	4.35	1352357.46	7.62	23.86
<i>Laguncularia racemosa</i>	1	0.70	4.35	96211.28	0.54	5.59
<i>Dalbergia glabra</i>	6	4.20	8.70	353429.17	1.99	14.88
<i>Haematoxylum campechianum</i>	22	15.38	4.35	4769330.35	26.88	46.61
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	8	5.59	4.35	336739.46	1.90	11.84
<i>Pithecellobium sp</i>	9	6.29	4.35	791779.52	4.46	15.10
<i>Manilkara zapota</i>	10	6.99	4.35	1471227.47	8.29	19.63
<i>Sideroxylon americanum</i>	6	4.20	4.35	517204.33	2.91	11.46
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	2	1.40	8.70	454058.31	2.56	12.65
6 spp. Más	10	6.99	26.09	432440.23	2.44	35.52

†† A: abundancia, Fr: frecuencia relativa, Ar: área basal, Dr: dominancia relativa, IVI: índice de valor de importancia.

Tabla 3. Correlación Spearman y Regresión lineal entre las especies vegetales y su polen, a nivel de comunidad.

Nombre científico	<i>Spearman</i>	<i>p</i>	<i>r</i>²	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>Avicennia germinans</i>	0.9276	0.0077	93.16%	54.49	0.0018
Bignoniaceae	-	-	70.94%	9.7654	0.0354
<i>Bursera simaruba</i>	0.8452	0.0341	95.48%	84.4415	0.0008
<i>Conocarpus erectus</i>	0.9429	0.0048	96.38%	106.423	0.0005
<i>Rhizophora mangle</i>	0.9276	0.0077	-	-	-

Tabla 4. Correlación Spearman y Regresión lineal entre las especies vegetales y su polen, para cada tipo de vegetación

<i>Vegetación</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Spearman</i>	<i>p</i>	<i>r</i>²	<i>F</i>	<i>p</i>
<i>Mc</i>	<i>Avicennia germinans</i>	0.8117	0.0499	64.52%	7.2729	0.0543
<i>PM</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	0.8944	0.0405	93.54%	43.4552	0.0071
<i>SM</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	-	-	77.41%	10.2815	0.0491
<i>S</i>	<i>Bursera simaruba</i>	-	-	99.47%	187.9815	0.0464

ANEXO 1

Características de los tipos de suelo presentes en la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

Tipo de suelo según la WRB	Características
Leptosol	Suelos someros de colores oscuros. Con capa superficial abundante en humus y muy fértil que descansa sobre roca caliza o con más de 40% de carbonato de calcio, generalmente arcilloso.
Solonchak	Suelos sometidos a inundación alguna parte del año, presentan un alto contenido de sales
Gleysol	Suelos que se inundan en alguna época del año se caracterizan por presentar colores grises, azulosos o verdosos que al secarse y exponerse al aire puede presentar manchas rojas.
Histosol	Suelos con muy poca profundidad, con un horizonte superior menor a 10 cm, compuesto de altos contenidos de material orgánico.
Vertisol	Son suelos pesados en épocas de secas y pegajosos en lluvias, muy arcillosos, con un material parental formado por sedimentos de elevada proporción de arcillas expansibles producidas a partir de meteorización de rocas y el contenido de esta arcilla genera que cuando se secan forman grietas anchas y profundas.

Discusión y Conclusiones.

El análisis de la vegetación y el registro polínico actual permitió la identificación del espectro polínico para las comunidades vegetales que conforman la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP). Identificando las especies cuyo polen se encuentra fuertemente asociado a su vegetación, así como la presencia de especies que se encuentran subrepresentadas y sobrerrepresentadas en el espectro polínico de las diferentes comunidades vegetales.

El espectro polínico expresó la dominancia de comunidades de manglar, las cuales se distinguieron por la presencia de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rizophora mangle*. Estos resultados concuerdan con diversos estudios que sugieren que dicha especie es dominante y puede ser considerada un indicador de la influencia marina, nivel de inundación y dinámica hidrológica en el ambiente de manglar (Rodgers y Horn, 1996; Engelhart, et al., 2007; Urrego et al., 2010).

A pesar de que el espectro polínico indicó que las asociaciones con vegetación de selva están representadas principalmente por *Bursera simaruba*, Anacardiaceae, Fabaceae, y Moraceae, los cuales han sido considerados buenos indicadores para este tipo de vegetación (Islebe, et al., 2001; Domínguez-Vázquez, et al., 2004). Diversos taxones representativos de la zona como *T. dominguensis*, *M. brownei*, *Sabal yapa*, *B. berlandieriana* no se encontraron bien representados dentro de la lluvia de polen actual; lo cual puede ser explicado por medio de las estrategias

reproductivas de cada especie y los síndromes de dispersión (anemofilia y entomofilia), la presencia y abundancia de la especie en el sitio, así como factores ambientales o inherentes a la edad de los individuos que restringen la producción floral. Este tipo de condiciones permitirían también explicar la presencia de taxones sobrerrepresentados, los cuales suelen estar ligados a una alta productividad polínica y dispersión por viento (Hicks, 2006; Gosling, et al., 2009, Amami, et al., 2010).

La ordenación por DCA no expresó un claro patrón de agrupación, sin embargo, en el primer eje de ordenación se puede apreciar que existe una tendencia que permite la asociación de los sitios siguiendo un gradiente hidrológico. La alternancia entre las zonas de mayor inundación, afloramientos de agua y zonas de menor inundación, permite la presencia de diferentes comunidades con patrones de distribución específico. Este mosaico es principalmente controlado por la hidrología de la zona y el tipo de suelo, principales factores que determinan la estructura de la vegetación y repercuten en la capacidad de dispersión de las especies (Diekotter, et al., 2008; Amami, et al., 2010).

La aplicación de métodos estadísticos demostró ser una herramienta útil para el análisis de la relación entre la lluvia de polen actual y la vegetación. Las correlaciones obtenidas para *A. germinans*, *R. mangle*, *C. erectus* y *B. simaruba* permitieron la identificación de una fuerte relación entre los datos actuales de vegetación y polen dentro de la región, por lo que puede ser considerada una herramienta útil para interpretaciones futuras. Sin embargo, los bajos niveles de identificación taxonómica limitaron su aplicación, por ello es necesario dar

continuidad a la realización de estudios de éste tipo, que abarquen toda la península de Yucatán, así como la ampliación de las colecciones de referencia, que permitan cuantificar la lluvia polínica controlando variables espaciales y temporales, y la calidad de la identificación taxonómica.

Aspectos éticos

En la realización de esta investigación se utilizaron muestras de sedimento superficial para la obtención del espectro de la lluvia de polen actual, cabe señalar que durante la toma de muestras no se dañó ningún organismo o su hábitat. Debido a la necesidad de identificar las especies vegetales, fue necesario la colecta de material, el cual se realizó a través de procedimientos establecidos que ocasionan un daño mínimo al ambiente, para lo cual se tramitaron los permisos necesarios (Anexo1).

Literatura citada

- Amami, B.; Muller, S.; Rhazi, L.; Grillas, P.; Rhazi, M. y Bouahim, S. 2010. Modern pollen–vegetation relationships within a small Mediterranean temporary pool (western Morocco). *Review of Palaeobotany and Palynology* 162: 213–225
- Burjachs, F. 2006. Palinología y restitución paleoecológica. *Ecosistemas* 1:1-12
- Burry, L.; Trivi, M.; Palacio, P. y Lombardo, M. 2001. Relaciones polen-vegetación de algunos taxas de la estepa patagónica (Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 2:419-427

- Carrillo-Bastos, A. 2008. Variación climática y ecológica durante el Holoceno Medio-Tardío en la península de Yucatán, un enfoque geo-espacial. Tesis de Maestría. ECOSUR. México. 59 pp
- Correa-Metrio, A.; Bush, M.; Pérez, L.; Schwalb, A. y Cabrera, K. 2011. Pollen distribution along climatic and biogeographic gradients in northern Central America. *The Holocene*. Version online: <http://hol.sagepub.com/content/early/2011/02/19/0959683610391321>
- Davies, C. y Fall P. 2001. Modern pollen-precipitation from an elevational transect in central Jordan and its relationship to vegetation. *Journal of Biogeography* 28(10): 1105- 1210.
- Diekötter, T.; Billeter, R. y Crist, T.O. 2008. Effects of landscape connectivity on the spatial distribution of insect diversity in agricultural mosaic landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 9: 298-307
- Domínguez-Vázquez, G.; Islebe, G. y Villanueva, R. 2004. Modern pollen deposition in Lacandon forest, Chiapas, México. *Review of Paleobotany and Palynology* 131:105-116
- Durán, R. 1987. Descripción y análisis de la estructura y composición de la vegetación de Los Petenes del noroeste de Campeche, México. *Biotica* 12(3): 181-207
- Durán, R. 1995. Diversidad florística de Los Petenes de Campeche. *Acta Botánica Mexicana* 31: 73-84

- Elenga, H.; de Namur C.; Vincens A.; Roux M. y Schwartz D. 2000 Use of plots to define pollen-vegetation relationships in densely forested ecosystems of Tropical Africa. *Review of Paleobotany and Palynology* 112: 79-96
- Fine B. 1978. Vegetation and modern pollen spectra in Sinaloa and Nayarit, México. En: Rodgers, J. y Horn, S. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 124: 53-71
- Finsinger, W.; Heiri, O.; Valsecchi, V.; Tinner, W. y Lotter, A. 2007. Modern pollen assemblages as climate indicators in southern Europe. *Global Ecology and Biogeography* 16: 567-582
- Fletcher, M. y Thomas, S. I. 2007. Modern pollen-vegetation relationships in western Tasmania, Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146: 146-168
- Gosling, W.; Mayle, F.; Tate, N. y Killeen, T. 2009. Differentiation between Neotropical rainforest, dry forest, and savannah ecosystems by their modern pollen spectra and implications for the fossil pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology* 153: 70-85
- Hevly, R, P.J. Mehringer, H. Yocum, 1965. Studies of the Modern Pollen Rain in the Sonoran Desert. *Journal of the Arizona Academy of Science* 3(3): 123-135.
- Hicks, S. 2006. When no pollen does not mean no trees. *Vegetation History and Archaeobotany* 15: 253-261
- Hodell, D.; Curtis, J. y Brenner, M. 1995. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature* 375:391-394

- Horn, S. 1985. Preliminary pollen analysis of Quaternary sediments from Deep Sea. En: Rodgers, J y, Horn, S. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 124: 53-71
- Horn, S. 1993. Postglacial vegetation and fire history in the Chirripó páramo of Costa Rica. *Quaternary Research* 40: 107-116
- Islebe, G. 1999. La Paleoecología: Bases y su aplicación. *Foresta Veracruzana* 1(2): 47-50
- Islebe, G. y Hooghiemstra, H. 1995. Recent Pollen Spectra of Highland Guatemala. *Journal of Biogeography* 22(6): 1091-1099
- Islebe, G.; Villanueva, R. y Sánchez, O. 2001. Relación lluvia de polen-vegetación en selvas de Quintana Roo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 31-38
- Kasprzyk, I. 2006. Comparative study of seasonal and intradiurnal variation of airborne herbaceous pollen in urban and rural areas. *Aerobiología* 22: 185-195
- Latorre F. y Caccavari, M. 2006, Depositación polínica actual en el Parque Nacional Pre-Delta, Entre Ríos, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8(2): 195-200
- Leyden, B.; Brenner, M.; Whitmore, T.; Curtis, J.; Piperno, D. y Dahlin, B. 1996. A record of long and short-term climatic variation from northwest Yucatan: Cenote San José Chulchacá. In: Fedick, S.L. (ed.) *The managed mosaic: Ancient Maya agriculture and resource use*. University of Utah Press, pp 30-50

- Leyden, B.; Brenner, M. Y Dahlin, B. 1998. Cultural and climatic history of Coba, a lowland Maya City in Quintana Roo, Mexico. *Quaternary Research* 49: 111-122
- Lozano-García, S. 1984. Interpretaciones sobre la lluvia de polen en la región de San Luis Potosí, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 46: 53-74
- Madanes, N. y Millones, A. 2004. Estudio del polen aéreo y su relación con la vegetación en un agrosistema. *Darwiniana* 24:1-4
- Mas, J. F. y Correa, J. 2000. Analisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida "Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas* 43: 42-59
- Meyer, E. 1975. Vegetation and pollen rain in the Cuatro Ciénegas Basin, Coahuila, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 20(2): 215-224
- Moore, P.D., Webb, J.A., Collinson, M.E. 1991. Pollen Analysis: Blackwell Scientific Publications.
- Nitiu, D. 2009. Estudio del polen atmosférico y su relación con la vegetación local. La Plata, Argentina. *Acta Botánica Malacitana* 34: 189-199
- Ortiz, M. y Méndez A. 1999. Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas* 39: 68-81
- Palacios, C. 1977. Lluvia de polen moderno en diferentes hábitats del Valle de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 36

- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del Estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biotica* 7(2): 171-190
- Rodgers, J. y Horn, S. 1996. Modern pollen spectra from Costa Rica. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 124: 53-71
- Sánchez, S. O. 2000. Las Comunidades selváticas de la franja continental-costera de Quintana Roo: Un enfoque geobotánico. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Veracruzana, Instituto de Genética Forestal Xalapa, Veracruz, México.
- Sjögren, P.; van der Knaap, W.O.; Kaplan, J.; van Leeuwen, J.; Ammann, B. 2008. A pilot study on pollen representation of mountain valley in the central Alps. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149: 208-218
- Tonello S y Prieto A. 2008. Modern vegetation-pollen-climate relationships for the Pampa grasslands of Argentina. *Journal of Biogeography* 35: 926-938
- Torrescano-Valle, N. 2004. Actuo y paleo palinología de la península de Yucatán: Estudios de caso de lluvia de polen y reconstrucciones ambientales. Tesis de Maestría. ECOSUR. México. 42 pp
- Torrescano-Valle, N. 2007. Reconstrucción paleoambiental del Holoceno Medio – Tardío en la parte centro-sur de la península de Yucatán, México. Tesis de Doctorado. ECOSUR. México. 94pp
- Trivi de Mandri M.; Burry L. y D'Antoni L. 2006. Dispersión-depositación del polen actual en Tierra de Fuego, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 89-95

- Villanueva-Gutiérrez, R; Moguel-Ordez, Y; Echazarreta-González, C.; Arana-López, G. 2009. Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Grana* 48(3) 214 – 223.
- Villanueva G., R. 1994. Nectar sources of European and Africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Journal of Apicultural Research*. 33(1): 44-58.
- Zapata, C. 2003. Interpretación de los recuentos de pólenes *Alergol. Inmunol. Clin.* 18 (Extraordinario Núm.3):50-56.

ANEXO

Anexo 1. Permisos de colecta para la realización de colectas científicas



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN
PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE

OFICIO NÚM. SGPA/DGVS/ 00617 /11

MÉXICO, D. F., A 28 ENE 2011

DRA. NURIA TORRESCANO VALLE
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR
UNIDAD CHETUMAL
AV. CENTENARIO KM. 5.5
C.P. 77014, CHETUMAL, QUINTANA ROO
TEL. 8350440, EXT. 4324
ntorresca@ecosur.mx

Considerando que ha dado cumplimiento a los requisitos establecidos para efectuar investigación y colecta científica de flora y fauna silvestres en territorio mexicano y con fundamento en el Artículo 32 Bis fracciones I, III, XXII, XXXIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; Artículo 31, fracción VI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 79, 80 fracción I, 82, 83 y 87 párrafo cuarto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; Artículos 9º. Fracción XII, 97 y 98 de la Ley General de Vida Silvestre; 12, 123 Fracción IV y 126 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre; Artículo 85, Artículo 88, fracciones I y II, Artículo 105, Fracciones II y III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP's); las disposiciones relativas de la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional; la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo, la Dirección General de Vida Silvestre **autoriza** la licencia de colecta científica por proyecto sobre especies o poblaciones en categoría de riesgo o sobre hábitat crítico, para desarrollar las siguientes actividades inherentes al proyecto de investigación denominado **"Patrones y dinámica espacio-temporal de los Petenes del Noroeste de la Península de Yucatán"**:

- Colecta de hasta cien (100) ejemplares botánicos para herborizar que se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001

Con respecto a la colecta de ejemplares de flora que **no** se encuentren en categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, le comunico que de acuerdo con el artículo 1º de la Ley General de Vida Silvestre, dicha solicitud queda fuera del ámbito de competencia de esta Dirección General a mi cargo, motivo por el cual, deberá dirigirse a la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, ubicada en Av. Progreso No. 3, Edificio 3, Planta Alta, Colonia del Carmen Coyoacán, Delegación Coyoacán, C.P. 04100, México, D. F. Tel(s) . 5484 35 68 y 5484 35 69, e-mail: dgforestal@semarnat.gob.mx.

Las actividades se llevarán a cabo en la **Región Sureste, abarcando los Estados de Campeche, incluyendo la Reserva de la Biosfera Los Petenes; Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán**. Esta autorización tendrá una **vigencia de un (01) año a partir de la emisión de la presente autorización**.

La presente se expide con el aval del El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, **debiendo sujetarse obligatoriamente a las siguientes condiciones:**

Continúa al reverso.../
Hoja 1 de 2

1. - **Cumplir con las disposiciones Administrativas, Fiscales y de Sanidad exigibles por las autoridades competentes en la materia, sean Federales, Estatales o Municipales, así como con las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas y demás disposiciones legales aplicables.**

2. - **Obligatoriamente y previo al inicio de las actividades de campo, deberá contactar a la C. César Uriel Romero Herrera, Director de la Reserva de la Biosfera Los Petenes (Av. López Mateos No. 89, Esquina con Galeana, Col. San Román, C.P. 24040, Campeche, Campeche. Tel(s). 01 (981) 811 95 03. e-mail: cromero@conanp.gob.mx), lo anterior para coordinar, las actividades de campo con el ANP, presentar su programa de actividades, lista de participantes y fechas en que pretende ingresar al Parque; asimismo se le asignará el personal del ANP que lo acompañará durante los trabajos de campo y deberá acatar las indicaciones y recomendaciones que le haga dicho personal.**

3. - **En todo momento el investigador será responsable de los impactos significativos que haya sobre las poblaciones de la flora o fauna silvestres y sus hábitats, por lo que deberá considerar el riesgo de perturbación del ecosistema, antes de su ejecución y no llevarlo a cabo si el riesgo es alto.**

4. - **Previo al inicio de las actividades de campo, deberá enviar obligatoriamente por escrito y utilizando cualquier medio su programa de trabajo a la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Campeche (Tel. 01 (981) 811 95 19), Chiapas (01 (961) 617 50 04), Oaxaca (Tel. (951) 512 96 00), Quintana Roo (Tel. (01 (998) 891 46 01), Tabasco (Tel. 01 (993) 310 14 01 y 310 14 02), Veracruz (Tel. (228) 841 65 01) y Yucatán (Tel. 01 (999) 942 13 38), enviando copia del mismo a la Dirección General de Vida Silvestre. De igual manera, al término de dichas actividades lo notificará a esa Delegación Federal, enviando un reporte detallado por escrito.**

5. - **La totalidad del material colectado deberá destinarse exclusivamente a los fines específicos del proyecto, objeto de la presente autorización. Con base al Capítulo IV, Artículo 98 de la Ley General de Vida Silvestre, el material colectado será depositado en las instalaciones del Herbario de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal y el titular de la autorización asume la responsabilidad de remitir a esta Dirección General, copia de la(s) constancia(s) del(los) depósitos(s) debidamente firmado(s), especificando la cantidad del material depositado.**

6. - **Con base al Capítulo IV, Artículo 98 de la Ley General de Vida Silvestre y 126 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, el responsable del proyecto deberá someter a la consideración de la Dirección General de Vida Silvestre, en un plazo no mayor de 30 (TREINTA) días de concluida la vigencia de la presente, un informe que describa detalladamente las actividades realizadas, los resultados obtenidos, la problemática del área trabajada, las potenciales alternativas de solución y -en su oportunidad-, la(s) publicación(es) y sobre tiros producto de la investigación.**

7. - **Queda estrictamente prohibido efectuar cualquier aprovechamiento de las especies de flora y fauna silvestres, cualesquiera que sea su estatus, excepto lo aquí autorizado, así como realizar actividades en áreas naturales protegidas de México, sean Estatales o Federales, sin previa autorización.**

8. - **De acuerdo al Artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente al Capítulo IV, Artículo 97 de la Ley General de Vida Silvestre, esta autorización no ampara el aprovechamiento de los especímenes colectados para fines comerciales, ni de utilización en biotecnología.**

Se recomienda que durante sus actividades de campo, en el caso de encontrar ejemplares de especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se notifique de ello (la especie, ubicación geográfica y la fecha) a esta Dirección General, en el informe de actividades antes mencionado.

La presente autorización es personal e intransferible y habrá de mostrarse a las Autoridades Federales, Estatales y Municipales cuantas veces lo soliciten. Así mismo y tomando en consideración lo establecido por el Artículo 87 de la Ley de General de Vida Silvestre, el titular de la presente deberá contar con el consentimiento previo, expreso e informado de los legítimos propietarios de la(s) tierra(s) donde pretende desarrollar el proyecto.





SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

**SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN
PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

OFICIO NÚM. SGPA/DGVS/ 00617 /11

MÉXICO, D. F., A 28 ENE 2011

El incumplimiento de las condiciones aquí establecidas, dará origen a la instauración de un procedimiento administrativo ante la autoridad competente, para proceder a la cancelación de la autorización y a la aplicación de la legislación correspondiente, según sea el caso.

**ATENAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL DE VIDA SILVESTRE**



MVZ. MARTÍN VARGAS PRIETO

- C.c.p- C. Joel González Moreno.- Director General de Inspección de Vida Silvestre, Recursos Marinos y Ecosistemas Costeros, PROFEPA. e-mail: vida_silvestre@profepa.gob.mx
- C. Tomás Jesús Ávila Argáez.- Delegado Federal de la SEMARNAT en el Estado de Campeche. e-mail: delegado@campeche.semarnat.gob.mx
- C. Luis Fernando Torres García.- Delegado Federal de la SEMARNAT en el Estado de Chiapas. e-mail: delegado@chiapas.semarnat.gob.mx
- C. Esteban Ortiz Rodea.- Delegado Federal de la SEMARNAT en el Estado de Oaxaca. e-mail: esteban.ortiz@semarnat.gob.mx
- C. Gabriela Lima Laurens.- Delegada Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo. e-mail: gabriela.lima@qr.semarnat.gob.mx
- C. María Yolanda Cabal Gómez.- Delegada Federal de la SEMARNAT en el Estado de Tabasco. e-mail: delegado@tabasco.semarnat.gob.mx
- C. Manuel Molina Martínez.- Delegada Federal de la SEMARNAT en el Estado de Veracruz. e-mail: delegado@veracruz.semarnat.gob.mx
- C. Enrique Alonso Manero Moreno.- Delegado Federal de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán. e-mail: delegado@yucatan.semarnat.gob.mx
- C. César Uriel Romero Herrera.- Director de la Reserva de la Biosfera Los Petenes. e-mail: cromero@conanp.gob.mx
- C. David Gutiérrez Carbonell.- Director General de Manejo para la Conservación de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. e-mail: daguti@conanp.gob.mx
- C. Fernando Sánchez Camacho.- Departamento de Análisis para el Aprovechamiento de Otras Especies. e-mail: fsanchez@semarnat.gob.mx

Archivo General (DGVS-00455/1101)

c:berenice/colecta cientifica/permiso especial_Nuria Torrescano

"Por uso eficiente del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica".



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN FORESTAL Y DE SUELOS

OFICIO N° SGPA/DGGFS/712/ 0187 /10

MÉXICO, D.F. A 25 DE ENERO DE 2010

DRA. NURIA TORRESCANO VALLE
EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR UNIDAD CAMPECHE
CALLE 10 X 61 NÚM. 264 · COL. CENTRO, CP 24000
CAMPECHE, CAMPECHE

Visto el aviso para efectuar colectas científicas para la realización del proyecto denominado "**Patrones y dinámica espacio-temporal de los Petenes del Noroeste de la Península de Yucatan**" (Trámite SEMARNAT-03-039), recibido en esta Dirección General el 6 de abril de 2009.

Al respecto me permito informarle que:

1. Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 101 párrafo tercero de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 16 fracciones VI, IX y X de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 67 y 68 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 19 fracción XXV y 32 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 21 de enero de 2003, con sus reformas publicadas el día 22 de noviembre de 2004, y, en virtud de que se encontraron satisfechos los requisitos que establecen los artículos 67 y 68 arriba citados, se hace de su conocimiento que se tiene por recibido el aviso de colecta de recursos biológicos forestales con fines de utilización en investigación.
2. De conformidad con el artículo 70 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable queda obligado presentar a esta Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, un informe de resultados dentro de los treinta días naturales siguientes al término de la colecta, el cual deberá contener lo siguiente:
 - I. Fecha de presentación del aviso;
 - II. Recurso biológico forestal recolectado, indicando tipo, cantidad y volumen, así como nombre científico y común de las especies.
 - III. Sitios georreferenciados en donde se haya desarrollado la colecta, indicando entidad federativa, municipio y localidad.

Por lo que respecta a la acreditación de la legal procedencia, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece: quiénes están obligados a demostrarlo (artículo 93), las materias primas, productos y subproductos respecto de las cuales deberá acreditarse su legal procedencia (artículo 94) y con qué documentos se acreditará (artículo 95); en este sentido se advierte que la aplicación de estos lineamientos legales solo se destinará a las materias primas, productos y subproductos

Progreso N°. 3. Col. del Carmen Coyoacán www.semarnat.gob.mx
Tels: 54 84 35 67 54 84 35 68 Fax: 54 84 35 69 dqforestal@semarnat.gob.mx



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN FORESTAL Y DE SUELOS

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

OFICIO N° SGPA/DGGFS/712/ 0187 /10

forestales que provengan de un aprovechamiento forestal autorizado; de igual manera, con vista en la definición de aprovechamiento forestal "**La extracción realizada en los términos de esta Ley, de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables**" (artículo 7, fracción I de la LGDFS) y de Colecta científica "**obtención o remoción de recursos biológicos forestales para la generación de información científica básica y para la investigación biotecnológica sin fines comerciales**" (artículo 2, fracción VII de la RLGDFS), se concluye que la colecta científica no se considera como un aprovechamiento forestal, por lo tanto, no existe obligación expresa para que el transporte de los productos resultantes de la colecta científica tenga que ser acreditada con alguno de los documentos que se señalan en el artículo 95 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
EL DIRECTOR GENERAL

DR. FRANCISCO GARCÍA GARCÍA

SEMARNAT



SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA
LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN FORESTAL Y DE SUELOS

C.C.P.- Lic. Miguel Ángel Cancino Aguilar.- Coordinador de Asesores de la SGPA de la SEMARNAT. copiasgpa@semarnat.gob.mx
Ing. José Ramiro Rubio Ortiz.- Subprocurador de Recursos Naturales de la PROFEPA. jrubio@profepa.gob.mx
Biot. Ignacio Millán Tovar.- Director General de Inspección y Vigilancia Forestal. imillan@profepa.gob.mx

Progreso N°. 3. Col. del Carmen Coyoacán www.semarnat.gob.mx
Tels: 54 84 35 67 54 84 35 68 Fax: 54 84 35 69 dgforestal@semarnat.gob.mx