



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD MÉRIDA

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN LA ESPECIALIDAD DE ECOLOGÍA HUMANA

**El efecto de borde en petenes: una aproximación a su magnitud, penetración y  
relación con la extracción de la palma de huano (*Sabal* spp.) en el noroeste de la  
Península de Yucatán**

Tesis que para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias  
en la especialidad en Ecología Humana  
presenta:

**Samir Iván González Hamud**

Director de Tesis:  
Dr. Salvador Montiel Ortega

Mérida, Yucatán

Diciembre 2017

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a CINVESTAV Mérida, particularmente al Departamento de Ecología Humana por la oportunidad de cursar este posgrado que fungió como una etapa de transformación en muchos aspectos de mi vida y no solamente en la parte académica.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca que hizo posible mi manutención y dedicación exclusiva al posgrado durante estos dos años, y a CINVESTAV por los apoyos otorgados durante mis estudios como el apoyo para estancia en Chiapas en ECOSUR y el apoyo terminal.

Agradezco de manera muy especial a los miembros de mi Comité Asesor, la Dra. Julia Fraga, el Dr. Miguel Ángel Munguía y la Dra. Julieta Benítez por sus acertadas aportaciones y su compromiso profesional, que contribuyeron enormemente a la calidad académica de este trabajo. Agradezco también el tiempo que dedicaron durante este par de años a las reuniones de Comité en donde pudimos en conjunto, darle forma y calidad a este documento. Agradezco su profesionalismo y el haber tenido la oportunidad de trabajar con ustedes.

Mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, el Dr. Salvador Montiel Ortega quien fue piedra angular de todo este proceso. Dr. Montiel, definitivamente esto no lo habría logrado sin usted. Agradezco su entrega, su pasión, su ejemplo, su compromiso con el éxito, su ética profesional, su buen oficio y todas las enseñanzas que pudo darme y que yo pude adquirir con respecto a este mundo de la ciencia y la investigación. Agradezco también su gran calidad humana, el

preocuparse genuinamente por mi bienestar, el haberme comprendido en momentos difíciles durante esta etapa de maestría, el haber compartido momentos de celebración tan especiales, el haberme mostrado el lado humano de la ciencia y la investigación, el haberme brindado paciencia y el haberme tendido la mano en momentos en los que lo necesité. También le agradezco el haberme presionado cuando fue necesario, el mostrarme mis fallas cuando se requería, el darme una perspectiva de lo que es el éxito en la vida, de lo que es vivir con pasión y de disfrutar incluso los pequeños logros y hacer de nuestros momentos ordinarios momentos extraordinarios. ¡Gracias por tanto!

Quisiera agradecer también a mis compañeros de generación de Ecología Humana de los que aprendí demasiadas cosas durante este par de años. Gracias a Carlos, Samantha, Francesco, Julián, Luis, Mario, Mariela, Rossana, Mariana, Selvia. Me llevo aprendizajes tales como el valor de la perseverancia, la disciplina y el poner pasión en lo que se hace. Agradezco a mis compañeros y amigos del LAECBIO (a.k.a Petenes Club) Elías, Jimena, Armando, Stephanie, Malena, Lina por los gratos momentos que compartimos en diversas ocasiones y que hicieron más fácil el camino durante este tiempo. Los invito a seguir avanzando por el camino que ustedes elijan con pasión y compromiso.

Quiero agradecer especialmente a Armando Rojas por su gran ayuda en el trabajo de campo, por esas charlas sobre la vida rumbo a Los Petenes y por haberme enseñado cosas básicas de supervivencia en el ambiente hostil del humedal costero, aunque a veces se desesperara un poco por mi inexperiencia. Además, por estar presente con una sonrisa al llegar al laboratorio y estar dispuesto a

aportar algo más que su experiencia académica y científica, parte de su experiencia de vida.

Un agradecimiento muy especial a Dalila Góngora que, desde que la conozco ha sido extremadamente eficiente con su trabajo, mostrando gran disposición, siendo un ejemplo para todos los que quieren hacer bien las cosas en este país.

Agradezco también a todos y cada uno de los maestros que me dieron clases durante esa etapa, de todos ellos pude aprender distintas cosas que me han ayudado a cumplir con las exigencias de este mundo académico y que se traducen finalmente en este logro.

Quiero agradecer también de manera particular nuevamente al Dr. Miguel Ángel Munguía y al Dr. Carlos Ibarra por la experiencia que junto conmigo y mis compañeros pudimos vivir en la práctica de campo del programa de Maestría en Kaxil Kiuic A.C. Esta experiencia resultó realmente enriquecedora en mi formación como Ecólogo Humano y la agradezco profundamente.

Un agradecimiento muy especial a las personas con las que compartí vivencias en Los Petenes, gracias a Julio, Don Celso, Doña Rey y Jorge por haberme brindado las puertas de su casa y haberme hecho sentir apoyado y acogido en esta experiencia tan distinta a lo que había vivido anteriormente. Gracias por haberme mostrado la simpleza y tranquilidad de la vida rural. Agradezco también de forma muy especial a Don Leonardo, a Juan y a Dorot por haber sido mis guías dentro del humedal, haber compartido conmigo gratos momentos, avistamientos

imprevistos, piquetes de hormiga, pies mojados, cansancio, sol, pozol y haberme ayudado tanto en mi trabajo en campo.

Y viene el agradecimiento a las personas más importantes de mi vida que a pesar de que tengamos diferencias en formas de pensar o de vivir, siempre han estado ahí para mí de diversas formas. Gracias a mi mamá Amine por al final entender que la vida es para vivir y por apoyarme durante este proceso a pesar de la distancia, por preocuparse por mí, por preguntarme, por darme mi espacio. A mi hermana Vale por estar ahí para escucharme cuando lo he necesitado, por continuar ese intercambio de ideas sobre la vida, por buscar la comprensión mutua a pesar de estar en desacuerdo. A mis tíos Alejandro y Héctor por siempre motivarme en mis proyectos, por apoyarme y desearme suerte cuando lo necesito.

Gracias a toda mi familia que se preocupa por mí y me ha alentado a seguir este proceso: Yazmín, Julieta, Dan, Sofía, Leti, Óscar, Oscarin, Fatme, Aisha, Alejandro, Fadhua, Mari, Maru, Chiquis, Bernardette, Jalil, Salomón, Jamet, Sara, Rosa María y a todos los demás que están en mi corazón.

Gracias de manera muy especial a mi familia yucateca González que me apoyó demasiado durante este proceso siempre preocupada por si algo me hacía falta, generando aceptación, empatía, y dispuesta a compartir un fin de semana o más para hacerme pasar un rato agradable. Muchas gracias tíos Rafa, Laura, Lizbeth, Enrique, Tere. ¡Gracias abuelito Manuel, Rafa, Layda, Tania, Arturo, Regina, Mafer! ¡Los quiero!

Como cereza del pastel un agradecimiento genuino y de corazón a Jocelyn Murguía, mi compañera de vida, de generación de maestría, de viajes, mi confidente, mi amiga, mi amor de vida. Gracias por tanto apoyo durante este proceso, gracias por haber escogido hacer este proceso juntos, sé que en ocasiones no fue fácil pero definitivamente ha sido algo muy especial que hemos compartido y que me ha permitido llegar a conocer muchos aspectos de mí y de nosotros que desconocía, gracias por tus enseñanzas, por los buenos momentos, por los llantos, por el caer y levantarse, por atreverse, por no ser perfectos, por permitirnos sentir el dolor, por la palabra adecuada después del fracaso, por el dulce después de los malos días, por las comidas, por las fiestas, por mostrarme la luz y oscuridad que hay en nosotros, por confrontarme, por abrirme los ojos, por fluir, por mostrarnos vulnerables, simplemente por permitirnos vivir a pesar de todo, a pesar de que la vida puede no parecer justa, a pesar del miedo.

Simplemente las palabras no alcanzan. TE AMO y ¡vamos a ganar!

Quiero dedicar este trabajo a la memoria de Guadalupe Escárcega(mi abuelita) que me enseñó a vivir con alegría y fé y a mi suegro Rafael Murguía que partió antes de lo esperado dejando una gran herida en nuestras vidas pero también grandes enseñanzas sobre el disfrutar los momentos y aportar desinteresadamente. Gracias a Manuel González Navarrete y Samia Hamud Escárcega por el regalo de la vida. Gracias a Salomón Hamud Galicia, a Salomón Hamud Escárcega y a los otros que se fueron.Los amo. ¡Gracias por todo!

## **ÍNDICE**

AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
1.INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.Plantear el problema e hipótesis de trabajo.....	6
2.OBJETIVOS .....	9
2.1.Objetivo General.....	9
2.2.Objetivos Particulares.....	9
3.ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	10
3.1.El borde del fragmento: efecto y relevancia ecológico-social.....	10
3.1.1.Tipos de efecto de borde.....	11
3.1.2.El efecto de borde y su relación con la matriz.....	13
3.1.3.Edad e interacciones del borde.....	14
3.1.4Penetración del efecto de borde.....	17
3.2.El uso social de los recursos no maderables y su relación con fragmentos forestales.....	18

3.3.El uso social de la palma de huano en la Península de Yucatán.....	21
4.MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1.Áreade estudio.....	22
4.2.Parámetros de borde.....	26
4.3.Sitios de estudio.....	28
4.4.Colecta de datos.....	29
4.5.El corte de palma y sus actores locales: entrevistas.....	31
4.6.Análisis de la información.....	32
5.RESULTADOS.....	34
5.1.El borde en petenes.....	34
5.2.El corte de la palma de huano y percepciones sociales relacionadas.....	41
6.DISCUSIÓN GENERAL.....	46
7.CONCLUSIONES.....	54
8.REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	62





## RESUMEN

En fragmentos de selva, la variación espacio-temporal en las condiciones biofísicas del borde influye de forma importante la dinámica ecológica de la biota local, dentro y fuera del hábitat-isla. La magnitud de variación en los parámetros del borde puede estar asociada a múltiples aspectos paisajísticos del fragmento, así como a ciertas prácticas productivas locales orientadas a la obtención de recursos forestales en la zona de transición ecológica matriz-fragmento. En este estudio, se analizó la variación de tres parámetros abióticos (temperatura, humedad relativa y radiación fotosintéticamente activa) en el borde de seis fragmentos de selva-manglar ubicados en el humedal costero occidental de la Península de Yucatán. Asimismo, se comparó la variación de dichos parámetros entre sitios donde la población local refirió extraer o no la palma de huano (*Sabal* spp.) durante su temporada tradicional de corte. En cada sitio, los parámetros de borde fueron registrados cada 3 m en periodos estandarizados del día (12:00-15:00 horas), a lo largo de tres transectos radiales colocados desde la matriz (zacatal inundable) y orientados hacia el interior de fragmentos con tamaño promedio de 10 Ha. De los tres parámetros analizados, sólo la radiación fotosintéticamente activa (PAR) mostró un decremento significativo hacia el interior del fragmento, con un valor promedio notablemente menor ( $159.43 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) respecto a la matriz ( $523.10 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) en una distancia desde los 0 hasta los 12 metros a partir del borde del fragmento. El decremento de este parámetro estuvo inversamente relacionado con la interferencia foliar en proyección vertical,

registrada a lo largo del gradiente matriz-fragmento. Fuera de la época de corte de palma, los tres parámetros de borde mostraron una variación similar, en cada caso, entre sitios con y sin aprovechamiento de palma. Durante la época seca (cuando ocurre el corte de palma), los valores de humedad relativa fueron menores respecto a los registrados en sitios aprovechados durante la época lluviosa, sin existir cambios relevantes en los otros dos parámetros registrados a lo largo del gradiente matriz-fragmento. Los cambios registrados entre las dos temporadas de muestreo parecen estar principalmente relacionados con la estacionalidad del humedal costero, haciendo irrelevante la remoción vegetal de la palma de huano sobre los gradientes abióticos del borde en los sitios de estudio. Los resultados obtenidos muestran que el efecto de borde en petenes está modulado por la presencia de mangle en la periferia del fragmento, aún en espacios de colindancia con una matriz altamente contrastante con la constitución forestal del petén. La composición y estructura forestal del petén, en concomitancia con la matriz circundante (principalmente constituida por manglar), parecen estar favoreciendo la existencia de un efecto atenuado del borde, traducido en una baja magnitud y escasa penetración de éste en los petenes de estudio, para los parámetros registrados. Este efecto de borde atenuado sumado a la conformación y distribución espacial de la vegetación forestal en el humedal costero, parecería estar promoviendo una alta resiliencia de los petenes, en este importante ecosistema naturalmente fragmentado de Mesoamérica.

Palabras clave: humedal costero, efecto de borde, palma de huano, petenes, PAR.

## ABSTRACT

In forest fragments, the spatio-temporal variation in the biophysical conditions of the edge, significantly influences the ecological dynamics of the local biota, inside and outside the fragment. The magnitude in the variation of the edge parameters can be associated to multiple landscape aspects of the fragment, as well as to certain local production practices aimed at obtaining forest resources in the ecological transition zone matrix-fragment. In this study, we analyzed the variation of three abiotic parameters (temperature, relative humidity and photosynthetically active radiation) at the edge of six tropical forest-mangrove fragments located in the western coastal wetland of the Yucatan Peninsula. The variation of these parameters was compared between sites where the local population referred to extract or not the huano palm (*Sabal* spp.) during its traditional cutting season. At each site, the edge parameters were recorded every 3 m in standardized periods of the day (12:00-15:00 hours), along three radial transects placed from the matrix (flooded grassland) and oriented towards the interior of fragments with average size of 10 Ha. Of the three analyzed parameters, only the PAR showed a significant decrease towards the interior of the fragment, with a significantly lower average value ( $159.43\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) with respect to the matrix ( $523.10\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) at a distance from 0 to 12 meters from the edge of the fragment. The decrease of this parameter was inversely related to leaf interference in vertical projection, recorded along the matrix-fragment gradient. Outside the palm cutting season, the three edge parameters showed a similar variation, in each case, between sites with and without palm use. During the dry season (when palm cutting occurs), the relative

humidity values were lower than those registered in sites used during the rainy season, without significant changes in the other two parameters recorded along the gradient matrix-fragment . The changes registered between the two sampling seasons seem to be mainly related to the seasonality of the coastal wetland, making the removal of huano palm irrelevant on the abiotic gradients of the edge at the study sites. The obtained results show that the edge effect in petenes is modulated by the presence of mangrove in surroundings of the fragment, even in spaces bordering on a highly contrasting matrix with the forest constitution of the peten. The composition and forest structure of the peten, in concomitance with the surrounding matrix (mainly constituted by mangrove), seems to be favoring the existence of an attenuated edge effect, translated into a low magnitude and little penetration in the studied petenes, for the registered parameters. This attenuated edge effect added to the conformation and spatial distribution of the forest vegetation in the coastal wetland, seems to be promoting a high resilience of the petenes, in this important naturally fragmented ecosystem of Mesoamerica.

Key words: coastal wetland, edge effect, huano palm, petenes (hammocks), PAR.

## INTRODUCCIÓN

El borde de todo fragmento forestal representa una zona de transición ecológica donde se llevan a cabo flujos de energía y nutrientes, como resultado de las condiciones diferenciales del fragmento y su matriz adyacente (Murcia, 1995; Ries *et al.*, 2004; Laurance *et al.*, 2007). Esta zona de transición ecológica afecta la dinámica biológica del fragmento, generando variaciones biofísicas que inciden positiva o negativamente sobre la distribución e interacciones ecológicas de las especies locales (Porensky y Young, 2013), constituyendo así el llamado “efecto de borde”.

El efecto de borde constituye un tema central de la ecología contemporánea (Cerbocini *et al.*, 2016), siendo principalmente estudiado en paisajes fragmentados por la actividad humana (Porensky y Young, 2013). Como consecuencia, existe relativamente poca información sobre este efecto de borde en fragmentos forestales que no son el resultado de la actividad antropogénica, constituyendo paisajes naturalmente fragmentados que pueden servir como modelo de estudio de fragmentación (*e.g.*, Los Petenes México; Montiel *et al.* 2006, Munguía-Rosas y Montiel, 2014). Más aún, poco se sabe sobre la relación del efecto de borde con prácticas de aprovechamiento forestal que ocurren principalmente hacia el exterior del fragmento (Olupot *et al.*, 2009). En esta tesis, se abordan ambos aspectos escasamente estudiados sobre el borde, a partir de fragmentos forestales de selva-manglar sujetos al aprovechamiento potencial de un recurso forestal no maderable como la palma de huano (*Sabal* spp.), la cual

constituye un recurso tradicional de gran valor social para las poblaciones rurales locales (Caballero *et al.*, 2001).

Como una primera aproximación a lo anterior, en este estudio se documenta la magnitud, variación y distancia de penetración de tres parámetros de borde en fragmentos de selva-manglar presentes en el humedal costero occidental de la Península de Yucatán. Asimismo, se comparó el comportamiento de dichos parámetros de borde en fragmentos sujetos a la extracción de palma de huano en las inmediaciones de una comunidad maya donde su población mantiene vigente esta práctica forestal no maderable.

### *1.1. Planteamiento del problema e hipótesis de trabajo*

Sobre el humedal costero occidental de la Península de Yucatán, resulta más evidente el conglomerado de fragmentos forestales de selva-manglar, llamados localmente petenes (singular petén), que conforman uno de los ecosistemas fragmentados más singulares de nuestro país. Tal singularidad, radica en el hecho de que los petenes, a diferencia de otros fragmentos forestales, no son el resultado de la actividad humana, sino derivan de procesos geoecológicos de largo plazo que han conformando un ecosistema endémico y naturalmente fragmentado, con alta estabilidad ecológica y persistencia en el sureste de México (Mas y Correa Sandoval, 2000; Montiel *et al.* 2006, Munguía-Rosas y Montiel, 2014).

Los petenes pueden cumplir distintas funciones (ej. hábitat-isla que sirve de refugio a biota, proveedor de servicios ecosistémicos; Montiel *et al.*, 2006; Donato

*et al.*, 2011) y constituyen unidades del paisaje sujetas al uso social (ej. obtención de recursos de subsistencia, áreas para ecoturismo; Méndez-Cabrera y Montiel, 2007; León y Montiel, 2008; García *et al.*, 2015) donde el aprovechamiento forestal no maderable, resulta una actividad extractiva de gran importancia para la población local (Méndez-Cabrera y Montiel, 2007). Uno de los productos forestales con mayor relevancia social es la palma de huano (*Sabal* spp.)-siendo *Sabal yapa* y *Sabal mexicana* las dos especies más utilizadas-, extraída durante la época seca (Méndez-Cabrera y Montiel, 2007) y utilizada principalmente para el techado de la vivienda tradicional maya y construcciones similares (Caballero *et al.*, 2001).

Para esta tesis, el problema de estudio se centró en la variación de tres parámetros abióticos en el borde de petenes y de forma secundaria, en su posible relación con un tipo de aprovechamiento forestal no maderable como la extracción de palma de huano (Fig.1). Se asumió que el borde en petenes constituye una banda o zona de transición matriz-fragmento donde los cambios abióticos se esperan ocurrir en gran magnitud, pero de forma gradual hacia el interior del fragmento. La hipótesis fue que si bien tales cambios podrían deberse al contraste en la composición forestal fragmento-matriz, éstos podrían exacerbarse por la extracción de palma dada una pérdida vegetal asociada a esta actividad tradicional extractiva sobre todo en el borde del fragmento.



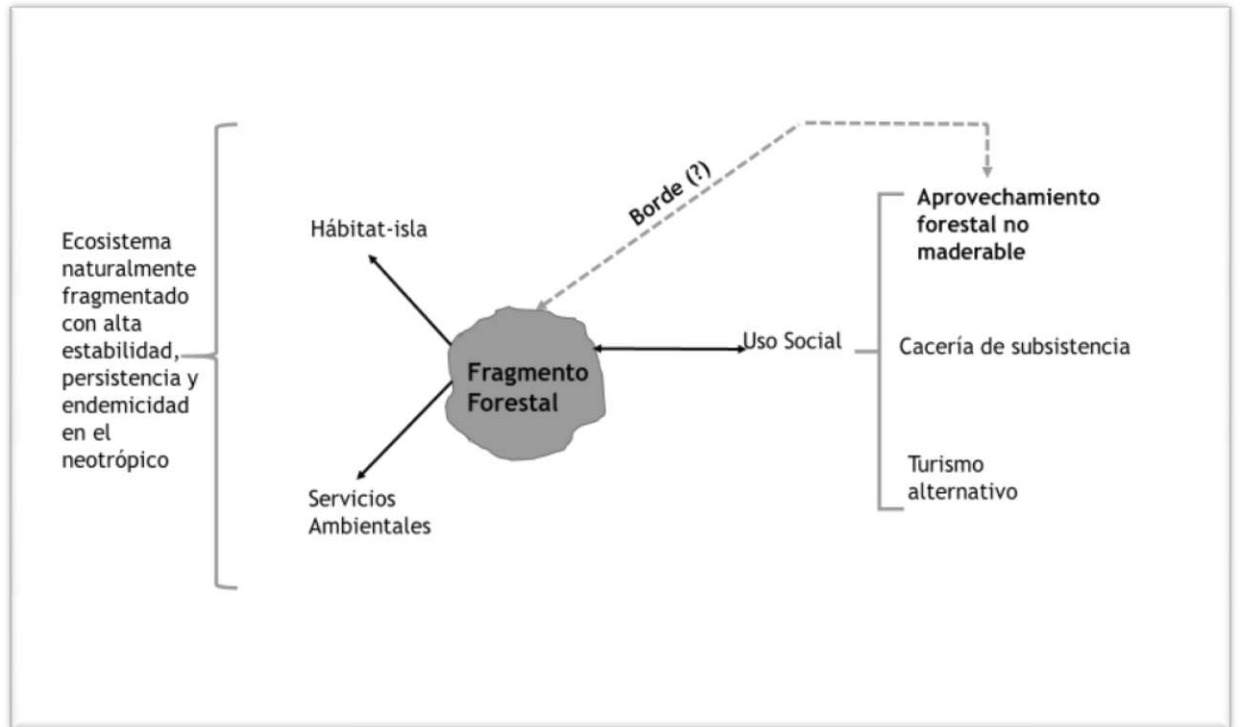


Figura 1. Relaciones entre los principales componentes del problema de estudio. Un fragmento forestal (petén) en un ecosistema naturalmente fragmentado que presenta alta estabilidad y persistencia en el neotrópico, con relevantes funciones en el ecosistema y sujeto a un uso social donde el aprovechamiento forestal no maderable (de palma de huano) podría tener influencia sobre los principales parámetros abióticos de borde del fragmento vía la remoción de hojas de palma, misma que constituye una especie relevante en los petenes del oeste de la Península de Yucatán.

Esta tesis constituye un estudio pionero sobre el borde (no existen estudios previos de borde en la zona) en estos fragmentos forestales no antropogénicos que forman parte de un humedal costero de importancia internacional (sitio Ramsar) y con alta prioridad de conservación en Mesoamérica (CONANP, 2006). El impacto que pueden tener las actividades humanas sobre las unidades forestales que constituyen este ecosistema, representa una necesidad para entender y regular el uso social de los recursos naturales bajo la actual categoría de conservación socialmente incluyente, como resulta ser la reserva de la biósfera.

## 2.OBJETIVOS

### *2.1.Objetivo general*

Evaluar la magnitud y penetración del efecto de borde en petenes, a partir de la variación de parámetros abióticos en la zona de transición matriz-fragmento, explorando la asociación de dichas variaciones con la extracción tradicional de la palma de huano por parte de la población local.

### *2.2.Objetivos particulares*

1. Registrar la variación de tres parámetros abióticos(temperatura, humedad relativa, radiación fotosintéticamente activa) en el borde más contrastante de petenes de selva-manglar.
2. Comparar la variación de los parámetros de borde entre petenes reconocidos como sitios con y sin extracción de palma, por parte de la población local.
3. Comparar la variación de los parámetros de borde en petenes fuera y dentro de la temporada local del corte de palma de huano.
4. Caracterizar la actividad y expectativas sociales vinculadas al aprovechamiento local de palma de huano.

### 3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

#### 3.1. *El borde del fragmento: efecto y relevancia ecológico-social*

El concepto de borde surge con Clements al estudiar zonas de tensión entre traslapes de asociaciones de plantas determinadas climáticamente (Cadenasso *et al.*, 2003). Leopold por otra parte notó que los bordes de los bosques generaban riqueza de especies, promoviendo cobertura y forraje para la fauna silvestre (Cadenasso *et al.*, 2003). A raíz de esto, en la teoría ecológica se concibió el llamado “efecto de borde” entendido como el incremento de diversidad biológica en la zona de transición entre dos tipos de ecosistemas (Cadenasso *et al.*, 2003).

El estudio de la fragmentación antropogénica del hábitat ha permitido reconocer el efecto de borde en fragmentos forestales como un conductor dominante de cambios no necesariamente benéficos a nivel ecológico (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2007; Laurance, 2008; Laurance *et al.*, 2011; Cerboncini *et al.*, 2016). Esto, ha llevado a redefinir el efecto de borde reconociéndolo en su acepción más simple como las modificaciones de parámetros ecológicos que ocurren en la zona de transición entre dos hábitats adyacentes de paisaje o tipos de cobertura de suelo (Cadenasso *et al.*, 2003; Porensky y Young, 2013).

El efecto de borde también resulta de la interacción entre hábitats adyacentes pero separados por una transición abrupta (Murcia, 1995; Cadenasso *et al.*, 2003; Ries *et al.*, 2014). En dicha transición se experimentan flujos de energía, nutrientes y especies entre hábitats adyacentes, adquiriendo el borde una

función de membrana permeable dependiendo de los ecosistemas interactuantes (Murcia, 1995).

A pesar de que la yuxtaposición de ecosistemas genera efectos para ambos, generalmente han resultado de más interés los efectos sobre el fragmento debido a su mayor riqueza esperada de especies. Esto, porque usualmente el ecosistema adyacente suele ser creado por la actividad humana (ej. pastizales o áreas de cultivo), generando ecosistemas pobres en especies y con condiciones microclimáticas adversas (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2007).

Por principio, el efecto de borde se asume como muy heterogéneo tanto en sus parámetros como en la variación de los mismos sobre el borde de un fragmento (Murcia, 1995, Laurance *et al.*, 2007). No obstante, se han identificado ciertos factores temporales que modulan su magnitud y comportamiento en fragmentos forestales tales como la orientación geográfica del borde, la hora del día, la temporalidad intra e interanual y el tipo de matriz circundante (Debinski, 2006; Ries *et al.*, 2014).

### *3.1.1. Tipos de efecto de borde*

Se reconocen dos tipos de efecto de borde (Murcia, 1995): abióticos y bióticos, pudiendo ser estos últimos directos e indirectos. A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

**Efectos abióticos.** Refieren a todas aquellas diferencias físicas y químicas entre un fragmento y su matriz, incluyendo variaciones en microclima modulado

por la complejidad estructural y biomasa en el gradiente matriz-fragmento (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2002). Por ejemplo, los cultivos y tierras de pastoreo permiten mayor radiación solar durante el día y una mayor irradiación de calor durante la noche. Esto incide directamente sobre la temperatura y sus fluctuaciones esperándose un gradiente de temperatura y humedad entre ambos lados del borde de un fragmento (Laurance *et al.*, 2007).

Los efectos abióticos también pueden resultar por el movimiento de compuestos químicos a través del borde que pueden alterar las condiciones ambientales de éste. Por ejemplo, se ha documentado que el uso de fertilizantes y químicos (sulfatos, herbicidas y nitratos) en tierras de cultivo, contribuye a la penetración de dichos compuestos hacia el interior del fragmento (Murcia, 1995).

**Efectos biológicos directos.** Refieren cambios en la estructura o patrón de mortalidad de poblaciones de interés asociados a cambios en las condiciones físicas del borde (Murcia, 1995). Por ejemplo, un incremento en la incidencia de luz a lo largo del borde promueve el crecimiento de plantas, modificando la estructura del fragmento en su parte más exterior. Los efectos de borde en el ambiente físico y químico también pueden afectar la distribución de especies debido a diferencias en sus tolerancias fisiológicas (Murcia, 1995; Porensky y Young, 2013). En el caso de especies animales, se podrían esperar también distintas respuestas al borde. Algunas especies animales que habitan la matriz pueden ser atraídas hacia el borde del fragmento ganando espacios habitables hacia el interior de éste (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2002; Ries *et al.*, 2004).

**Efectos biológicos indirectos.** Refieren cambios ambientales asociados a la estructura forestal del fragmento que pueden afectar la dinámica de interacciones interespecíficas sobre el borde (Murcia, 1995). Como ejemplo, un incremento en la producción de hojas resultante de una mayor incidencia de luz podría tener un efecto cascada atrayendo herbívoros que servirían como fuente de alimento para aves, atrayéndolas al borde y promoviendo su reproducción y posible establecimiento mediante nidos, que servirían como atrayente de depredadores o parásitos. Puede verse como un efecto biológico directo (el incremento de producción de hojas) tendría un efecto biológico indirecto (la presencia de parásitos) por medio de un efecto cascada relacionado en este caso, con la cadena trófica (Murcia, 1995; Porensky y Young, 2013).

### *3.1.2. El efecto de borde y su relación con la matriz*

Asumiéndose que la matriz circundante de un fragmento representa un ambiente no habitable y totalmente ajeno a éste ha operado, por ejemplo, la teoría de biogeografía de islas donde el tamaño y aislamiento del fragmento determinan muchos procesos ecosistémicos (McArthur y Wilson, 1967). Diversos estudios han podido relacionar dicha teoría con parámetros ecológicos y biológicos, sin embargo, biogeografía de isla tiene poco poder predictivo cuando existe una matriz heterogénea y los organismos responden diferencialmente a distintos tipos de matriz (Debinski y Holt, 2000; Bender y Fahrig, 2005; Debinski, 2006; Laurance, 2008). Entre más parecida sea la matriz (en estructura y microclima) al fragmento, se incrementa la probabilidad de ser usada por especies sensibles al borde (Cadenasso y Pickett, 2001). Así, se ha documentado que la matriz constituye uno

de los mediadores más importantes del efecto de borde (Debinski, 2006; Laurance *et al.*, 2007; Benítez-Malvido *et al.*, 2014).

La matriz que rodea un fragmento tiene efectos tanto negativos como positivos sobre éste. Por ejemplo, puede constituir un sumidero de especies animales vía cacería en mosaicos de paisaje o bien, puede ser una fuente recursos (*e.g.*, flores, frutos, semillas) para herbívoros cuyas poblaciones sobreviven en fragmentos (Laurance *et al.*, 2002). Por ello, la consideración de la matriz ecológica resulta especialmente importante para evaluar y comprender mejor los procesos ecológicos en paisajes fragmentados (Debinski, 2006; Benítez-Malvido *et al.*, 2014).

### *3.1.3. Edad e interacciones del borde*

Los tiempos de formación de un borde son centrales para entender los efectos del mismo (Laurance *et al.*, 2002; 2007): a) aislamiento inicial, b) cierre y c) post-cierre del borde. Se ha documentado que los cambios rápidos en la permeabilidad física del borde ocurren durante su fase de aislamiento inicial, es decir, en los primeros años posteriores a la fragmentación del hábitat (Laurance *et al.*, 2002).

En el aislamiento inicial (<1 año de la formación del borde), el gradiente entre el interior del fragmento y el borde es pronunciado (Laurance *et al.*, 2002). Los bordes recientemente creados son estructuralmente abiertos y permeables a la penetración lateral de luz y vientos con diferente temperatura. Entre las consecuencias de esta fase destaca el incremento dramático en la mortalidad de árboles y la acumulación de hojas de los mismos causada por estrés hídrico. Las

abundancias de muchos animales fluctúan abruptamente y las especies más sensibles declinan de manera inmediata(Laurance *et al.*, 2002).

En la fase de cierre de borde (1 a 5 años después de la formación), hay proliferación de vegetación secundaria y ramas laterales de los árboles provocando un cierre progresivo del borde. Los gradientes de microclima se vuelven más complicados, pero sin desaparecer. Esto genera que las plantas cercanas al borde mueran o se aclimaten fisiológicamente a las condiciones del borde. Además, desaparecen especies animales de los fragmentos, aunque hay incrementos dramáticos en la abundancia de plantas y animales favorecidos por el borde(Laurance *et al.*, 2002).

En la fase de post-cierre (>5 años después de la formación del borde), los cambios relativos al borde son en gran medida estabilizados, aunque cambios externos en el uso de suelo (como fuego o el desarrollo de vegetación adjunta) pueden ser disruptivos del equilibrio. La caída de árboles por acción del viento sigue siendo elevada. Las plantas pioneras cambian sus hojas rápidamente teniendo acumulación de hojas secas cerca del borde(Laurance *et al.*, 2002).A pesar de que el borde se cierra rápidamente en climas tropicales, los bordes siguen siendo mucho más dinámicos y vulnerables a cambios climáticos que los interiores del fragmento (Laurance *et al.*, 2002).

Murcia (1995) menciona la existencia de picos y valles en las interacciones ecológicas a lo largo de un gradiente de distancia con respecto al borde.A partir de esto, Porensky y Young (2013) han propuesto recientemente un marco conceptual



para entender mejor dichas interacciones. Para explicarlo, esos autores parten de que las primeras propuestas de efecto de borde giraban en torno al supuesto de que los paisajes altamente fragmentados representan un borde generalizado (“todo borde”), en una configuración de hábitat donde los bordes cercanos no interactúan y la profundidad, magnitud y forma de los efectos de borde permanecen constantes conforme incrementa la densidad del borde. Porensky y Young (2013) mencionan que un modelo de “todo borde” solamente es apropiado cuando la respuesta al efecto de borde es una función escalonada y no existen interacciones de borde, lo cual en la mayoría de los casos es una simplificación. Así, el marco conceptual que ellos proponen diferencia entre intersección (espacio) e interacción (respuesta de variables bióticas) en el espacio de borde en contacto con la matriz. Mencionan que para considerar dos bordes en intersección es necesario que la distancia entre ellos sea menor que el doble de profundidad del efecto de borde existente para uno de ellos.

Pueden existir bordes que interactúen a pesar de no intersectarse o bien, que no interactúen a pesar de intersectarse (Porensky y Young, 2013). En un borde que interactúa, los parámetros de borde medidos en la presencia de un segundo borde, no deben ser iguales que aquellos que se miden para un solo borde. En caso contrario, de ser iguales se considera que los bordes no interactúan (Porensky y Young, 2013).

Las interacciones de borde pueden ser de reforzamiento, debilitamiento o emergentes. En reforzamiento, la magnitud o la profundidad del efecto de borde debe incrementarse; para el caso de una interacción de debilitamiento, la

respuesta de borde debe ser menor a la que ya existía y en el caso de una interacción emergente, el cambio en la respuesta se manifiesta en la forma espacial, teniendo un efecto de borde completamente diferente (Porensky y Young, 2013). Bunyan *et al.* (2012) encontraron que los enfoques convencionales de un solo borde explican suficientemente la variación en fragmentos grandes, mientras que en fragmentos pequeños el tomar en consideración las interacciones de borde permite explicar mejor las variaciones en los parámetros de borde.

#### *3.1.4. Penetración del efecto de borde*

El efecto de borde tiene un área determinada, sin embargo, esta área no es homogénea entre tipos de ecosistemas y tampoco necesariamente al interior de un mismo fragmento. En este sentido, se ha reportado una gran heterogeneidad en el efecto de borde dependiendo el parámetro estudio (Laurance *et al.*, 2002; Laurance *et al.*, 2007).

Esta área de efecto de borde, al ser asociada con alguna variable de interés, puede dar cuenta de qué tanta afectación existe en un fragmento bajo estudio, o qué área del fragmento no debería ser considerada para efectos de zona relevante de conservación de la biota al no poder soportar especies que en el centro del fragmento son totalmente esperables (Mendoza *et al.*, 2015).

La distancia desde la matriz donde los cambios en cierto parámetro estudiado se presentan sobre el borde del fragmento, se conoce como penetración de borde (Laurance *et al.*, 2002). Esta penetración de borde está relacionada principalmente con el tipo de matriz que rodea al fragmento y su tamaño en

función del parámetro de borde estudiado. En el caso de parámetros abióticos (e.g., temperatura, humedad y radiación solar) éstos suelen presentar penetración de borde en los primeros metros (<100m) de un fragmento, a diferencia de parámetros bióticos que suelen tener mayor penetración (> 300 m) (Laurance *et al.*, 2002). Los parámetros abióticos suelen tener poca penetración de borde, pero generan un efecto en cascada en el fragmento, incidiendo de manera importante sobre la dinámica ecológica del mismo (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2002).

### *3.2. El uso social de los recursos no maderables y su relación con fragmentos forestales*

Los recursos forestales no maderables han cobrado cada vez mayor relevancia al ser considerados como un vehículo para promover la conservación y el desarrollo económico en contextos rurales (Sunderlin *et al.*, 2005). Tales recursos no son sólo de subsistencia o de interés estrictamente económico, sino también forman parte de la vida política, institucional y cultural de la gente involucrada en su extracción y consumo (Alexiades y Shanley, 2004).

Se ha propuesto que la comercialización de recursos forestales no maderables puede mejorar las condiciones de vida de la población rural bajo un esquema de aprovechamiento ambientalmente deseable (Belcher *et al.*, 2005). Esta propuesta se vuelve relevante ante el gran número de personas que pertenecen a poblaciones rurales y viven en ambientes forestales amenazados por la deforestación (Sunderlin *et al.*, 2005).

Para determinar si el aprovechamiento de los productos forestales no maderables puede contribuir a la urgente conservación del bosque tropical remanente, debe evaluarse el efecto de dicho aprovechamiento en los ecosistemas de los cuales son extraídos. Una manera en que han sido evaluados los efectos ecológicos ha sido a través del impacto que tiene la extracción sobre la población de las especies forestales aprovechadas. En estudios sobre poblaciones de palmas (Familia *Arecaceae*) se ha encontrado que las formas de manejo pueden tener efectos poblacionales negativos sobre las especies aprovechadas (Endress *et al.*, 2004; Endress *et al.*, 2006; Balslev, 2011; Montúfar *et al.*, 2011). Ciertas prácticas de aprovechamiento (ej., corte anual y solo aprovechar individuos no reproductivos) pueden ayudar a revertir tales efectos negativos (Endress *et al.*, 2006).

Otra clase de aproximaciones para ver el impacto del aprovechamiento de recursos forestales no maderables correlacionan los efectos ecológicos con los modos de vida de las personas que utilizan los recursos. Se ha reportado que no existen relaciones significativas entre medidas del impacto ecológico con el conocimiento ecológico local o la proximidad de mercados, encontrándose, sin embargo, una relación positiva y fuerte entre los impactos ecológicos y la dependencia a productos forestales no maderables (Steele *et al.*, 2015).

En general, la literatura sobre el aprovechamiento forestal menciona que un manejo sustentable de recursos no es tarea fácil y que depende de varios factores. Cuatro factores destacados que crean dificultades en torno a un manejo sustentable de los productos forestales no maderables incluyen: 1) baja reserva de

recursos, 2) barreras de mercado en cuanto a accesibilidad y bajos precios, 3) acceso limitado a tecnología y entrenamiento para escalar los procesos y 4) limitada experiencia organizacional en el nivel comunitario, que limita los intentos por mitigar los puntos anteriores (Horn *et al.*, 2012).

Para finalizar esta sección se mencionan dos antecedentes relevantes para esta investigación. Un aporte *ad hoc* al tipo de investigación realizado lo presentan Olupot *et al.* (2009) quienes evaluaron las variaciones asociadas al borde de 91 especies de plantas “útiles” para las comunidades vinculadas a un parque nacional en Uganda. En su estudio reportan que el 45% de las especies disminuyó significativamente al alejarse del borde, mientras que un 4% incrementó hacia el interior del bosque. El resultado anterior implicaría que no hay una sobreexplotación de este tipo de especies, en cuyo caso se esperaría que la densidad de plantas fuera aumentando hacia el interior del bosque porque el aprovechamiento se da frecuentemente cerca del borde y disminuye rápidamente hacia el interior del bosque. Para el 4% de las plantas que incrementaron se sugiere que sí hay sobreexplotación. Cabe mencionar que el grupo funcional juega un papel importante en la preferencia por el borde.

Resalta también el estudio de Koyoc-Ramírez *et al.* (2015) realizado en la Reserva de la Biósfera Los Petenes teniendo como finalidad el evaluar los efectos de la perturbación antrópica en petenes de selva. La perturbación antrópica incluía cualquier tipo de alteración no centrándose en algún tipo particular de aprovechamiento y se evaluó principalmente sobre la vegetación, encontrándose diferencias entre sitios perturbados y no perturbados con respecto a densidad,

área basal y cobertura vegetal en distintos estratos. Su conclusión fue que las actividades antrópicas no habían causado un efecto pernicioso en los petenes.

### *3.3.El uso social de la palma de huano en la Península de Yucatán*

El *Sabal*spp.es un género de palmas con troncos aéreos o subterráneos y desarmados de hasta 25 metros de alto y su distribución abarca desde el suroeste de Estados Unidos, México, las Antillas y el norte de Colombia y Venezuela (Caballero, 1993). Las especies presentes en la Península de Yucatán son *Sabal mexicana*, *Sabal yapa*, *Sabal mauritiiformis*y finalmente *Sabal gretheriae*, cuya área de distribución está restringida al extremo noroeste de la península (Caballero, 1993)

La palma de huano forma parte importante en la vida sociocultural de la etnia maya (Caballero *et al.*, 2001). Se ha demostrado mediante estudios etnobiológicos que esta planta ha sido utilizada por los mayas de Yucatán, durante más de mil años. Esto, para obtenerse alimento, medicina, forraje, material para construcción, materia prima para artesanías y utensilios, así como otros productos importantes para la economía de la unidad doméstica (Caballero *et al.*, 2001).

Es importante mencionar que muchos de los usos tradicionales de la palma de huano han ido desapareciendo como producto del cambio cultural, y otros de ellos se han ido revitalizando debido a factores externos como por ejemplo el turismo en la región del Caribe (Caballero *et al.*, 2004). El desarrollo del turismo demanda palma de huano para techar instalaciones como restaurantes, bares, palapas y sombrillas, y de esta forma la industria turística ha venido a ser un

mercado potencial para la palma (Caballero *et al.*, 2001;) visualizándose como un producto forestal con los mismos potenciales y limitantes anteriormente mencionados.

Debido al cambio cultural y que resulta ser una planta con gran capacidad de adaptación a la alteración del hábitat, la palma de *Sabal* se ha manejado en distintos contextos como potreros o incluso en pequeñas plantaciones (para el caso de la *Sabal mexicana*) (Caballero *et al.*, 2001). Algunos estudios que se enfocan en determinar la sustentabilidad de su manejo, a partir de su dinámica poblacional, se han realizado en contextos que pueden ser antropogénicos (solares mayas, potreros, tierras ejidales) o bien selva madura o de vegetación secundaria mostrando que el manejo tradicional en contextos de solar incrementa la producción de hojas en las palmas (Martínez-Ballesté *et al.*, 2002). La cosecha resultante de hojas genera diferencias en las tasas de crecimiento poblacional entre *Sabal yapa* y *Sabal mexicana*, siendo esta última más susceptible al corte de hojas y a una falta de agua y sombra (Martínez-Ballesté y Martorell, 2015).

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1. Área de estudio

El estudio se llevó al cabo dentro del área ejidal de una comunidad maya en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP; 20°51'30"-19°49' 00" N y 90°45'15"-90° 20'00" O; área =282,858 ha, 64% zona marina y 36% terrestre), ubicada al oeste de la Península de Yucatán(Fig.2). Para la región, el clima es cálido sub-húmedo con una temperatura media mensual de 26°C y una

precipitación media anual de 819 mm (Yáñez-Arancibia, 1996), presentando una estación seca (diciembre-mayo; precipitación media mensual = 13.2 mm) y una estación lluviosa (junio-noviembre; precipitación media mensual = 149 mm) (Yáñez-Arancibia, 1996).

La característica más notable de la RBLP es la presencia de fragmentos forestales conocidos localmente como petenes (singular petén), inmersos en una matriz inundable constituida por vegetación estructuralmente contrastante que incluye manglar, selva baja, zacatales (con graminoides y herbáceas). A lo largo del humedal costero, se presentan numerosos petenes (> 1000 unidades) generalmente de forma circular, con áreas y distancias de aislamiento promedio de 11 ha y 200 m, respectivamente (Montiel *et al.*, 2006), que emergen sobre el terreno a partir de una constitución forestal principalmente de selva-manglar (Barrera, 1982; Montiel *et al.*, 2006; Munguía *et al.*, 2014). Al centro de cada petén, es posible esperar la existencia de al menos un afluente de agua dulce o “cenote” que, junto con una ligera elevación del terreno, parecen haber promovido el establecimiento de vegetación arbórea no halófila en cada fragmento.

Debido a su alta diversidad biológica y características biogeográficas, la RBLP constituye un área prioritaria de conservación en México (CONANP, 2006), siendo declarada en 2004 como un humedal de importancia internacional (sitio Ramsar). Acorde a la CONANP (2006), la RBLP presenta una flora terrestre conformada por al menos 678 especies de plantas superiores, de 103 familias y 404 géneros; incluye 24 especies endémicas de la Península de Yucatán, tres amenazadas y cinco sujetas a protección especial. El paisaje está formado por



diferentes ecosistemas tales como manglares en sus diferentes modalidades, zacatales (conformados usualmente por *Typha dominguensis*, *Cladium jamaicensis* y *Conocarpus erectus*), selva baja subperennifolia (inundable) y petenes (Flores y Espejel ,1994). En cuanto a la fauna terrestre, está compuesta de aves (66%), anfibios o reptiles (17%) y mamíferos (17%), entre los que destacan especies cinegéticas tradicionales como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el puerco de monte (*Tayassu tajacu*) y el tepezcuintle (*Agouti paca*) (Yáñez-Arancibia ,1996; Méndez-Cabrera y Montiel, 2007).

La comunidad de estudio fue “El Remate” (siguiendo la referencia usada por Méndez-Cabrera y Montiel, 2007); una población rural de 1006 habitantes (52% hombres y 48% mujeres) que hablan español y maya, siendo ésta última su lengua materna (INEGI 2010). Las principales actividades productivas en esta comunidad son la agricultura de temporal (milpa bajo el sistema de roza, tumba y quema), la apicultura, la pesca, la cacería de subsistencia, el ecoturismo, la elaboración de artesanías y el trabajo asalariado (principalmente fuera de la comunidad) (Illescas 2016). Como una actividad forestal tradicional, el aprovechamiento de palma de huano constituye una actividad productiva muy importante para la población local. Cada año, durante casi toda la estación seca (diciembre-mayo), un grupo de campesinos usualmente realizan el corte de palma de huano en el entorno de la comunidad (Méndez-Cabrera y Montiel, 2007).

“El Remate”, ha sido sitio de estudio para investigaciones previas sobre el uso tradicional de los recursos naturales por parte del Laboratorio de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (LAECBIO, CINVESTAV-Mérida) al que estuvo

asociado esta tesis. Dicho antecedente de trabajo, promovió la aceptación y participación de los habitantes de “El Remate” para explorar, con sus actores locales (cortadores de palma), el aprovechamiento tradicional de la palma de huano en las inmediaciones de la comunidad.

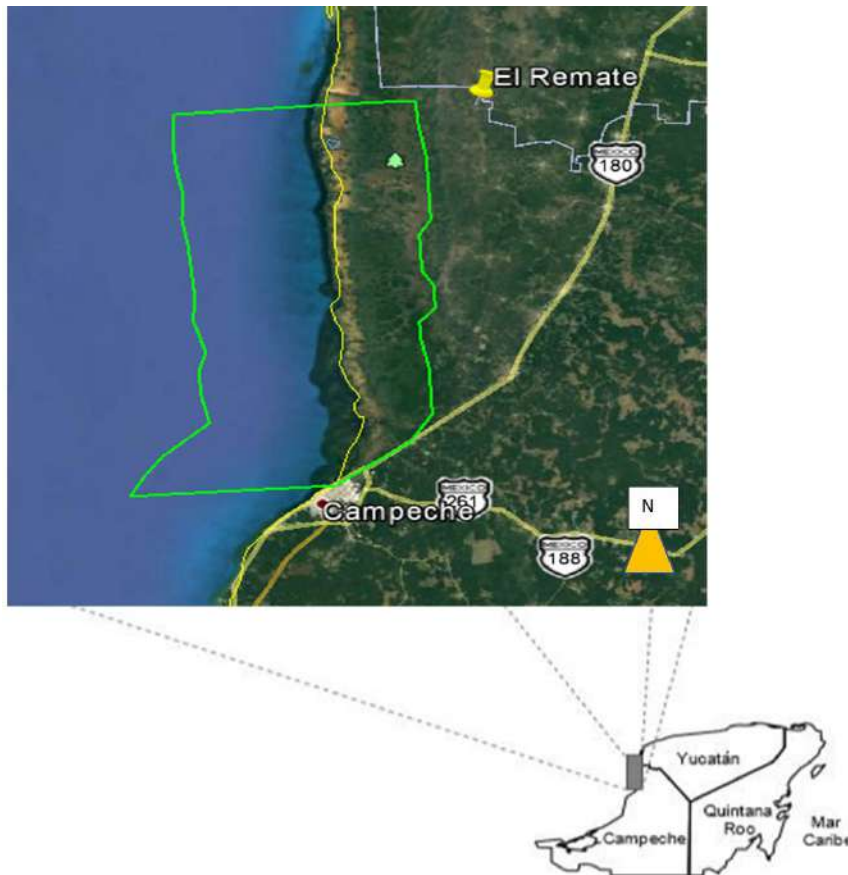


Figura 2. Ubicación de la comunidad de estudio (“El Remate”) en el contexto de la Reserva de la Biosfera Los Petenes. En color verde, se muestran los límites de la reserva y se proyecta su ubicación en la costa occidental de la Península de Yucatán. La imagen satelital fue tomada de Google Earth, 2017.

#### 4.2. Parámetros de borde

Para una primera aproximación al efecto de borde en petenes, se seleccionaron tres parámetros abióticos ampliamente reportados en la literatura para la zona de transición matriz-fragmento (Murcia, 1995; Laurance *et al.* 2002; Watts y Kobziar, 2015): temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa (%) y radiación fotosintéticamente activa (PAR;  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ). Para robustecer la aproximación de borde en este estudio, dichos parámetros fueron registrados en áreas de colindancia del petén con la matriz estructuralmente más contrastante en términos de su constitución forestal. Esto, se logró en el borde más diferenciable del petén con áreas de zacatal dominadas por graminoides y manglar disperso en el zacatal. La diferenciación sobre el área de borde (petén-zacatal) en petenes potencialmente seleccionables para el estudio fue realizada a partir de una base de datos biogeográficos de los petenes de Campeche (LAECBIO, CINVESTAV-Mérida) y complementada por recorridos de campo realizados a inicios del estudio en las inmediaciones de la comunidad “El Remate”.

Con el fin de registrar la variación gradual, esperada en los parámetros de borde en petenes, se realizó un registro piloto de tales parámetros en tres petenes (de fácil acceso en la región) presentando el mayor contraste forestal matriz-fragmento (identificado vía imagen satelital; Google Earth 2016). Este piloto, mostró que un registro de los parámetros de interés, a intervalos de tres metros desde la matriz hacia el interior del petén (siguiendo un transecto radial), permitía detectar cambios graduales en temperatura, humedad relativa y PAR en el

gradiente matriz-fragmento, detectables con suficiente precisión por los sensores del equipo (HOBO U30) usado en campo para este estudio.

Utilizando una base de datos sobre el clima regional para costa de Campeche (LAECBIO, CINVESTAV-Mérida), se determinó el periodo de registro en campo para los parámetros de borde entre las 12:00 y 15:00 horas del día, cuando se observan las condiciones más uniformes de temperatura, humedad relativa y radiación solar durante el día. Un periodo de registro explícitamente establecido, lo cual es altamente deseable para estudios de borde (Ries *et al.*, 2014), promovió una aproximación sistemática de los parámetros de borde, reduciendo al máximo sus variaciones sobre el gradiente matriz-fragmento relacionadas con cambios drásticos, principalmente de temperatura y radiación, por la hora del día.

Dos variables, número de hojas por estrato vertical (sumatoria de hojas que tocan un poste marcado a alturas de interés) y porcentaje de interferencia foliar ( $\% = \text{área de cobertura de hojas} / \text{área total para una fotografía circular}$ ), fueron registradas de forma conjunta con los parámetros de borde, con el propósito de contar con un *proxy* de los factores bióticos en el gradiente matriz-fragmento. El número de hojas por estrato vertical se registró mediante un poste, colocado verticalmente sobre el suelo en cada punto de registro, con marcas a 13 intervalos de altura (cubriendo desde 0.5 m y hasta 4.5 m) (Schemske y Brokaw, 1981). Para cada intervalo, se registró el número de hojas en contacto con el poste, haciendo registros cada 20 cm entre 1 y 2 metros de altura, donde se realizaron las mediciones (a 1.30 m de altura) de los tres parámetros de borde. El porcentaje de

interferencia foliar fue estimado a partir de fotografías, tomadas en cada punto de registro y con orientación al dosel, usando una cámara digital. Para obtener una imagen de una superficie circular de tamaño estándar para cada punto de registro, un cilindro de PVC fue colocado sobre la lente de la cámara. Cada fotografía fue posteriormente convertida a imagen binaria (utilizando el programa ImageJ versión 2017), para estimar el porcentaje de interferencia foliar con base en el porcentaje de píxeles negro de la imagen, de manera similar a algunas aproximaciones como las reportadas por Jennings *et al.* (1999).

#### 4.3. Sitios de estudio

Los sitios de estudio se ubicaron en el contexto de aprovechamiento forestal de “El Remate”. Así, un total de seis petenes de selva-manglar fueron seleccionados para esta tesis (Fig.3): a) tres petenes reportados por la población local como sitios de aprovechamiento de palma en los últimos cinco años. Por ello, esos sitios fueron considerados y etiquetados aquí como “sitios aprovechados” y b) tres petenes para los que no se contó con evidencia de extracción de palma de huano para el mismo periodo, considerándose en consecuencia como “sitios no aprovechados”. Los petenes seleccionados fueron claramente diferenciables y accesibles sobre el terreno, teniendo un tamaño (< 10 ha) y forma (aproximadamente circular) similares, así como una colindancia en al menos 50% de su periferia con matriz de zacatal.



Figura 3. Sitios de estudio. Pueden verse señalados con círculos los sitios de estudio para dar idea de la ubicación de ellos con respecto a la comunidad de estudio y la Reserva de La Biosfera Los Petenes. La línea verde indica los límites más al norte de la reserva de Los Petenes. El indicador en amarillo es la comunidad de “El Remate”. Se aprecian otras localidades cercanas como San Mateo y Valton. La imagen satelital fue tomada de Google Earth, 2017.

#### 4.4. Colecta de datos

En cada petén seleccionado, los tres parámetros de borde así como la interceptación e interferencia foliar, fueron registrados cada 3 metros a lo largo de tres transectos radiales, colocados en la zona de transición matriz-fragmento. Con la ayuda de un GPS, cada transecto fue establecido a partir de la matriz (a 15 metros del borde) y orientado hacia el centro del petén. A 10 metros del lugar de acceso a cada petén, se estableció el primer transecto radial. Posteriormente, los otros dos transectos radiales fueron establecidos en distancias perimetrales

(respecto al primer transecto) definidas por ángulos de 45 y 90 grados respecto al punto central proyectado para el primer transecto establecido. Para disminuir una perturbación artificial en cada punto de registro, las mediciones tomadas con el HOBO a lo largo del transecto fueron hechas a un metro de distancia del observador.

Los registros obtenidos en los petenes de estudio fueron tomados en dos periodos del año: un primer periodo (octubre-noviembre 2016) durante la estación lluviosa (fuera del periodo de corte de palma) y un segundo periodo (marzo 2017) durante la estación seca (en medio del periodo de corte de palma). El primer periodo permitió una prospección de la magnitud y penetración del efecto de borde en los petenes de estudio, comparando petenes aprovechados *versus* no aprovechados fuera de la temporada de corte. El segundo periodo permitió evaluar la variación en los parámetros de borde en relación con el corte de palma, comparando petenes aprovechados (antes y durante la temporada de corte). Para este último periodo, además de los parámetros de borde solo se registró la interferencia foliar a lo largo de los transectos establecidos originalmente en los petenes de estudio.

Como una manera de resumir el esquema de muestreo se presenta la Figura 4. Podemos ver en una línea de tiempo las dos temporadas de registro, y cómo se llevaron a cabo las principales comparaciones entre los petenes. Además se muestra un esquema del montaje de transectos y cómo se visualiza la zona de transición matriz-fragmento sobre un petén.

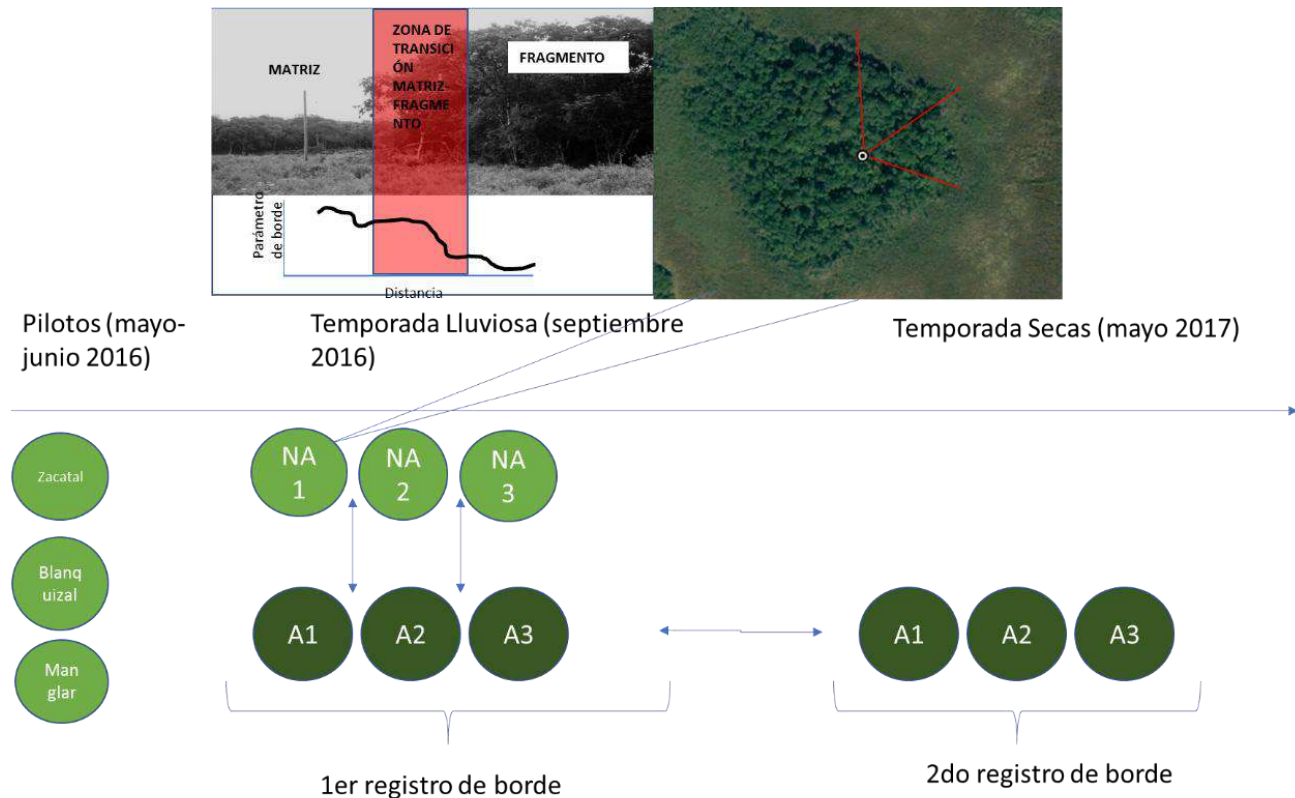


Figura 4. Esquema de registro anual de parámetros abióticos para los seis sitios bajo estudio. Se incluye la realización de pilotos en una primera aproximación, la comparación entre sitios aprovechados y no aprovechados durante la temporada de lluvias constituyendo el primer registro y finalmente la comparación entre el antes y durante la temporada de corte (segundo registro) para sitios aprovechados. Los cambios esperados en la zona de transición matriz-fragmento se registraron mediante transectos radiales como los marcados en la imagen satelital en la parte superior.

#### 4.5. El corte de palma y sus actores locales: entrevistas

La caracterización del aprovechamiento de palma en El Remate y sus inmediaciones, se realizó durante una estancia comunitaria en septiembre de 2016. Una vez establecido *rapport*, se hizo un listado de cortadores de huano con ayuda del comisario ejidal de “El Remate”. Se identificaron un total de 16 cortadores de huano quienes posteriormente fueron sujetos entrevistados acerca de su



actividad y perspectivas sobre la misma. A cada cortador de huano se le aplicó una entrevista semiestructurada (Taylor y Bogdan, 1996; ver sección de Anexos) que constó de 31 preguntas agrupadas en dos secciones: 1) información general del entrevistado y 2) características de su actividad extractiva. Para esto último, se exploró el esquema temporal de la actividad en el año, alcances y limitaciones de la actividad, relación con la economía local, conocimiento ecológico de la palma. Durante las entrevistas se dio oportunidad a la obtención de información complementaria (ej., aspectos históricos sobre el uso de palma) para un mejor entendimiento sobre el uso social contemporáneo del recurso forestal no maderable en petenes.

#### *4.6. Análisis de la información*

La variación de los parámetros de borde entre tipos de petén fue comparada bajo dos aproximaciones de análisis: 1) un aproximación gráfica de la curva de distribución de los valores medios de cada parámetro registrada a lo largo del gradiente matriz-fragmento, identificando el traslape de sus errores estándar entre petenes aprovechados ( $n = 3$ ) y no aprovechados ( $n = 3$ ), y 2) aplicando Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías (Zar, 1996): tipo de petén (factor A con dos niveles, sitios aprovechados vs. no aprovechados) y sección del gradiente matriz-fragmento [factor B, con cuatro niveles: matriz (-9 a 0 m), borde exterior (0.1-12 m), borde medio (12.1-24 m), borde interior (24.1-39 m)]. En el caso de humedad relativa y porcentaje de interferencia foliar se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis para comparar entre niveles de borde y tipos de petén. La definición de las cuatro secciones del gradiente matriz-fragmento permitió

identificar la penetración de los parámetros de borde hacia el interior del petén, tomando en cuenta cambios significativos en sus valores por sección del gradiente (borde exterior, borde medio y borde interior) respecto a los valores registrados para la matriz (la sección inicial de cada transecto) en los petenes de estudio.

La variación de los parámetros de borde, antes y durante la temporada de corte de palma en los petenes aprovechados fue comparada siguiendo las dos aproximaciones anteriores, sólo que aplicando en este caso, un ANOVA de dos vías con medidas repetidas (Zar, 1996): sección del gradiente matriz-fragmento (con cuatro niveles) y temporalidad del corte de palma (como el factor con medidas repetidas). En el caso de humedad relativa e interferencia foliar se utilizó nuevamente la prueba estadística de Kruskal- Wallis. En todos casos, se aplicaron pruebas post-hoc (Tukey) para determinar diferencias entre niveles del factor que incluyó las secciones del gradiente matriz-fragmento.

Para los registros de intercepción foliar de cada transecto, el número de hojas interceptadas por intervalo de altura se comparó entre tipos de petén (aprovechados vs. no aprovechados) mediante una prueba t de Student (Zar, 1996). Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa PAST (Version 3.12) (Hammer *et al.*, 2001).

La información obtenida en las entrevistas (N = 16) fue agrupada por tópico y analizada con base en porcentajes. Las respuestas de los entrevistados aportaron información sobre la temporada 2016 del corte de palma a nivel local. Asimismo

puedieron identificarse las expectativas de los actores para la siguiente temporada de corte (año 2017).

## 5.RESULTADOS

### *5.1.El borde en petenes*

Se encontró que, de los tres parámetros de borde registrados, la temperatura y la humedad relativa no mostraron cambios notorios a lo largo del gradiente matriz-fragmento, presentando una variación similar (EE) para cada distancia del transecto entre petenes aprovechados y no aprovechados (Fig.5). Lo contrario fue observado para el caso de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), que mostró un decremento hacia el interior del fragmento, teniendo contrastes notables a partir de una distancia de 12 metros, con un valor 3.2 veces menor que el registrado para la matriz. La tendencia de cambio en el PAR sobre el gradiente matriz-fragmento fue consistente entre tipos de petén (Fig.5).

Los análisis estadísticos mostraron que los valores promedio de temperatura y humedad relativa no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ) entre tipos de petén (aprovechados vs. no aprovechados;  $31.56^{\circ}\text{C}$  vs  $30.27^{\circ}\text{C}$  y  $72.36\%$  vs  $78.14\%$  respectivamente ) ni entre secciones del gradiente matriz-fragmento. Para el PAR, se encontró que sus valores promedio fueron similares entre tipos de peten ( $257.34 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  en aprovechados y  $243.35 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  en no aprovechados,  $P > 0.05$ ) pero difirieron entre secciones del gradiente matriz-fragmento ( $F_{(3)} = 6.57$ ,  $P < 0.05$ ). En este caso, las pruebas post-hoc de Tukey revelaron que los valores

de PAR en las tres secciones de borde fueron diferentes respecto a la matriz (523.11  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) y el borde exterior (203.23  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ), borde medio (125.22  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) y borde interior (149.83  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ).

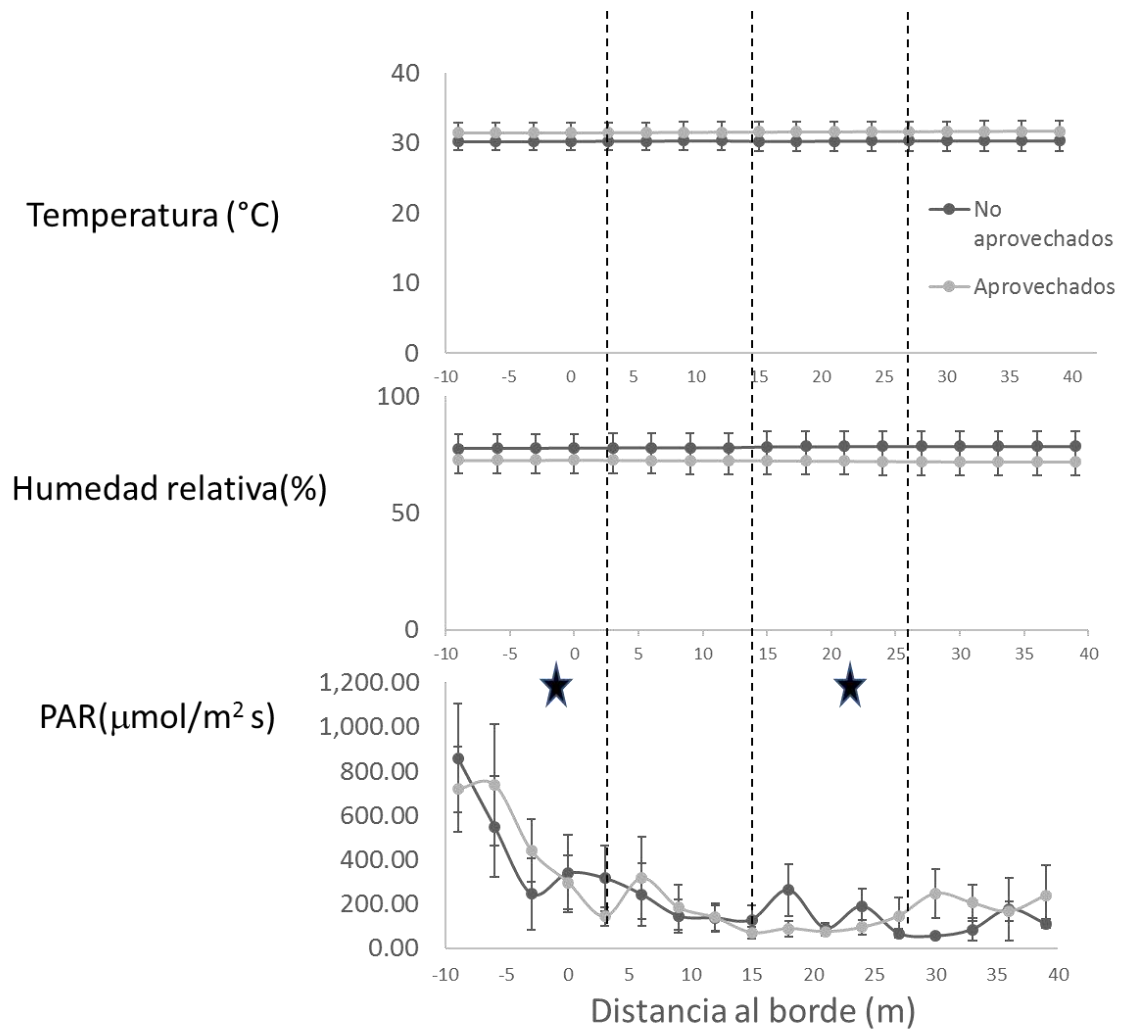


Figura 5. Variación de parámetros abióticos de borde en petenes aprovechados y no aprovechados en el gradiente matriz-fragmento. Se muestran valores promedio con barras de error estándar. Las líneas verticales discontinuas equivalen a los niveles de borde establecidos. La estrella representa la diferencia significativa entre niveles de borde.

Se encontró que el número de hojas interceptadas por intervalo de altura ( $N = 13$ ) fue similar ( $P > 0.05$ ) entre tipos de petén, mostrando que la distribución vertical de la vegetación presenta una estructuración consistente entre petenes aprovechados y no aprovechados (Fig.6).

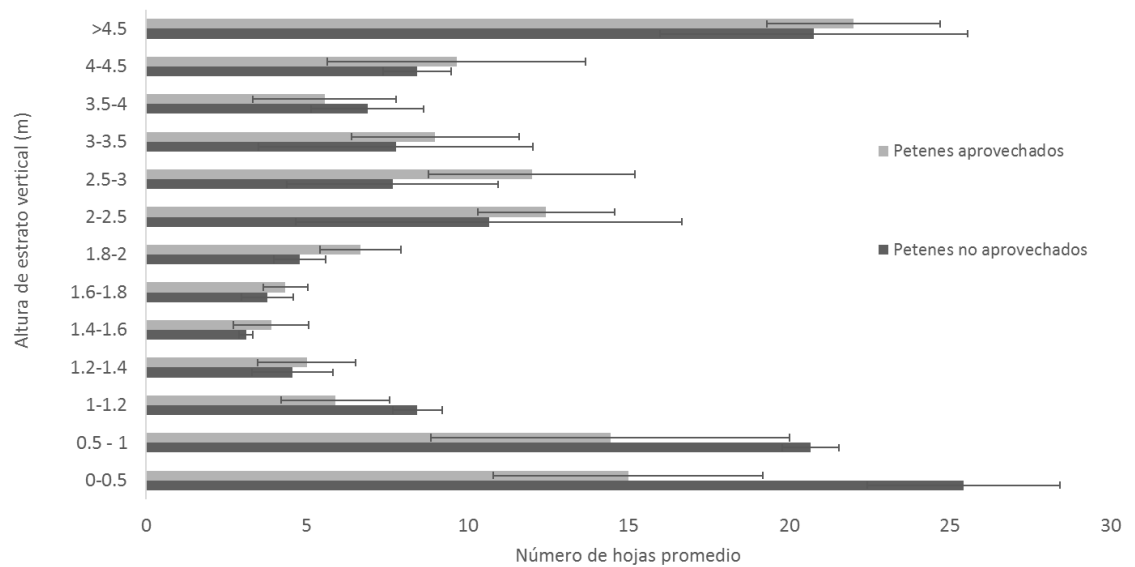


Figura 6. Distribución de la vegetación por estrato vertical en petenes aprovechados y no aprovechados. Las barras horizontales representan el número de hojas promedio por tipo de peten ( $\pm$  EE). Se puede visualizar la vegetación en distintos estratos en un petén promedio.

El porcentaje de interferencia foliar incrementó significativamente hacia el interior del petén ( $H_{(3)} = 11.67$ ,  $P < 0.05$ ), presentando sus valores más bajos a partir de la matriz (Fig.7). Los valores obtenidos para ésta (44.88 %), fueron significativamente contrastantes ( $P < 0.05$ , vía prueba de Tukey) respecto a la sección de borde medio (71.66%) e interior (72.15%) del petén. Asimismo, la interferencia foliar sobre el gradiente matriz-fragmento fue similar entre tipos de

petén ( 63.19% promedio en aprovechados y 63.48% en no aprovechados,  $H_{(1)}=0.03$ ,  $P>0.05$  ) (Fig. 7).

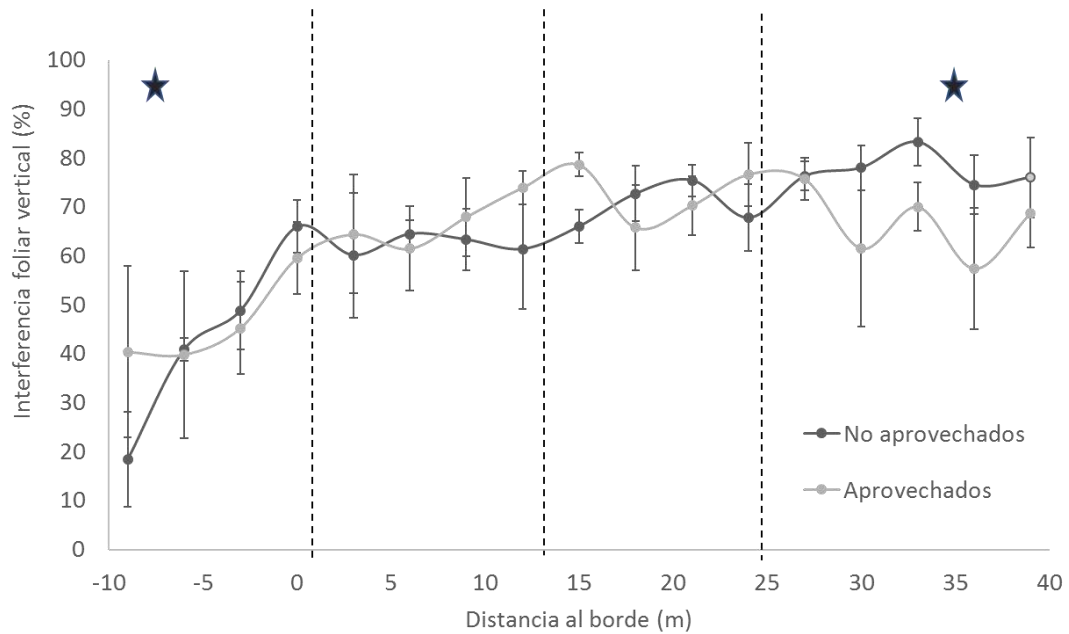


Figura 7. Variación de porcentaje de interferencia foliar en petenes aprovechados y no aprovechados en el gradiente matriz-fragmento. Se muestran valores promedio con barras de error. Las líneas verticales discontinuas equivalen a los niveles de borde establecidos. La estrella representa la diferencia más significativa entre niveles de borde.

Acorde a lo esperado, se encontró que el PAR y la interferencia foliar estuvieron inversamente correlacionados a lo largo del gradiente matriz-fragmento ( $r = -0.86$ ,  $t_{(22)}=8.08$ ,  $P<0.01$ ; Fig.8).

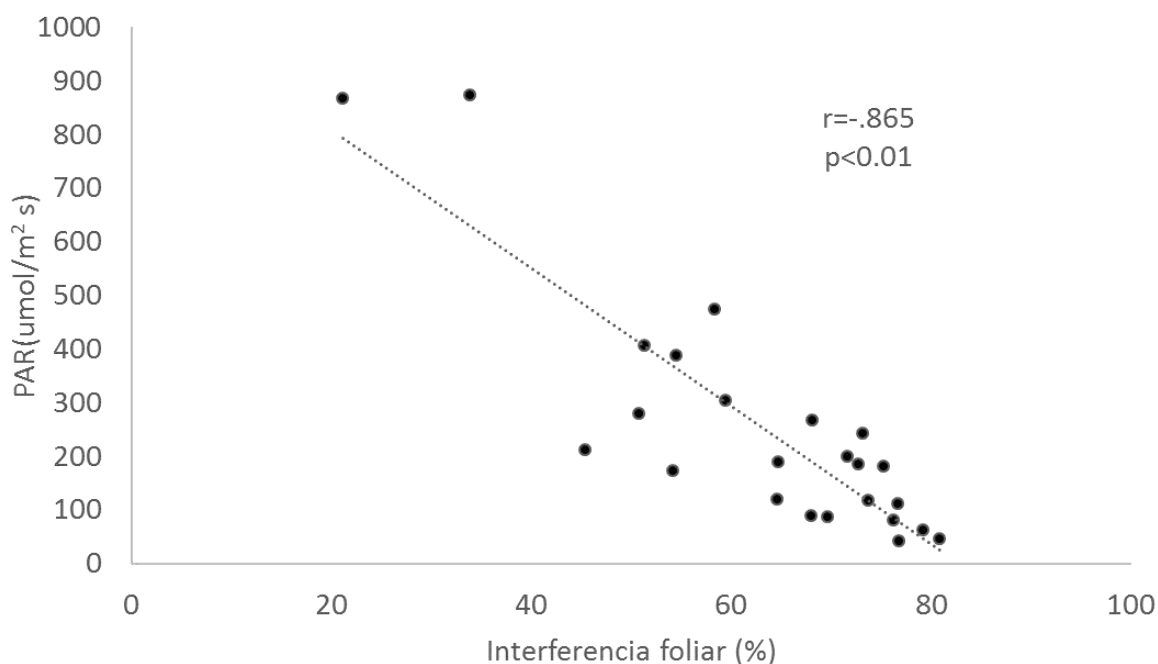


Figura 8. Gráfico de dispersión entre interferencia foliar (%) y PAR. Se enfatiza el valor de la r de Pearson.

En petenes aprovechados, se encontró que la humedad relativa mostró diferencias significativas antes y después del corte de palma ( $H_{(1)}=17.28$ ,  $P<0.05$ ), obteniéndose en promedio, valores menores para los registros en temporada seca (47.93%) en comparación con los registrados para la temporada lluviosa (72.36%). La temperatura y la humedad relativa no mostraron cambios ( $P>0.05$ ) a lo largo del gradiente matriz-fragmento (31.5°C y 31.9°C, promedios antes del corte y después del corte, respectivamente) (Fig.9).

Para el caso del PAR, no se registraron diferencias entre los valores antes y después del corte de palma ( $P>0.05$ ), pero se encontró una variación a lo largo del gradiente matriz-fragmento ( $F_{(3)}=15.7$ ,  $P<0.05$ ), mostrándose el mismo patrón de variación hacia el interior del fragmento entre temporadas. En este caso, las pruebas post-hoc de Tukey ( $P<0.05$ ) revelaron que los valores de PAR en el borde

medio ( $235.08 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) e interior ( $247.7 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) fueron diferentes a los obtenidos para la matriz ( $776.2 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ) (Fig.9).

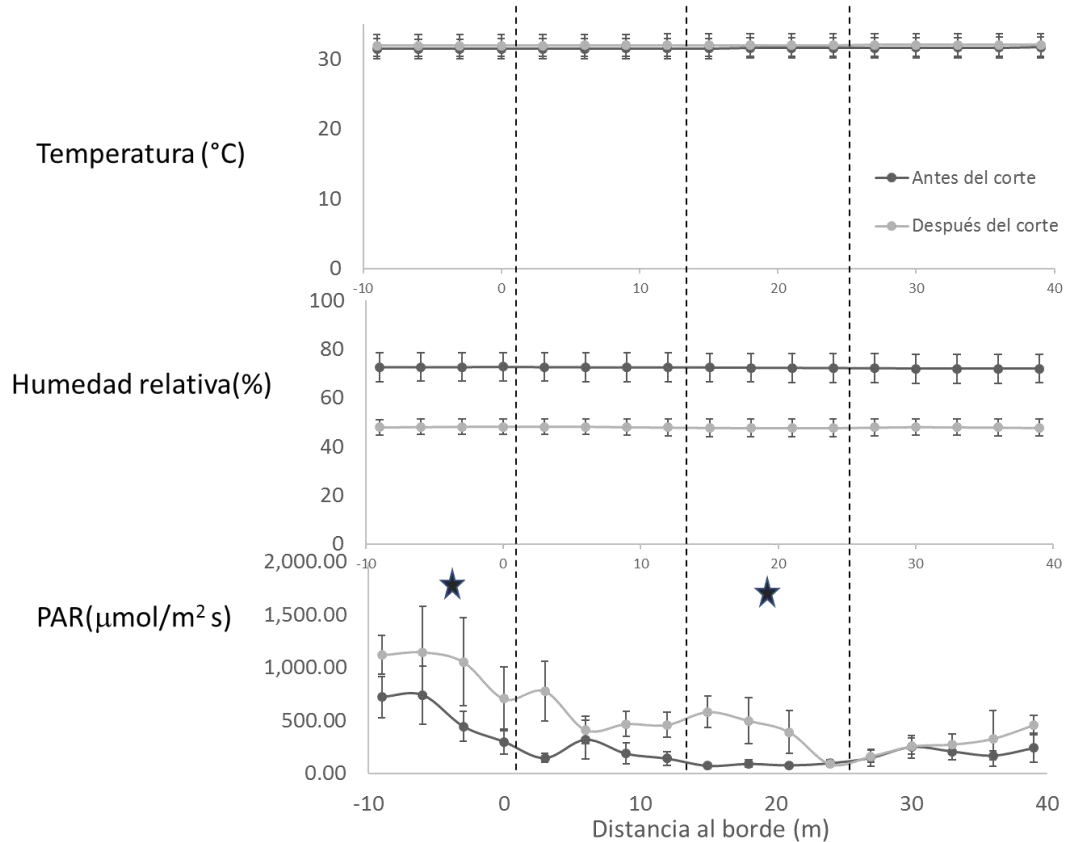


Figura 9. Variación en el gradiente matriz-fragmento de parámetros abióticos de borde en petenes aprovechados antes y después del corte de huano. Se muestran valores promedio con barras de error. Las líneas verticales discontinuas equivalen a los niveles de borde establecidos. La estrella representa las diferencias significativas entre niveles de borde.

En petenes aprovechados, la interferencia foliar no mostró diferencias significativas antes y después del corte de palma ( $H_{(1)}=2.253$ ,  $P>0.05$ ), obteniéndose en promedio, valores similares en temporada lluviosa (63.2%) y seca (57.6%). Asimismo, la interferencia foliar registró una variación a lo largo del gradiente matriz-fragmento ( $H_{(3)}=9.987$ ,  $P<0.05$ ), independientemente de la estacionalidad del corte. Las pruebas post-hoc de Tukey ( $P<0.05$ ) revelaron que



lastres secciones de borde presentaron valores distintos a la matriz (43.4%), destacando el borde medio(68.3%) (Fig.10).

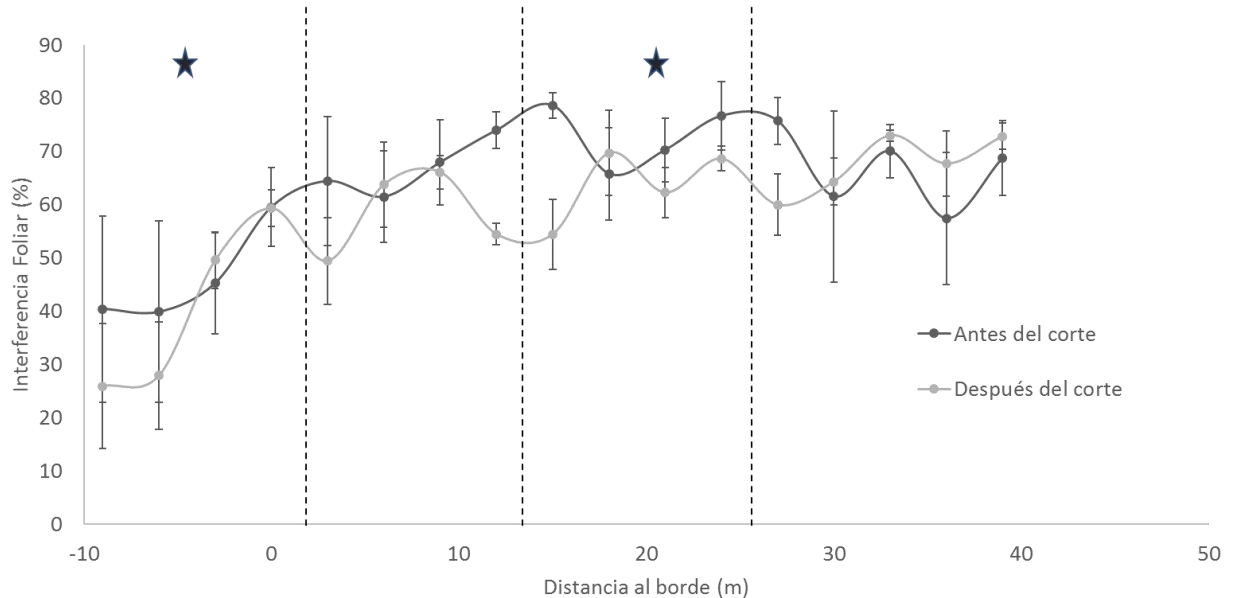


Figura 10. Variación del porcentaje de interferencia foliar en el gradiente matriz-fragmento en petenes aprovechados antes y después del corte de palma de huano. Se muestran valores promedio con barras de error. Las líneas verticales discontinuas equivalen a los niveles de borde establecidos. La estrella representa la diferencia significativa entre niveles de borde.

### 5.2.El corte de la palma de huano y percepciones sociales relacionadas

En “El Remate”, se identificaron un total de 16 cortadores de huano, quienes al ser entrevistados declararon hacer uso de este recurso en las inmediaciones de su comunidad. Todos los cortadores entrevistados fueron hombres nacidos en El Remate, teniendo en promedio 54 años de edad y reportando 30 años dedicados a esta actividad extractiva. Ellos, mencionaron dedicarse principalmente al aprovechamiento agroforestal (56%), la pesca(31%) y el trabajo asalariado (13%).La mayoría de los entrevistados fueron hombres

casados (75%) pertenecientes a una familia nuclear (87.5%), teniendo en promedio cuatro dependientes económicos de 1 a 7 de años de edad(Tabla 1).

Tabla 1. Características socioeconómicas de los cortadores de huano que participaron en el estudio n=16

Registro	Edad	Dependientes Económicos	Estado civil	Tipo de familia	Actividad principal	Tiempo cortando (años)
1	69	2	Casado	Nuclear	Campesino	57
2	57	4	Casado	Nuclear	Campesino	15
3	37	1	Soltero	Nuclear	Pescador	20
4	39	4	Casado	Nuclear	Pescador	4
5	57	4	Casado	Nuclear	Pescador	20
6	64	2	Casado	Nuclear	Campesino	48
7	47	3	Soltero	Nuclear	Otro	5
8	59	6	Casado	Extendida	Pescador	50
9	51	5	Casado	Nuclear	Campesino	31
10	47	7	Casado	Extendida	Pescador	29
11	66	5	Viudo	Nuclear	Otro	35
12	40	4	Casado	Nuclear	Campesino	25
13	62	7	Casado	Nuclear	Campesino	44
14	56	2	Divorciado	Nuclear	Campesino	30
15	53	4	Casado	Nuclear	Campesino	35
16	59	3	Casado	Nuclear	Campesino	39

A partir de las entrevistas, se encontró que el corte de la palma de huano constituye una actividad tradicional a nivel local, la cual se ha transmitido de generación en generación por parte de un grupo reducido de habitantes (al menos 16 personas identificadas). El 81% de los entrevistados refirió haber aprendido a realizar la actividad a través de un familiar (ej., abuelo, padre, hermano mayor).

El corte de palma es una actividad diurna (usualmente antes de las 12 horas) en áreas ubicadas en promedio a 9.6 km de la comunidad. Para dichas áreas, los cortadores de huano mencionaron la presencia dominante de navajuela (*Cladium jamaicense* Crantz, Familia *Cyperaceae*) y canché (*Conocarpus erectus* L., Familia *Combretaceae*) fuera de los sitios de petén (incluyendo los incluidos para este estudio), reportados por sólo 25% de los entrevistados.

Para poder realizar la actividad, los cortadores requieren un medio de transporte para llegar a los sitios y transportar las hojas de palma de huano, siendo la bicicleta y el triciclo los más utilizados (~60%). Se encontró que los entrevistados estimaron cortar un promedio de 350 hojas por día por persona, equivalente a cortar 35 palmas por día (a partir de un promedio estimado de 10 hojas aprovechables por palma). Después del corte, las hojas se extienden en un lugar plano y se dejan secar durante 3 días, transcurrido este tiempo, se regresa al sitio, se doblan las hojas y se enrollan. Para transportar los rollos lo más común es hacerlo de forma personal, pero hay personas que cobran por recogerlos (Fig. 11).



Figura 11. Imágenes representativas de la actividad del corte de huano. Puede verse el momento del corte (a), el amarre de las hojas (b), los rollos listos para ser transportados (c) y finalmente el momento previo a ser transportados (d).

Cada rollo está formado por 50 hojas y el precio del millar oscila entre los 700 y 1200 pesos. En el corte de 2016 se obtuvieron aproximadamente 148,800 hojas, lo que equivale a 9300 hojas en promedio por cortador. La mayoría de los entrevistados (75%) refirió utilizar el corte de huano como una forma de generar ingresos para contribuir a la economía doméstica, vendiendo los rollos a personas de la misma localidad o comunidades aledañas que la utilizan para el techado o para la fabricación de palapas. Del total aproximado de hojas cortadas en 2016 en

El Remate, se vendió un 69.2% según lo referido por los entrevistados. El resto es para uso personal, principalmente en el techado de la vivienda.

La mayoría de los entrevistados (56.2%) percibe la actividad como ilegal al preguntarse de manera directa, sin embargo, al mismo tiempo consideran que no pueden existir consecuencias negativas porque están dentro del ejido, además consideraron que no tenían otra opción de un ingreso que les permita subsistir.

Existen ciertas formas de regulación que tienen que ver con usos y costumbres, al menos se identificó el hecho de dejar mínimo dos hojas y el cogollo en cada palma cortada, para que haya rebrote de hojas para el año siguiente. Además, si un cortador llega a un sitio de corte y descubre que previamente ha sido utilizado e incluso ve que hay hojas de huano ya listas para ser transportadas, buscará otro sitio. Eventualmente surgen conflictos entre los cortadores, pero no suelen ser muy comunes dada esta “regulación social”.

El corte de la palma está escasamente regulado. Existe un permiso por parte del Comisario Ejidal, pero únicamente implica que la temporada de corte ya inició y que cualquier ejidatario puede cortar libremente donde lo considere, el número de hojas que necesite. Sobre algún documento que avale el permiso hubo discrepancias. Se comentó la existencia de una hoja que permite transportar el huano a otras localidades sin tener problema con las autoridades ambientales. Otros cortadores comentaron que el Comisario Ejidal acude a la ciudad de Campeche ante SEMARNAT para obtener un permiso para que los ejidatarios puedan aprovechar el huano.

El 81% de los entrevistados coincidió en que el corte de palma no daña el monte y la principal razón fue el hecho de que las hojas de la palma rebrotan, algunos incluso comentaron que el corte era benéfico para la palma. Con respecto a posibles efectos de la actividad sobre el ecosistema, el 93% de los entrevistados mencionaron que la palma tiene utilidad en el monte y las respuestas tuvieron que ver principalmente con alimento y refugio para animales mencionando abeja, aves, mono araña (*Ateles geoffroyi*), tejón (*Nasua narica*). También se mencionó que proporcionaba oxígeno y que servía de abono para la tierra.

En cuanto al futuro de la actividad, el 68% de los entrevistados piensa que la actividad continuará, algunos sin embargo consideran que va a la baja en la localidad y que los jóvenes se enfocan cada vez más en el recurso pesquero dejando de lado el trabajo en el “monte”, además de que algunos de ellos quieren formarse como profesionistas.

## 6.DISCUSIÓN GENERAL

Para los tres parámetros abióticos registrados, se esperaban variaciones importantes en los primeros 50 a 100 metros (Laurance *et al.*, 2002; Cerboncini *et al.*, 2016) por tratarse de variables microclimáticas clave que se ven modificadas por las condiciones diferenciales entre la matriz y el fragmento (Debinski, 2006). En el caso de la humedad relativa y la temperatura, no se encontró diferenciación en el gradiente matriz-fragmento.

La poca variación en temperatura y humedad a lo largo del gradiente puede deberse al periodo de registro en campo (12:00-15:00 hrs), cuando dichos parámetros son más homogéneos durante el periodo de luz de día. Esto fue un criterio definido *a priori* para evitar que posibles contrastes en el gradiente asociados a la hora del día estuviesen confundidos con los cambios abióticos del borde reportados para parámetros como temperatura y humedad relativa a lo largo de este (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2002; Ries *et al.*, 2014). Esta situación, más que una falla de este estudio constituye un acierto metodológico para monitorear cambios de borde en periodos estándares y con escasa variación en los parámetros abióticos de interés. Más aún, lo anterior permitió evaluar con mayor precisión la magnitud y penetración del borde a partir de un parámetro como el PAR estrechamente relacionado con los cambios estructurales de la vegetación en la zona de transición matriz-fragmento.

En humedales fragmentados, la hidrología y la inundación estacional tienen influencia sobre el efecto de borde, modificando valores de parámetros de

borde con respecto a la época de secas, sin que la variabilidad matriz-fragmento desaparezca por completo (Watts y Kobziar, 2015). Además, en fragmentos de selva con matriz de sabana similares a los de nuestro estudio, la penetración de borde medida en parámetros como temperatura y humedad relativa, puede incrementarse en la época seca (Hennenberg *et al.*, 2008). Nuestros resultados detectaron un incremento en humedad relativa de manera general para la época lluviosa en contraste con la época seca.

El PAR, parámetro central en este estudio, no mostró una variación significativa entre temporadas con respecto a sus valores promedio. Los resultados de los análisis estadísticos muestran que, con el cambio de estación, la penetración de borde se ve modificada, existiendo una mayor distancia de penetración en la época seca (Hennenberg *et al.*, 2008; Watts y Kobziar, 2015), coincidente con la temporada de corte de palma. Estos cambios en la distancia de penetración se infieren al encontrar diferencias significativas a partir de la sección de “borde medio” en la época de secas, mientras que los contrastes aparecen en la sección “borde exterior” en la época de lluvias.

Los registros de borde en lluvias muestran el mínimo efecto de borde esperado en petenes debido a que no existe un aprovechamiento extractivo en esa época y la presencia de una mayor humedad consecuencia de la inundación, promueve en los fragmentos forestales las características más notables en cuanto a estructura vegetal, sin encontrarse sometidos a un contraste diferencial tan notorio con la matriz, como podría ser en la época de secas.



Nuestro estudio se realizó en una matriz contrastante, por tratarse de sitios en matriz de zacatal (graminoides y herbáceas), pero resultó inevitable la presencia de cinturones de mangle (especie característica en la región; Rico-Gray, 1982; Munguía-Rosas y Montiel, 2014) en los alrededores de los sitios estudiados. El mangle ha sido reportado como proveedor de resiliencia y resistencia del hábitat ante cambios climáticos (Alongi, 2008; Marois y Mitch, 2015), dando cuenta de propiedades que atenúan parámetros abióticos como los registrados en este estudio.

Una matriz estructuralmente compleja, como en este caso la presencia de cinturones de manglar, proveería condiciones diferenciales menos contrastantes con el fragmento (Murcia, 1995; Debinski, 2006; Porensky y Young, 2013), constituyéndose el borde en petenes como un borde atenuado y suavizado, similar a bordes encontrados, por ejemplo, en fragmentos forestales inmersos en los Everglades del Sur de Florida (Sternberg *et al.*, 2007). Ese ecosistema guarda muchas similitudes con la estructura y configuración espacial del ecosistema de petenes (CONANP, 2006).

Otra característica distintiva de los petenes que puede actuar como amortiguador el efecto de borde es la presencia de afloramientos de agua al interior de los fragmentos, comunes en la región (Rico-Gray, 1982; Munguía-Rosas y Montiel, 2014). Estos afloramientos, pueden formar cuerpos de agua al interior de los petenes y generan un ambiente húmedo durante todo el año, al fluir el agua hacia distintas áreas de los fragmentos. Siguiendo el modelo propuesto por Porensky y Young (2013), lo anterior provocaría poca variación en cuanto a

temperatura y humedad relativa en un gradiente fragmento-matriz, existiendo un efecto de adentro hacia afuera del petén contrarrestando las diferencias entre matriz y fragmento.

La edad del borde es también un factor relevante para entender el borde en petenes. Bajo la consideración que los petenes resultan de procesos geoecológicos de largo plazo (Montiel *et al.*, 2006; Munguía-Rosas y Montiel, 2014), la edad del borde de estos fragmentos podría estar jugando un papel muy importante sobre el efecto de borde en petenes. Para estos sitios podemos asumir que los cambios relativos al borde están en gran medida estabilizados, aunque cambios externos en el uso de suelo (como fuego o el desarrollo de vegetación adjunta) podrían ser disruptivos del equilibrio, lo que equivaldría a una fase de post-cierre de más de cinco años (Laurance *et al.*, 2002).

En este paisaje naturalmente fragmentado, el borde no se comporta de manera abrupta como en otros ecosistemas, particularmente antropizados (Murcia, 1995; Laurance *et al.*, 2002; Laurance *et al.*, 2007; Porensky y Young, 2013). Así, en petenes, se propone la existencia de un borde atenuado asociado presumiblemente a un equilibrio dinámico del fragmento forestal (Sternberg *et al.*, 2007) que puede ser promovido por: a) procesos geoecológicos de largo plazo de los fragmentos presentes en el humedal costero, b) una disminución gradual en los cambios de la vegetación entre el gradiente matriz-fragmento, c) una matriz altamente estructurada y con gran estabilidad a nivel paisaje y d) presencia de afloramientos de agua al interior de los mismos.

Los resultados obtenidos sugieren que la actividad del corte de palma genera modificaciones irrelevantes en los parámetros de borde evaluados. Esta afirmación se sostiene de no haber encontrado diferencias en parámetros de borde ni en la estructura de la vegetación entre sitios aprovechados y no aprovechados en temporada de lluvias, así como la falta de diferencias significativas en los parámetros de borde en sitios aprovechados antes y durante el corte de la palma, con excepción de la humedad relativa, atribuible a la estacionalidad.

La alta correlación entre PAR e interferencia foliar fue clave para comprender posibles relaciones entre el corte de palma y variaciones en parámetros de borde. La distribución vertical de vegetación en petenes da cuenta de que la mayoría de hojas se encuentran en los estratos bajos y superiores del petén. Las palmas de huano tienen variaciones considerables en su altura, pero la mayoría de las hojas que se utilizan de manera tradicional (según las entrevistas y los recorridos en campo), están en estratos medios, entre 1 y 3 m de altura. Al ser retiradas las hojas de los estratos medios el paso de luz se incrementa lo que provocaría variaciones importantes en los parámetros abióticos (Martínez-Ramos *et al.*, 2016), particularmente en el PAR, pero aún existe cobertura en estratos superiores donde se encuentra la mayoría de la vegetación. Esto explicaría por qué no se encontraron diferencias para PAR entre sitios aprovechados y no aprovechados en lluvias.

Esta característica de la distribución vertical ampara también la nula diferencia entre temporadas para sitios aprovechados. Si bien se extrajo palma de los sitios, la interferencia foliar no resultó diferente, por lo que no se reflejó en el

PAR. La falta de variación en la interferencia foliar entre temporadas da cuenta de que el corte de la palma no genera modificaciones importantes en la estructura vegetal de los petenes, al menos hasta donde muestra este estudio. El corte en petenes, si bien es una práctica existente y reportada por los cortadores, no es el común denominador de esta actividad. El 25% de los cortadores refirió cortar en petenes, obteniéndose la mayoría de la palma en terrenos ejidales que pertenecen a una cobertura tipo zacatal. Esto puede significar que la práctica tal y como se lleva a cabo tiene aún menos influencia sobre los fragmentos forestales.

Con los resultados obtenidos en este estudio se muestra que existe una demanda del recurso de la palma en El Remate. Comparativamente con el último registro de corte de palma en la comunidad (Méndez-Cabrera y Montiel, 2007), puede observarse un aumento en el volumen de corte; si bien este aumento no necesariamente es representativo de que la actividad vaya a la alza, se considera que un incremento de la demanda de la palma, dada la abundancia de ésta en fragmentos forestales, incrementaría la presión ejercida sobre los petenes requiriéndose estudios más específicos para determinar niveles de aprovechamiento adecuados que limitaran modificaciones negativas sobre los sitios de extracción.

Algunas aproximaciones para evaluar la sostenibilidad del corte de palma han encontrado que llevar a cabo el corte de manera tradicional en contextos de solar y potrero permite una sostenibilidad de la población de palma en el tiempo, (Martínez-Ballesté *et al.*, 2008), respetando criterios como dejar al menos dos hojas en la palma cortada lo que promueve la producción de hojas para el siguiente

año (Martínez-Ballesté y Martorell, 2015). Algunas características del corte de huano en El Remate, pueden indicar cierto grado de sostenibilidad, por ejemplo, la práctica de dejar al menos dos hojas en la palma cortada es común entre los cortadores de huano y los entrevistados tienen en cierta forma presente la relevancia ecológica de la palma al haber mencionado algunos organismos que se benefician de ella. Además, consideran que, al existir un rebrote de las hojas, no hay daño en el “monte”, constituyéndose estas posturas como parte de un conocimiento ecológico local que podría ser tomado en cuenta para una mejor planeación monitoreando su impacto ecológico (Steele *et al.*, 2015).

Un factor relevante a considerar como práctica asociada al corte de palma es la presencia de fuego en el ecosistema. A través de recorridos de campo se pudo constatar la existencia de zonas quemadas en el entorno de El Remate. Los cortadores de palma mencionaron que personas del ejido suelen tener esta práctica para abrirse camino en el humedal. Además, se ha reportado el uso de brechas cortafuego en la región como una forma de contención de posibles incendios forestales en la región (Illescas, 2016). El fuego en humedales tiene efecto directamente sobre el borde de fragmentos forestales (Watts y Kobziar, 2015) por lo que esta situación podría repercutir negativamente incrementando el borde en petenes.

Considerando los resultados de este estudio, así como información previa sobre manejo tradicional de la palma (Martínez-Ballesté y Martorell, 2015) y otros estudios sobre impacto antrópico en la región (Koyoc-Ramírez *et al.*, 2015) se considera que el corte de la forma en que se lleva a cabo actualmente, permite la

subsistencia de los cortadores, contribuyendo a su economía doméstica y no parece tener efectos negativos importantes sobre el ecosistema, por lo que es totalmente pertinente en el contexto de la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

La conformación y distribución espacial de la vegetación forestal en el humedal costero, resultado de procesos geocológicos de largo plazo, así como la matriz de mangle predominante en todo el paisaje, parece estar promoviendo una alta resiliencia de los petenes en este importante ecosistema naturalmente fragmentado de Mesoamérica.

El corte de palma, sumado a la variación estacional podría modificar los parámetros abióticos de borde de los fragmentos forestales del humedal durante la estación seca, pero recuperándose las condiciones “normales” en la temporada de inundación, constituyendo un ecosistema dinámico y altamente resistente a actividades extractivas locales en las escalas actuales por lo que dichas actividades podrían ser promovidas en el contexto de desarrollo y conservación propio de una Reserva de la Biosfera.

## **CONCLUSIONES**

- 1) Los resultados de este estudio muestran que el efecto de borde en petenes parece estar modulado por la presencia de mangle en la periferia del fragmento, aún en espacios de colindancia con una matriz altamente contrastante con la constitución vegetal del petén.
- 2) La composición y estructura forestal del petén, en concomitancia con la matriz circundante (principalmente manglar), parecen estar favoreciendo la existencia de un efecto atenuado del borde, traducido en una baja magnitud y escasa penetración en los petenes de estudio, para los parámetros abióticos registrados.
- 3) Durante la época seca, el efecto de borde en petenes alcanza los 12 m de penetración hacia el centro del petén.
- 4) La actividad extractiva de la palma de huano podría incrementar la penetración del efecto de borde en petenes, aunque dicho efecto parece no trascender la temporada de corte de dicho recurso en la región.
- 5) El corte de la palma de huano es una actividad vigente y relevante con expectativas locales de continuar en el futuro, y que bajo las características actuales parece totalmente pertinente dentro de un contexto de conservación como el de la Reserva de la Biosfera Los Petenes.

## **REFERENCIAS**

Alexiades, M.N. y Shanley, P. 2004. Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación: Estudios de Caso sobre Sistemas de Manejo de Productos Forestales no Maderables. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Alongi, D. M. 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76(1): 1-13.

Balslev, H. 2011. Palm Harvest Impacts in North Western South America. *The Botanical Review* 77(1): 370-380.

Barrera, A. 1982. Los petenes del noroeste de Campeche. Su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica* 7(2):163-169.

Belcher, B. Ruíz-Pérez, M. y Achdiawan, R. 2005. Global Patterns and Trends in the Use and Management of Commercial NTFPs: Implications for Livelihoods and Conservation. *World Development* 33 (9): 1435-1452.

Bender, D.J. y Fahrig, L. 2005. Matrix structure obscures the relationship between interpatch movement and patch size and isolation. *Ecology* 86: 1023–1033.

Benítez-Malvido, J., Gallardo-Vásquez, J.C., Alvarez-Añorve, M.Y., y Avila-Cabadilla, L.D. 2014. Influence of matrix type on tree community assemblages along tropical dry forest edges. *American Journal of Botany* 101(5): 820-829.

Bunyan, M., Jose, S. y Fletcher, R. 2012. Edge Effects in Small Forest Fragments: Why More Is Better? *American Journal of Plant Sciences* 3 (7): 869-878

Caballero J. 1993. El caso del uso y manejo de la palma de guano (*Sabal spp.*) entre los mayas de Yucatán México. En E. Leff y J. Carabias (Eds.), *Cultura y Manejo Sustentable de los Recursos Naturales* (pp. 203-248). México: CII UNAM y Miguel Ángel Porrúa.



Caballero, J., Martínez, A. y Gama, V. 2001. El uso y manejo tradicional de la palma de guano en el área maya de Yucatán. CONABIO. *Biodiversitas* 39:1-6.

Caballero, J., Pulido, M. T., y Martínez-Ballesté, A. 2004. El uso de la palma de guano (*Sabal yapa*) en la industria turística de Quintana Roo, México. En M. Alexiades y P. Shanley. *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia: 365-386.

Cadenasso M. L. y Pickett S. T. A. 2001. Effect of edge structure on the flux of species into forest interiors. *Conservation Biology* 15(1): 91-97.

Cadenasso M. L., Pickett S. T., Weathers K. C., Bell S. S., Benning T. L., Carreiro M. M., y Dawson, T. E. 2003. An interdisciplinary and synthetic approach to ecological boundaries. *BioScience* 53(8): 717-722.

Cerboncini, R. A., Roper, J. J. y Passos, F. C. 2016. Edge effects without habitat fragmentation? Small mammals and a railway in the Atlantic Forest of southern Brazil. *Oryx* 50(3): 460-467.

CONANP. 2006. Programa de Conservación y Manejo. Reserva de la Biosfera Los Petenes. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Campeche, México.

Debinski, D. M., y Holt, R. D. 2000. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14(2): 342-355.

Debinski D. 2006. Forest fragmentation and matrix effects: the matrix *does* matter. *Journal of Biogeography* 33(10): 1791-1792.

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarto, D., Kurnianto, S., Stidham, M., y Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience* 4(5): 293-297.

- Endress, B. A., Gorchoy, D.L. y Noble R.B. 2004. Non-timber forest product extraction: Effects of harvest and browsing on an understory palm. *Ecological Applications* 14(4): 1139-1153.
- Endress, B. A., Gorchoy, D.L. y Berry, E.J. 2006. Sustainability of a non-timber forest product: Effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. *Forest Ecology and Management* 234(1): 181-191.
- Flores, J. y Espejel, I. 1994. Etnoflora Yucatanense. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Fasc. No. 4. Licenciatura en Biología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UADY, Mérida.
- García, A., Jouault, S., y Romero, D. 2015. Atlas de turismo alternativo de la península de Yucatán. Mérida: UADY FCA y CINVESTAV-Unidad Mérida.
- Hammer, Harper, Ø. y Ryan, D.A.T. 2001. PAST:Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9
- Hennenberg, K. J., Goetze, D., Szarzynski, J., Orthmann, B., Reineking, B., Steinke, I., y Porembski, S. 2008. Detection of seasonal variability in microclimatic borders and ecotones between forest and savanna. *Basic and Applied Ecology* 9(3): 275-285.
- Horn, C.M., Gilmore, M.P y Endress B. A. 2012. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management* 267:93-103.
- Illescas, J. 2016. El pago por servicios ambientales en una comunidad maya del oeste de Campeche: percepción social, prácticas asociadas e implicaciones de conservación. (Tesis de Maestría). CINVESTAV Unidad Mérida. Yucatán.

Jennings, S. B., Brown, N. D. y Sheil, D. 1999. Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 72(1): 59-74.

Koyoc-Ramírez, L.G., Mendoza-Vega, J., Pérez J.J.C. y Torrescano, V.N. 2015. Efectos de la perturbación antrópica de petenes de selva en Campeche, México. *Acta Botánica Mexicana* 110(1): 89-103.

Laurance W. F., Lovejoy T.E., Vasconcelos H. L., Bruna E.M., Didham, R.K., Stouffer P.C., Gascon, C., Bierregaard R. O., Laurance S.G. y Sampaio, E. 2002. Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation. *Conservation Biology* 16 (3): 605-618.

Laurance W. F., Nascimento, H. E .M., Laurance, S. G., Andrade, A., Ewers, R.M., Harms, K.E., Luizao, R.C. y Ribeiro, J.E. 2007. Habitat Fragmentation, Variable Edge Effects, and the Landscape-Divergence Hypothesis. *PLoS ONE* 2 (10): e1017.

Laurance, W. F. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation* 141(7): 1731-1744.

Laurance, W. F., Camargo, J. L., Luizão, R. C., Laurance, S. G., Pimm, S. L., Bruna, E. M., Stouffer, P.C., Williamson, G.B., Benítez-Malvido, J., Vasconcelos H.L. y Van Houtan, K. S. 2011. The fate of Amazonian forest fragments: a 32-year investigation. *Biological Conservation* 144(1): 56-67.

León, P. y Montiel, S. 2008. Wild meat use and traditional hunting practices in a rural mayan community of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Human Ecology* 36(2): 249-257.

Marois, D. E. y Mitsch, W. J. 2015. Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands – a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 11(1): 71-83.

Martínez-Ballesté, A., Caballero, J., Gama, V., Flores, S. y Martorell, C. 2002. Sustainability of the traditional management of Xa'an palms by the lowland Maya of Yucatan, México. *Ethnobiology and Biocultural Diversity Proceedings of the Seventh International Society for Ethnobiology*: 381-388.

Martínez-Ballesté, A., Martorell C., y Caballero J. 2008. The effect of Maya traditional harvesting on the leaf production, and demographic parameters of Sabal palm in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Forest ecology and management*256(6): 1320-1324.

Martínez-Ballesté, A. y Martorell, C. 2015. Effects of Harvest on the Sustainability and Leaf Productivity of Populations of Two Palm Species in Maya Homegardens. *PloS one*10(3): p.e0120666.

Martínez-Ramos, M., Ortiz-Rodríguez, I. A., Piñero, D., Dirzo, R., y Sarukhán, J. 2016. Anthropogenic disturbances jeopardize biodiversity conservation within tropical rainforest reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(19): 5323-5328.

Mas , J. F. y Correa Sandoval, J. 2000. Análisis de la fragmentación del paisaje en el área protegida " Los Petenes", Campeche, México. *Investigaciones Geográficas* 43: 42-59.

MacArthur ,R.H. y Wilson E.O. 1967. The Theory of Island Biogeography. New Jersey: Princeton University Press. 203p

Méndez-Cabrera, F. y Montiel, S. 2007. Diagnóstico preliminar de la fauna y flora silvestre utilizada por la población maya de dos comunidades costeras de Campeche, México. *Universidad y Ciencia* 23(2):127-139.

Mendoza, E., Fay, J. y Dirzo, R. 2005. A quantitative analysis of forest fragmentation in Los Tuxtlas, southeast Mexico: patterns and implications for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*78(3): 451-467.

- Montiel, S., Estrada, A. y León, P. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, México: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22: 267-276.
- Montúfar, R., Anthelme, F., Pintaud, J. C., y Balslev, H. 2011. Disturbance and resilience in tropical American palm populations and communities. *The Botanical Review* 77(4): 426-461.
- Munguía-Rosas, M.A. y Montiel, S. 2014. Patch Size and Isolation Predict Plant Species Density in a Naturally Fragmented Forest. *Plos One* 9(10).
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10(2): 58-62.
- Olupot, W., Barigyira, R. y Mcneilage, A. J. 2009. Edge-related variation in medicinal and Other "Useful" Wild Plants of Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *Conservation Biology* 23(5): 1138-1145.
- Pérez, M. y Rebollar, S. 2003. Anatomía y usos de las hojas maduras de tres especies de *Sabal* (Arecaceae) de la Península de Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical* 51(2): 333-344.
- Porensky, L.M. y Young T.P. 2013. Edge-Effect Interactions in Fragmented and Patchy Landscapes. *Conservation Biology* 27 (3): 509-519.
- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste del estado de Campeche, México: Los Petenes. *Biótica* 7(2): 171-203.
- Ries, L., Fletcher Jr., R. J., Battin, J., y Sisk T. D. 2004. Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35: 491-522.
- Schemske, D.W. y Brokaw, N. 1981. Treefalls and the distribution of understory birds in a tropical forest. *Ecology* 62(4): 938-945.

Steele, M. Z., Shackleton, C. M., Shaanker, R. U., Ganeshaiyah K.N. y Radloff S. 2015. The influence of livelihood dependency, local ecological knowledge and market proximity on the ecological impacts of harvesting non-timber forest products. *Forest Policy and Economics* 50: 285-291.

Sternberg, L. D. S. L., Teh, S. Y., Ewe, S. M., Miralles-Wilhelm, F., y DeAngelis, D. L. 2007. Competition between hardwood hammocks and mangroves. *Ecosystems*10(4): 648-660.

Sunderlin, W. D., Angelsen, A., Belcher, B., Burgers, P., Nasi, R., Santoso, L. y Wunder. S. 2005. Livelihoods, Forests, and Conservation in Developing Countries: An Overview. *World Development* 33 (9): 1383-1402.

Taylor, S.J. y Bogdan, Jr. 1996. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidós Barcelona. Tercera reimpression.

Watts, A.C., y Kobziar, L. N. 2015. Hydrology and fire regulate edge influence on microclimate in wetland forest patches. *Freshwater Science*34(4): 1383-1393.

Yáñez- Arancibia A. 1996. Caracterización Ecológica de la Región de Los Petenes. Informe Técnico. EPOMEX-UAC, Campeche.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. 3era Edición.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### Ficha Técnica Palma de huano (*Sabal spp.*): Biología y Usos

El género *Sabal* pertenece a la familia *Arecaceae*, tribu *Coryphoideae*, subtribu *Sabalinae*, orden *Arecales* y tiene cerca de 14 especies distribuidas desde el sureste de Estados Unidos y el noroeste de México, hasta Colombia y las Antillas (Pérez y Rebolgar, 2003).

En México se encuentran ocho especies: *S. dugessii* S. Watson ex L. H. Bailey, *S. mauritiiformis* (Karst.) Griseb & H. Wendl., *S. mexicana* Mart., *S. pumos* (Kunth) Burret, *S. rosei* (Cook) Becc., *S. uresana* Trel., *S. yapa* Wright ex Becc., y *S. gretheriae* Quero descrita recientemente, localizada en la Península de Yucatán (Pérez y Rebolgar, 2003).

Son palmas unicaules, inermes, presentan hojas flabeladas de tipo costapalmada. La lámina consiste de una porción proximal que no está segmentada (palma) y una porción distal segmentada. El pecíolo se prolonga hacia la lámina formando un raquis o costa engrosado y que a veces se encuentra fuertemente recurvado; la hástula es una proyección adaxial del pecíolo de longitud variable. Los troncos son anillados y con la base de los pecíolos persistentes, cuando menos en la parte superior de éstos, son fuertes y balanceos de huracanes y vientos (Pérez y Rebolgar, 2003).

Las especies presentes en la península de Yucatán son *Sabal mexicana*, *Sabal yapa* (que es la especie con mayor distribución en la península), *Sabal mauritiiformis*, y *Sabal gretheriae* cuya área de distribución está restringida al extremo noroeste de la península (Caballero, 1993). Las tres primeras palmas mencionadas son identificadas comúnmente como palma de huano por las comunidades mayas (Pérez y Rebollar, 2003).

Las cuatro especies presentan similitudes y diferencias, las principales diferencias se dan en cuanto a la morfología y la anatomía, pero todas ellas son utilizadas de manera tradicional por los mayas de Yucatán (Caballero et al., 2001; Pérez y Rebollar, 2003).

Algunas características que permiten distinguirlas se resumen a continuación, con base en Pérez y Rebollar (2003).

La *Sabal mauritiiformis* se nombra normalmente comobotán, guano y guano blanco. Son palmas que llegan a medir más de 25 m, con tronco regularmente grueso y anillado. Las hojas son alternas y dispuestas helicoidalmente. La lámina de la hoja está formada por numerosos segmentos de 1.5 a 2 m de largo y de 3 a 4 cm de ancho cada uno, son blanquecinos o ligeramente plateados por el envés, y quizá es por eso que los mayas le dicen "huano blanco". Las hojas adultas se usan para techar viviendas tradicionales, para elaborar sombreros y artesanías se utilizan las hojas inmaduras, los pecíolos se utilizan para cercados.

La *Sabal mexicana* es conocida comúnmente comoguano, guano bon, xaan y bon xaan. Esta palma es de menor en altura que las otras dos especies, pero puede



medir hasta 20 m. Los troncos son regularmente gruesos y conservan restos de las vainas foliares en gran parte de su longitud y hasta mucho después de la caída de la hoja. Las hojas son alternas y están ordenadas helicoidalmente. La lámina de la hoja está formada de numerosos segmentos que se fusionan en la base, formando una palma larga, y que miden entre 1.5 y 2 m de longitud y de 4 a 6 cm de ancho en su fase adulta, además tienen una nervadura central prominente que, en corte transversal, tiene forma rectangular. Las hojas adultas se usan para techar casas rurales y las hojas inmaduras se utilizan para diversas artesanías. Se consumen las yemas apicales ("cogollos" o "palmitos") y los pecíolos se utilizan para cercados.

La *Sabal yapa* es conocida comúnmente como guano o huano, xaan, julok xaan y guano macho. Esta especie llega a medir hasta 25 m, con tronco regularmente grueso y anillado. Las hojas son filíferas, alternas y dispuestas helicoidalmente. Las láminas de las hojas están compuestas por numerosos segmentos un poco más cortos que en las otras dos especies, de 90 cm a 1.5 m de longitud, y son más rígidos que los de las otras especies estudiadas, y también se fusionan en la base formando una palma larga. Cada segmento tiene tres nervaduras principales, una central y dos laterales. La lámina posee una costa que es recurvada aunque en menor grado que en *S.mexicana*. La hástula es adaxial, triangular, prominente y de 4 a 8 cm de longitud. El pecíolo mide de 1 a 1.20 m de longitud y de 4 a 6 cm de ancho, en la parte media, convexo abaxialmente con la superficie adaxial cóncava y con numerosos canales longitudinales. Se usa paratechado de casas

rurales con sus hojas maduras; además elaboración de sombreros y escobas. Los pecíolos son usados como cercas.

La palma de huano ha proporcionado a los mayas de Yucatán, durante más de mil años, alimento, medicinas, utensilios, forraje, materiales para construcción, materia prima para artesanías y otros productos importantes para la economía de la unidad doméstica (Caballero et al., 2001).

## ANEXO 2

### Instrumento de Evaluación sobre el Corte de Palma de Huano



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto  
Politécnico Nacional  
Unidad Mérida

### Laboratorio de Ecología y Conservación de la Biodiversidad

### Entrevista Semi-estructurada para cortadores de palma de huano.

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

#### Datos Personales del entrevistado

Nombre : \_\_\_\_\_

1.-Edad (años): \_\_\_\_\_

2.-Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

3.-Tiempo viviendo en la comunidad (años): \_\_\_\_\_

4.- Estado civil: Soltero ( ) Casado ( ) Viudo ( ) Divorciado ( )

Unión Libre( )

5.-Dependientes económicos (#): \_\_\_\_\_

6.-Tipo de familia : Nuclear ( ) Extendida ( )

7.- Actividad principal: \_\_\_\_\_

### Datos sobre la actividad

8.- Tiempo que tiene cortando palma (años): \_\_\_\_\_

9.-¿Cómo se inició en la actividad? (quién lo enseñó):\_\_\_\_\_

10.- ¿Cuáles son las dificultades principales? (¿es peligrosa la actividad?)

11.- ¿Cuánto tiempo durante el año la realiza? ( Temporalidad y meses)

12.-¿Por qué corta palma? ¿Beneficio económico?

13.-¿A dónde va para traer la palma? ¿Petenes?

14.- ¿Por qué escoge esos sitios? ¿Cómo los conoció?

15.-¿Qué tan lejos está el lugar de donde vive (tiempo o distancia)? ¿Medio de transporte? ¿Va solo?

16.- ¿Siempre corta en los mismos sitios? ¿Cambia los sitios donde recoge la palma? ¿Por qué?

17.- ¿Cuánto tiempo antes de que inicie la temporada escoge los sitios a dónde irá?

18.- Si yo le pregunto en estos momentos, ¿tiene alguna idea de los sitios donde cortará palma el siguiente año? ¿Eso puede cambiar? ¿De qué depende?

19.- ¿Requiere de algún permiso para llevar a cabo la actividad? ¿Quién lo determina?

20.- ¿Usted cree que cortar palma es ilegal?

21.- Una vez que llega al sitio de corte, ¿cómo escoge la mata que va a cortar?

(altura, ancho, edad)

22.-¿Cuánto tiempo pasa allá? ¿Cuántas veces a la semana va?

23.- ¿Cuántas palmas corta por mata? ¿Cuánta palma corta por día? ¿Y por temporada?

24.- ¿Tiene límites sobre la cantidad que puede cortar?

25.-¿Sabe si hay palmas machos o hembras?

26.- ¿La palma sirve para algo en el monte?

27.- ¿Ha visto animales que vivan en la palma?

28.- ¿Cree que el cortar palma dañe el monte? ¿Por qué?

29.- Ubicar con respecto al Remate u otra referencia, los sitios de extracción.

30.- ¿Cómo ve la actividad en el futuro? ¿Seguirá? ¿Más, menos?

31.- ¿Está dispuesto a participar en nuestro experimento el siguiente año?