



# EVALUACIÓN ECOLÓGICA

DE LOS DAÑOS PROVOCADOS POR EL HURACÁN OTTO Y EL INCENDIO  
EN LA RESERVA DE BIOSFERA DEL SUR ESTE 2018



**Centro Humboldt**  
Juntos por un Ambiente Sostenible

**HEINRICH  
BÖLL  
STIFTUNG**  
CENTROAMÉRICA

# EDITORIAL

## DIRECCIÓN TÉCNICA

**Ing. Víctor Campos Cubas**  
 Director Ejecutivo  
 Centro Humboldt

**MSc. Xitlali Sandino**  
 Subdirectora Ejecutiva  
 Centro Humboldt

**PhD. Katherine Vammen**  
 Directora  
 Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales  
 Universidad Centroamericana (UCA)

## REVISIÓN GENERAL

**Ing. Víctor Campos Cubas**  
 Director Ejecutivo  
 Centro Humboldt



## EQUIPO DE INVESTIGADORES

**Ing. Jurguen Guevara Alonso**  
 Investigador  
 Centro Humboldt

**MSc. Ivania Cornejo**  
 Investigadora  
 Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales  
 Universidad Centroamericana (UCA)

**MSc. Gabriel Hipólito Vegas**  
 Investigador  
 Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales  
 Universidad Centroamericana (UCA)

**MSc. Arnulfo Fitoría**  
 Investigador Asociado  
 Universidad Centroamericana (UCA)

**Br. Eduardo Medina**  
 Asistente de campo

**MSc. Marvin Torres**  
 Investigador  
 Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales  
 Universidad Centroamericana (UCA)

**Lic. Luis Díaz**  
 Investigador Asociado  
 Universidad Centroamericana (UCA)

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**Lic. Mareling Alemán Téllez**  
 Diseñadora Gráfica  
 Centro Humboldt

## FOTOGRAFÍAS

Equipo de investigadores

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción .....	6
<b>CAPÍTULO 1: Objetivos y Metodología del estudio</b> .....	8
<b>Objetivos</b> .....	9
• Objetivo general .....	9
• Objetivos específicos .....	9
<b>Descripción general de la metodología</b> .....	9
<b>CAPÍTULO 2: Antecedentes y Descripción de la Reserva Biológica Indio Maíz</b> .....	12
Antecedentes .....	13
Descripción del área protegida .....	15
<b>CAPÍTULO 3: Afectaciones producidas por el huracán Otto y el Incendio</b> .....	18
<b>Metodología de análisis</b> .....	19
• Teledetección y análisis de imágenes satelitales .....	19
• Valoración final e impactos del incendio .....	20
<b>Principales resultados</b> .....	21
• Afectaciones producidas por el huracán Otto .....	22
• Afectaciones producidas por el incendio .....	23
• Análisis Burn Index .....	25
<b>CAPÍTULO 4: Evaluación preliminar de las condiciones de la vegetación</b> .....	27
<b>Aspectos generales</b> .....	28
<b>Aspectos metodológicos</b> .....	28
<b>Resultados del levantamiento</b> .....	29
• <b>Sitio 1: El Encanto</b> .....	29
<i>Bosque secundario en suelos drenados e impacto del huracán</i> .....	29
<i>Bosque inundado con presencia de palma</i> .....	30
• <b>Sitio 2: Las Palomas</b> .....	31
<i>Ecosistema de Bosque inundado con palma (área impactada por huracán e incendio)</i> .....	31
<i>Ecosistema de Bosque latifoliados en suelos drenados (cerro Las Palomas)</i> .....	32
<b>Consideraciones finales</b> .....	35
<b>CAPÍTULO 5: Moluscos Continentales</b> .....	37
<b>Consideraciones generales sobre los moluscos continentales</b> .....	38
<b>Consideraciones metodológicas</b> .....	39
• Método de investigación .....	41
<b>Resultados y discusión</b> .....	42
• Análisis general del área .....	42
• Riqueza y abundancia .....	44
• Gremios alimenticios y dependencia de hábitats .....	45
• Especies indicadoras de sitio .....	46
<b>Consideraciones finales</b> .....	46

CAPÍTULO 6: Aves .....	48
<b>Aspectos metodológicos</b> .....	49
• Conteo de aves por punto .....	50
<b>Resultados principales</b> .....	50
• Aspectos generales .....	50
• Riqueza y abundancia relativa por sitio .....	51
• Gremios alimenticios y dependencia de hábitat .....	53
• Especies indicadoras de sitio .....	53
<b>Consideraciones finales</b> .....	54
CAPÍTULO 7: Mamíferos .....	56
<b>Consideraciones iniciales</b> .....	57
<b>Aspectos metodológicos</b> .....	58
<b>Resultados principales</b> .....	59
• Información general .....	59
• Caracterización taxonómica .....	62
<b>Consideraciones finales</b> .....	64
CAPÍTULO 8: Consideraciones finales .....	66
<b>Consideraciones generales</b> .....	67
<b>Consideraciones específicas</b> .....	68
<b>Recomendaciones generales</b> .....	69
<b>Recomendaciones específicas</b> .....	70
Literatura citada .....	71
Anexos .....	75

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Ubicación de sitios de muestreo .....	10
<b>Figura 2.</b> Análisis de deforestación en la Reserva Indio Maíz .....	14
<b>Figura 3.</b> Ubicación de Reserva Biológica Indio Maíz .....	15
<b>Figura 4.</b> Portal de descarga de las imágenes .....	19
<b>Figura 5.</b> Combinación en falso color .....	20
<b>Figura 6.</b> Comportamiento espectral de los incendios .....	21
<b>Figura 7.</b> Pérdida y ganancia producto del paso del huracán Otto .....	22
<b>Figura 8.</b> Mapa de extensión del incendio .....	24
<b>Figura 9.</b> Usos de suelos afectados por el incendio .....	25
<b>Figura 10.</b> Usos de suelos afectados .....	26
<b>Figura 11.</b> Bosque secundario latifoliado afectado por huracán Otto en sitio El Encanto .....	30
<b>Figura 12.</b> Bosque por huracán en el sitio El Encanto .....	30
<b>Figura 13.</b> Zona impactada por incendio .....	32
<b>Figura 14.</b> Vista desde cerro Las Palomas .....	32
<b>Figura 15.</b> Análisis de similitud de sitios x especies en el área de estudio .....	42
<b>Figura 16.</b> Presencia y número de especímenes .....	44
<b>Figura 17.</b> Helicina deppeana, in situs .....	45
<b>Figura 18.</b> Ubicación de puntos de muestreo de aves .....	49
<b>Figura 19.</b> Riqueza de especies por sitio .....	50
<b>Figura 20.</b> Promedio de especies por sitio según la perturbación .....	52
<b>Figura 21.</b> Análisis de zona huracanada vs zona incendiada .....	52
<b>Figura 22.</b> Especies totales por gremio en las áreas .....	53
<b>Figura 23.</b> Riqueza de especies por sitio .....	53
<b>Figura 24.</b> Número de especies en los estratos .....	54

## **ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1.</b> Sitios de muestreo .....	10
<b>Cuadro 2.</b> Intensidad de incendio .....	25
<b>Cuadro 3.</b> Sitios de muestreo de flora .....	29
<b>Cuadro 4.</b> Datos de transecto 1 .....	31
<b>Cuadro 5.</b> Transecto 2: Sitio Las Palomas .....	33
<b>Cuadro 6.</b> Porcentajes de mortalidad y disturbios en los transectos 1 y 2 .....	34
<b>Cuadro 7.</b> Listado de especies en los sitios evaluados .....	34
<b>Cuadro 8.</b> Descripción de los sitios de estudio .....	39
<b>Cuadro 9.</b> Nomenclatura de sitios valorados .....	40
<b>Cuadro 10.</b> Nomenclatura de sitios evaluados .....	41
<b>Cuadro 11.</b> Distribución de los moluscos continentales en la zona .....	43
<b>Cuadro 12.</b> Especies y el porcentaje de sitios en los que fueron avistadas .....	51
<b>Cuadro 13.</b> Especies más comunes en los puntos de conteo .....	51
<b>Cuadro 14.</b> Sitios de muestreo de mamíferos .....	58
<b>Cuadro 15.</b> Especies de mamíferos y número de individuos .....	60

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Mapa de usos de suelos 2016 .....	76
<b>Anexo 2.</b> Mapa de afectaciones tras el paso del huracán Otto .....	77
<b>Anexo 3.</b> Usos de suelos afectados .....	78
<b>Anexo 4.</b> Índice de severidad de incendio .....	79
<b>Anexo 5.</b> Dossier fotográfico .....	80
<b>Anexo 6.</b> Fauna mastozoológica .....	81
<b>Anexo 7.</b> Listado de aves .....	84
<b>Anexo 8.</b> Listado de moluscos continentales .....	86



# INTRODUCCIÓN

La región Sureste de Nicaragua ha sido reconocida como una de las regiones socioeconómica, ambiental y políticamente sobresaliente de Nicaragua, esto se evidencia en la evolucionada y remozada estrategia de manejo geográfica y territorial del Sureste de Nicaragua, desde su nacimiento con SI-A-PAZ. Este planteamiento estratégico para el Sureste aborda toda la región como un territorio que funciona como un sistema complejo e integral, donde la experiencia acumulada indica que la participación de todos los sectores de la sociedad y todos los actores en el territorio deben de motivarse a participar e insertarse de forma activa en el desarrollo social y ambiental del territorio.

En este sentido la Reserva Biológica Indio Maíz constituye uno de los territorios claves para el Sureste de Nicaragua en términos de la conservación de las especies de flora y fauna que ahí habitan, ya que esta zona representa uno de los sitios con mayor biodiversidad a nivel mundial únicamente superada por los bosques de la Amazonía; además de ser una de las áreas mejor conservadas de todo el país. De igual manera, constituye la zona núcleo de la Reserva de Biósfera Río San Juan recientemente reconocida por la UNESCO.

La zona de la Reserva Biológica se ha constituido como un verdadero laboratorio para la fauna silvestre, por su rica biodiversidad, la cual se ha dado producto del encuentro de las corrientes migratorias de especies de fauna de la masa continental Norte (o americana), y Sur (o amazónica), y por ser la región más joven del istmo centroamericano (Saravia, 1996). Estas condiciones la hacen uno de los más interesantes y ricos ecosistemas de la región neo tropical, situaciones estas, que han determinado las características de la zona como región de enclave, de tránsito y de frontera.

Sin embargo, el deterioro ambiental presente en el país acompañado de la inadecuada gestión ambiental ha causado que esta zona se encuentre en un estado de alerta y de alta fragilidad, producto principalmente del avance de la frontera agrícola y de los procesos acelerados de deforestación que se han dado en todo el país. Análisis realizados (Centro Humboldt, 2016) revelaron que entre 2011 y 2016 hubo una reducción de más de 666,836.29 hectáreas de bosque latifoliado cerrado, principalmente dentro de las áreas protegidas en todo el país; así mismo en la Reserva de Biosfera BOSAWAS se han perdido 92,157.67 hectáreas y en la Reserva Biosfera del Sureste 163,598.59 hectáreas de bosque latifoliado cerrado, los cuales representan ecosistemas de gran importancia para la biodiversidad.

Actualmente los bosques representan el 16.26% del territorio nacional, esto indica que en menos de 5 años se ha perdido aproximadamente un tercio de la cobertura boscosa del país. Así mismo se ha incrementado la tasa de deforestación anual de un 3% a un 6% en menos de cinco años lo que nos indica que pierden anualmente más de 75,000 hectáreas de bosque; estos niveles de degradación han causado, además una reducción de las precipitaciones hasta 35% en territorios del corredor seco, en comparación al régimen histórico del país; presentándose una tendencia a nivel nacional en el incremento de temperatura entre 2 y 3 grados celsius por encima de las medias mensuales y anuales históricas, todos estos impactos a nivel nacional nos hacen ver como evidente que el eje ambiental a nivel nacional es el más débil en la construcción del Desarrollo Sostenible y esto repercute de manera directa en el manejo y conservación de las áreas protegidas.

El presente documento pretende hacer una evaluación preliminar de los daños provocados por el incendio ocurrido en la Reserva Biológica Indio Maíz, el cual se dio del 4 al 10 de abril del año 2018 y que afectó 5,553 hectáreas de bosque de palma y bosque latifoliado, mismos que un año



atrás habían sido impactados por el paso del huracán Otto y que había dejado severamente dañado el ecosistema. Con este documento se pretende hacer un análisis inicial de los alcances de estas afectaciones y como podría afectar a la diversidad biológica, para esto se han estudiado los cuatro principales grupos taxonómicos y se ha hecho un análisis preliminar de los daños en la vegetación.

Los primeros dos capítulos de este documento nos muestran los principales objetivos y aspectos metodológicos para la realización de este documento, seguidamente se nos muestra el análisis espacial realizado en la zona afectada y finalmente los resultados producto del levantamiento de campo; finalmente en los capítulos finales se presentan las principales conclusiones y recomendaciones provenientes del estudio.



# CAPÍTULO 01

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

En esta sección se realizó una descripción general de los objetivos, y de la metodología propuesta para la realización de los análisis, para la evaluación de los daños ocasionados tanto por el incendio como el huracán Otto se tomó como base el levantamiento de los cuatro grupos taxonómicos (Mamíferos, Aves, Herpetofauna y Moluscos Continentales), adicionalmente se realizó una descripción general de la vegetación impactada; finalmente se hace un análisis cartográfico en términos de la pérdida y ganancia de vegetación así como los principales impactos al ecosistema.



## OBJETIVOS

### Objetivo General

Describir el estado de la diversidad de flora y fauna en los diferentes paisajes dentro de la Reserva de Biosfera del Sur-Este de Nicaragua, afectados por el huracán Otto y el incendio ocurrido en abril de 2018.

### Objetivos Específicos

- Realizar la descripción de la vegetación taxonómica y estructural de los sitios afectados por el incendio y el huracán.
- Realizar la evaluación ecológica rápida de los grupos taxonómicos: aves, mamíferos, anfibios, reptiles y moluscos continentales.
- Determinar el alcance de las afectaciones del incendio en base al análisis de imágenes satelitales e índices de comportamiento espectral.
- Realizar una inferencia de los daños causados a cada táxa.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

El presente documento sigue un enfoque descriptivo-analítico en donde se pretende dimensionar los impactos reales que el paso del huracán Otto y el incendio de abril provocaron tanto en la Reserva Biológica Indio Maíz y el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan, para ello se emplearon diversas técnicas para la valoración en los diferentes grupos taxonómicos, así como una primera aproximación de los impactos del incendio.

Como primer paso se realizó un proceso de investigación documental, mismo que sirvió para definir los antecedentes, es decir, el estado actual de la reserva antes del paso de las perturbaciones provocadas tanto por el incendio como el huracán, esta revisión fue completada con el trabajo de campo el cual se basó principalmente en determinar los hallazgos provocados ambos desastres naturales.

Para la planificación de la fase de campo identificaron aquellos sitios que fueron impactados únicamente por el paso del huracán y se les comparo con aquellos sitios que fueron afectados tanto por el huracán y el incendio; a los sitios afectados únicamente por el huracán se les denominó ***Paisaje Huracanado*** y a la zona afectada por ambos fenómenos, pero con especial énfasis en el incendio se le llamó ***Paisaje Quemado***. A continuación, se muestran las coordenadas de los sitios impactados.

SELECCIÓN DE SITIOS DE MUESTREO					
No.	CATEGORÍA	SITIO DE MUESTREO	HÁBITAT	COORDENADAS UTM ZONA 17 P	
				X	Y
1	Paisaje Huracanado	El Encanto	Bosque	182615	1227446
2		Dos bocas Río Indio	Bosque	186433	1223612
3	Paisaje Quemado	Caño Las Palomas	Yolillal	187956	1222784
4		Caño Tapou	Yolillal	189027	1221839

*Cuadro 1. Sitios de muestreo*

En cada uno de los sitios se realizó el mismo esfuerzo de muestreo con el fin de poder tener una muestra lo más homogénea posible y realizar las comparaciones entre cada uno de los sitios de estudio, como resultado se obtuvo las dimensiones de los impactos ambientales que resultaron tanto del paso del incendio como del huracán y en donde se concentraron la mayor cantidad de impactos a la biodiversidad.

Para la realización de los análisis espaciales en la Reserva se realizó el ejercicio de cambio de uso de suelos en la zona, posteriormente se procedió a la realización de los alcances de incendio en base al comportamiento espectral de las imágenes satelitales, mismo que sirvió para identificar las áreas mayormente afectadas tanto por el huracán como por el incendio.

Los impactos a las especies de fauna silvestre fueron medidos utilizando diversos métodos de muestreo, entre los que se destacan el establecimiento de puntos de conteo de ancho variable para las especies de aves, la colecta de especímenes de moluscos continentales y su posterior identificación, la utilización de cámaras trampa y redes de neblina para la identificación de las especies de murciélagos y mamíferos medianos; entre otros. Todos estos esfuerzos de muestreo se realizaron con la misma intensidad en todos los sitios de muestreo identificados.

En el caso de las especies forestales se tomaron muestras representativas de los principales árboles para posteriormente hacer la identificación en los herbarios correspondientes, además de esto se tomó la mortalidad de plantas en la zona tanto huracanada como incendiada y se cotejó con los datos de estudios anteriores presentes en la zona.

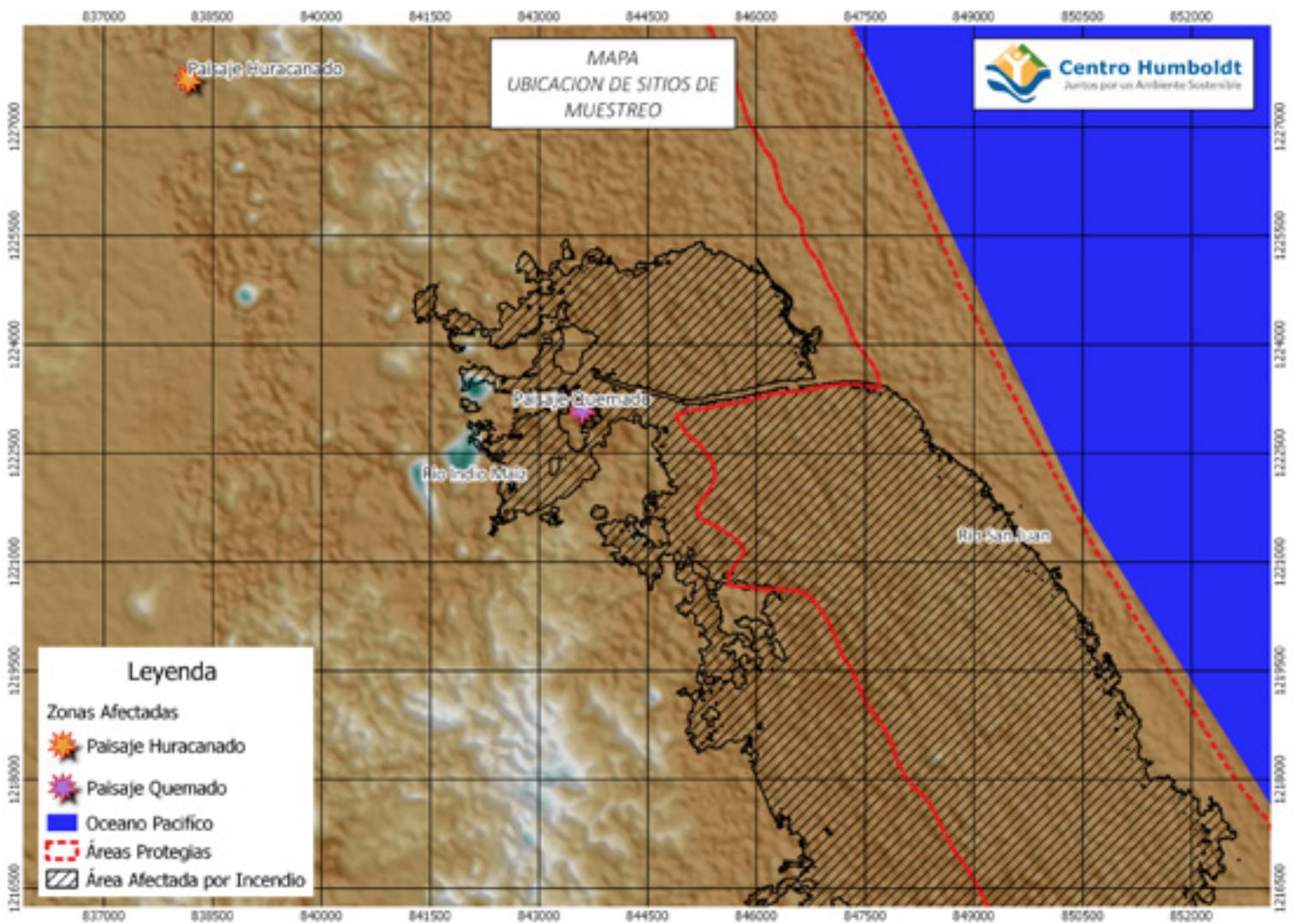


Figura 1. Ubicación de sitios de muestreo



# CAPÍTULO 02

**ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN  
DE LA RESERVA BIOLÓGICA  
INDIO MAÍZ**



## ANTECEDENTES

Las condiciones naturales del territorio nicaragüense, su clima y topografía, han permitido, pese a la intensa actividad humana realizada en su territorio, la existencia de interesantes ecosistemas y áreas naturales, que ha dado pie a la estructuración de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas, que constituyen una forma de organización para atender estas áreas. Las cumbres altas de cerros y volcanes constituyen, en la región Central y Pacífica las principales áreas protegidas, en tanto que en la región del Caribe se encuentran, tres de las principales áreas bajo régimen de protección, la Reserva de la Biosfera BOSAWAS, la Reserva Biológica Cayos Misquitos y la Reserva de la Biosfera del Sureste de Nicaragua (FUNDAR, 2004).

Además de esto, el país y en especial la zona del Sureste, ha sido víctima de distintos fenómenos naturales la cual la vuelven una zona altamente vulnerable; los efectos de esta vulnerabilidad, se manifiestan en el paso de huracanes, sismos, deslaves y procesos de remoción en masa, , entre otros fenómenos naturales, que, al ocurrir en territorios frágiles o deteriorados ecológicamente, aumentan los efectos dañinos sobre las comunidades que en éstos se asientan, agregando así vulnerabilidad y fragilidad a los ecosistemas forestales.

En medio de estas condiciones se asienta la Reserva Biológica Indio maíz (RB-IM) la cual se encuentra ubicada en el extremo Sureste de la Reserva de Biosfera, en el Departamento de Río San Juan. De acuerdo a la división política – administrativa, la Reserva pertenece a la circunscripción de los municipios de El Castillo, San Juan de Nicaragua y Bluefields.

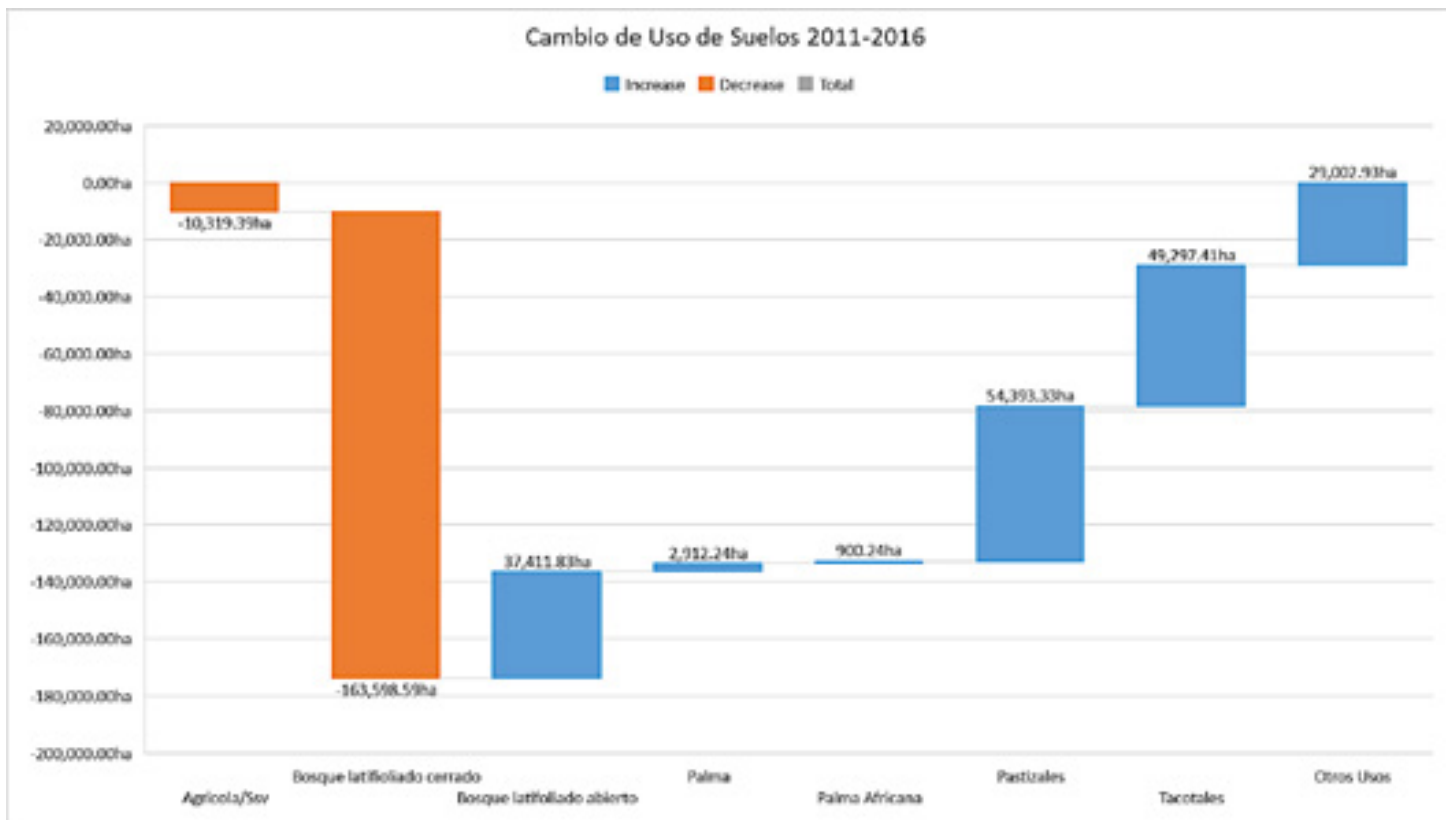
Esta zona presenta un clima tropical lluvioso, siendo ésta la zona más húmeda de Nicaragua con una precipitación estimada entre los 5,000 y 6,000 mm anuales; el periodo de lluvias se extiende de mayo a enero y la estación seca entre febrero y mayo, con un mínimo de lluvias en marzo. Las temperaturas promedio son cálidas y oscilan entre 24 y 27° C, variando en promedio mensualmente menos de 3° C, sin cambiar el patrón de la temperatura media. Las elevaciones van de cero hasta 718 m, descendiendo hacia el este en una planicie por donde fluyen una gran cantidad de caños que abastecen los principales ríos de la Reserva: Río Indio y Río Maíz. (ARAUCARIA; MARENA; AECL, 2005).

De igual manera el Río Indio uno de los principales cuerpos de agua de la zona se encuentra en el corazón de la Reserva y nace en las serranías del cerro La Guinea, tiene una longitud aproximada de 100 km y es navegable en la mayor parte de su recorrido por embarcaciones de poco calado. Sus afluentes principales son: Caño Negro, Caño Chiripa y La Pimienta; la presencia constante de lluvia en la zona hace que la distribución de los ecosistemas en esta parte de la Reserva sea mucho mayor que en otras zonas del país mismos que dependen de la relación entre la pluviosidad, los diferentes grados de drenaje los cuales son característicamente sedimentario, incluyendo influencia marina, así como aspectos geográficos propios lo convierte en uno de los ecosistemas más ricos en términos de biodiversidad así como también alberga las zonas de humedales. (Amigos de Tierra/España; FUNDAR, 2000).

Aunque la vegetación de la Reserva es característica del ecosistema bosque húmedo y muy húmedo tropical, en el sector de Río Indio predomina la vegetación de pantanos con dominancia de palmas. Este tipo de vegetación consta de un bosque cerrado compuesto principalmente de palma yolillo (*Raphia taedigera*) con algunos sitios de sotobosque denso con predominancia de *Manicaria saccifera*. Los sectores Río Indio arriba presenta *Calophyllum brasiliense* (Leche María) en densidades relativamente altas, acompañados por *Symphonia globulifera* y *Pterocarpus officinalis* (Amigos de Tierra / España; FUNDAR, 2000).

En los últimos años la Reserva ha sido víctima de un agresivo cambio de uso de suelo provocado por diversos factores, entre los cuales destaca el avance de la frontera agrícola hacia la zona núcleo, los análisis realizados muestran una reducción de más de 160,000 hectáreas en un periodo de cinco años, estas cifras nos indican que la tasa de deforestación a nivel de la Reserva ha tenido un rápido incremento en una menor cantidad de tiempo.

Los datos analizados, confirman la reducción de los bosques latifoliados cerrados y las áreas que deberían destinarse para la regeneración natural (tacotales), estos son directamente proporcionales al aumento en la extensión de bosque latifoliado abierto, y al aumento de áreas agrícolas y pastizales, adicionalmente el incremento de las plantaciones de palma africana ha generado otro factor de riesgo para el ecosistema ya que se está sustituyendo las especies de palma natural que dicho sea de paso son ecosistemas endémicos a nivel centroamericano, por plantaciones de palma africana.



*Figura 2. Análisis de deforestación en la Reserva Indio Maíz*

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROTEGIDA

Específicamente la Reserva Biológica Indio Maíz tiene una extensión de 2,639.8 Km<sup>2</sup>, la cual constituye la zona núcleo de la Reserva de Biosfera Río San Juan reconocida por la UNESCO y debido a su ubicación, representa un sitio crítico para el Corredor Biológico Centroamericano, pues de no existir la Reserva, probablemente se irrumpiría la conectividad del corredor en su conjunto (FUNDAR, 2004).

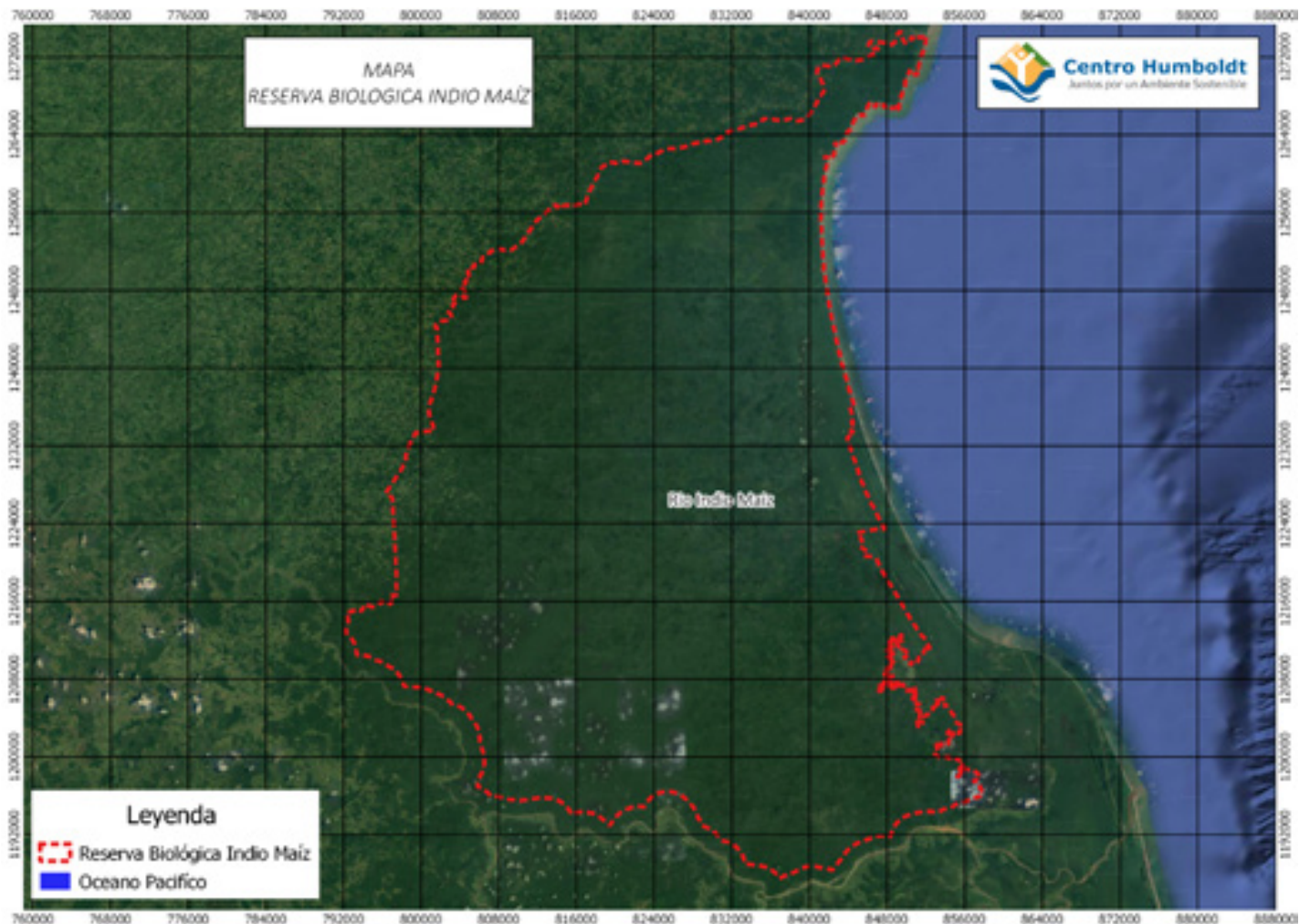


Figura 3. Ubicación de Reserva Biológica Indio Maíz

En términos geológicos y geomorfológicos la zona ha sido una de las que emergiera de manera tardía, lo que determina no sólo su joven origen geológico, sino también su particular riqueza biológica. Su relieve, en términos generales, es más bien plano, tanto por una orogénesis tectónica, como por su reciente formación geológica.

La zona ha emergido de la depresión de Nicaragua en el cuaternario, la zona fue resultado de uno de los últimos movimientos de las masas continentales. En ella encontramos la formación Machuca, que es la de mayor importancia en el territorio, combinada parcialmente con las formaciones Matagalpa y Coyol. Se encuentra cubierta por materiales volcánicos y sedimentos fluvio-lacustres del Cuaternario.

En lo que respecta a las condiciones edáficas, incluyen desde humedales hasta tierras muy escarpadas y excesivamente drenadas, pasando por terrenos planos recientes, bien drenados, antiguos aluviones bien y mal drenados, lomas suaves con suelos rojizos y arcillosos. Todo ello ha dado lugar a una gran riqueza ecológica y alta diversidad de asociaciones vegetales entre las que destacan las siguientes:

### ■ **Bosque húmedo tropical:**

Es el más extenso del área. Se encuentra intervenido en ciertas partes, principalmente al nivel de la cuenca media del Río San Juan y la parte antiguamente conocida como zona de vida y desarrollo. En otras áreas se encuentra en buen estado de conservación, especialmente del lado nicaragüense, entre las cuencas bajas del San Juan y Punta Gorda, abarcando la totalidad de las cuencas de los Ríos Indio y Maíz.

### ■ **Vegetación de pantanos:**

Se encuentran en áreas mal drenadas junto al Río San Juan y en el curso inferior del Río Indio y el Río San Juan. La vegetación predominante son las palmas, principalmente yolillo.



En términos de la fauna silvestre encontrada en la zona de la Reserva resulta ser una de las más interesantes del trópico americano, tanto por sus asociaciones lacustres, fluviales y litorales, como por ser la expresión clímax del bosque húmedo tropical (CCT, 1988). Sin embargo, aunque la RB-IM se ha considerado de manera general en excelente estado de conservación (FUNDAR, 2004), se han documentado diferentes niveles de alteración en los últimos años, con alta incidencia de actividad humana alrededor de toda la zona de amortiguamiento que han aumentado drásticamente los incendios, así como evidencias claras de intervención por huracanes al este de la Reserva. Esto ha causado importantes cambios en el paisaje con consecuencias aún no determinadas en la biodiversidad de la zona.



A pesar de esto aún se puede encontrar muchas especies de aves principalmente palmípedas y zancudas (patos y garzas), así como rapaces, tales como el águila harpía. También es observable la migración de aves, especialmente las acuáticas, procedentes del Norte, que vienen a poblar estacional o transitoriamente los humedales.

Un estudio de reconocimiento preliminar de la ornitofauna (Lezama & Arróliga, 1997) mostró unas 270 especies de aves, distribuidas en 214 géneros y 61 familias, lo que muestra la gran riqueza del área; no obstante, como indicador comparativo de otras áreas en Río San Juan, otro estudio de ornitofauna realizado en el Refugio de Vida Silvestre “Los Guatusos” registró 388 especies de aves distribuidas en 56 familias, lo que representa el 60.25 % de la avifauna presente en Nicaragua (Arróliga & Rosales, 2000).

Así mismo las especies acuáticas más singulares son los escualos de agua dulce, como el tiburón toro (*Carcharhinus leucas*) y dos especies de pejesierras (*Pristis pectinatus* y *P. perotteti*) cuya especial adaptación osmótica a las condiciones dulceacuícolas es de mucho interés para los científicos, estas especies son de carácter único a nivel mundial.

También encontramos el sábalo real (*Tarpon atlanticus*), el Gaspar (*Atractosteus tropicus*) y una gran variedad de peces de importancia alimentaria. Entre los depredadores acuáticos figuran el lagarto (*Crocodylus acutus*) y el caimán (*Caiman crocodilus*), los cuales por su posición en la cadena trófica son excelentes indicadores de la calidad del hábitat en que residen.

Cabe mencionar que estos recursos naturales bien manejados pueden generar valiosos aportes económicos para la población de la zona. Ambas especies se encuentran amenazadas de extinción en el país. La zona también incluye el principal sitio de desove de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en el Caribe, así como sitios importantes de desove de carey (*Eretmochelys imbricata*) y otras especies de tortugas como caguama (*Caretta caretta*), negrita (*Chelonia agassizii*) y tora (*Dermodochelys coreacea*).





# CAPÍTULO 03

## **AFECTACIONES PRODUCIDAS POR EL HURACÁN OTTO Y EL INCENDIO**

Para poder cuantificar las afectaciones producidas tanto por el incendio como por el huracán Otto se emplearon técnicas de análisis espacial y análisis con imágenes satelitales con fin de poder determinar con exactitud los alcances y afectaciones del incendio y las afectaciones del huracán, en este capítulo ya se aborda mucho más a detalle las afectaciones iniciales de ambos eventos y sus consecuencias para la diversidad del área protegida.



## METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

### Teledetección y análisis de imágenes satelitales

El primer paso para la realización clasificación de uso de suelos y las afectaciones a la Reserva productos del incendio fue la actualización del uso de la tierra, para lo cual se descargaron imágenes del sensor Sentinel 2 el cual tiene una resolución de 10 metros correspondientes al año 2018, la cual está disponible en el portal de descargas de la Agencia Espacial Europea (ESA), este es un sensor gratuito el cual nos permite acceder a imágenes de alta resolución espacial, así como la resolución espectral del mismo sensor; dichas imágenes se pueden descargar del siguiente portal web <https://scihub.copernicus.eu/apihub>.

Una vez descargada la escena se utilizó el Índice Normalizado de Diferencia de Vegetación (NDVI por sus siglas en inglés); este índice mide la actividad fotosintética de las plantas, lo que nos permite determinar la calidad, cantidad y estado fenológico de la vegetación. El NDVI tiene su fundamento en el comportamiento radiométrico particular de la vegetación; una cubierta vegetal en buen estado de salud tiene una firma espectral característica por el contraste entre las bandas del rojo (el cual va entre 0.6 y 0.7  $\mu\text{m}$ ) la cual es absorbida en gran parte por las hojas y el infrarrojo cercano (entre 0.7 y 1.1  $\mu\text{m}$ ) en la cual es reflectada la mayoría de la energía. Su fórmula es la siguiente:

$$\frac{((\text{Banda } 5 - \text{Banda } 3))}{((\text{Banda } 5 + \text{Banda } 3))}$$

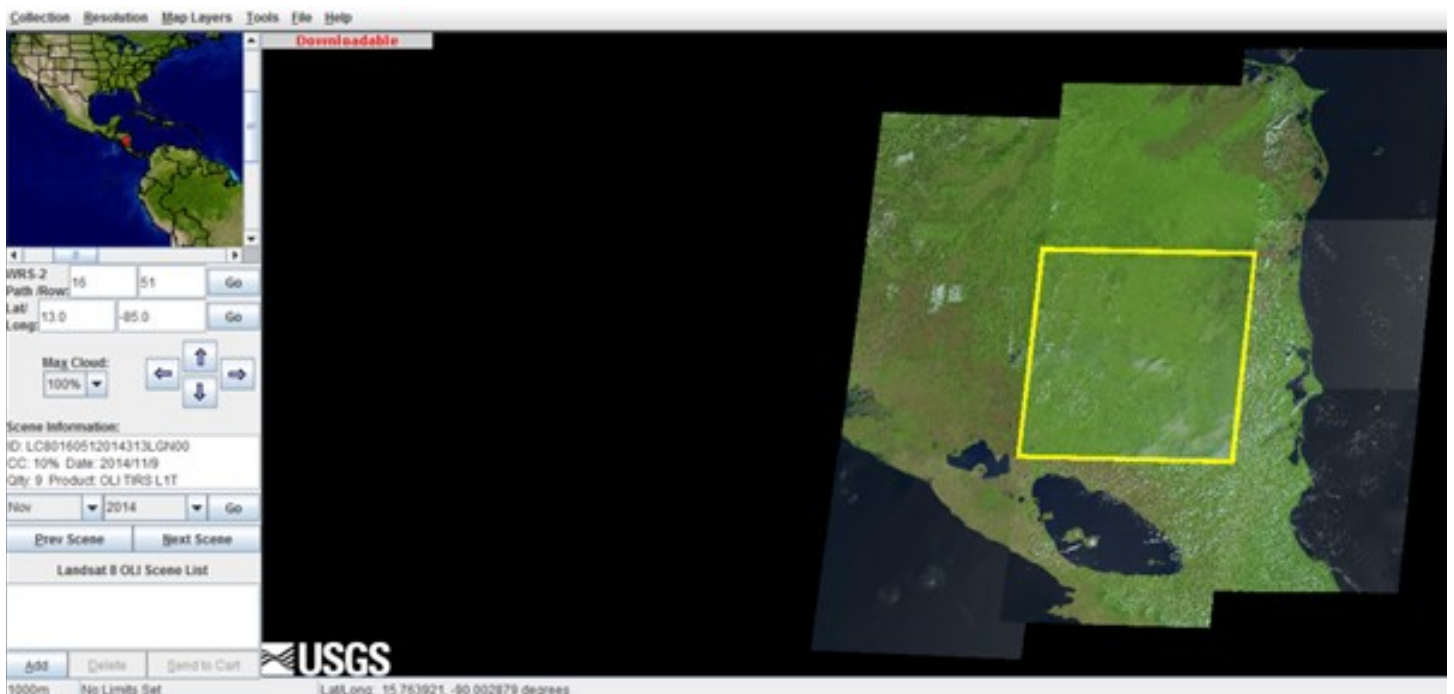


Figura 4. Portal de descarga de las imágenes

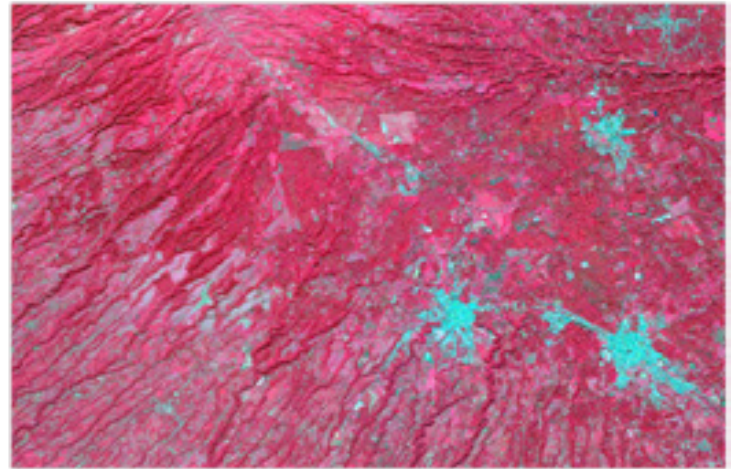
Donde:

### ■ Banda 5

Corresponde a la sección del espectro electromagnético conocida como el infrarrojo cercano.

### ■ Banda 3

Corresponde a la sección de espectro electromagnético llamada rojo normal.



*Figura 5. Combinación en falso color*

## Valoración final e impactos del incendio

Para la determinación de las afectaciones del incendio se utilizó el índice normalizado de detección de incendios (Normalized Burn Ratio por sus siglas en inglés), el cual se diseñó para medir el comportamiento espectral de la vegetación y poder estimar la severidad de los incendios forestales; La fórmula es similar a NDVI, excepto que usa longitudes de onda de infrarrojo cercano (NIR) e infrarrojo de onda corta (SWIR).

$$\text{NBR} = \frac{\text{NIR} - \text{SWIR}}{\text{NIR} + \text{SWIR}}$$

De esta manera es posible hacer una evaluación de la vegetación saludable, la cual antes del incendio tiene una reflectancia del infrarrojo cercano muy alta y una reflectancia baja en la porción de infrarrojos de onda corta del espectro. Las áreas recientemente quemadas, por otro lado, tienen una reflectancia relativamente baja en el infrarrojo cercano y una alta reflectancia en la banda de infrarrojos de onda corta. Un valor alto de NBR generalmente indica una vegetación saludable, mientras que un valor bajo indica áreas de suelo desnudo y recientemente quemadas.

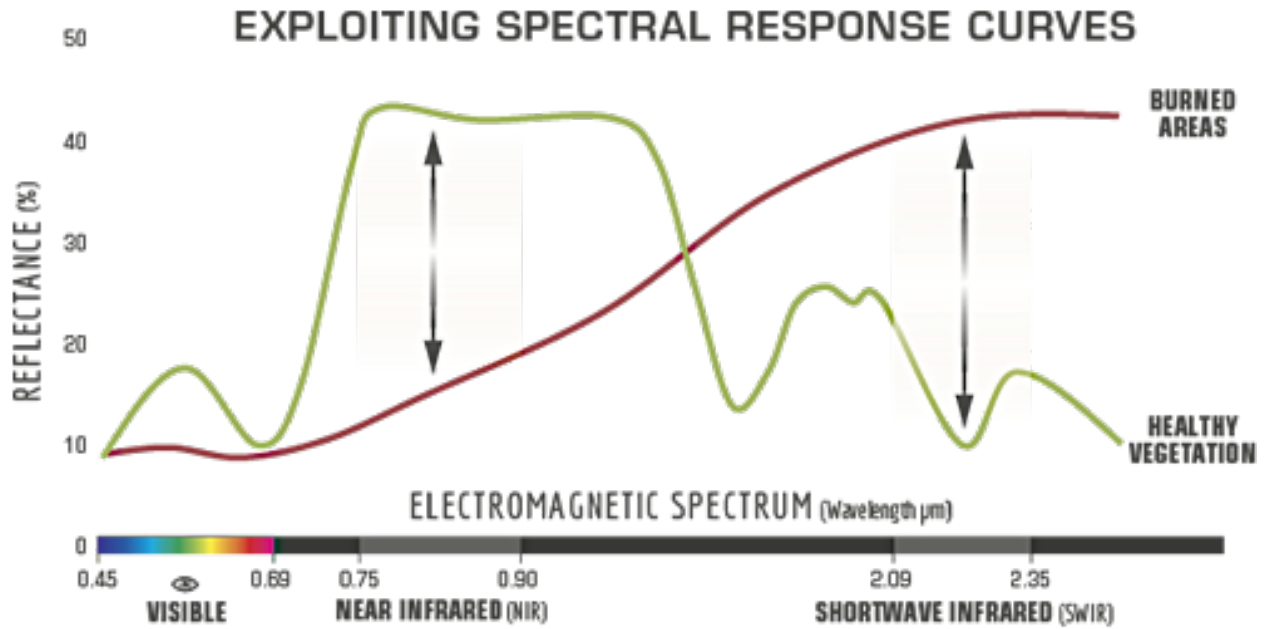


Figura 6. Comportamiento espectral de los incendios

De esta manera fue posible poder estimar en base a las imágenes satelitales la zona realmente afectada del incendio dentro de la Reserva Biológica Indio Maíz; para mejora el análisis de intensidad del incendio se procesaron imágenes previas al incendio y se realizó una comparación entre los datos antes del incendio y después del incendio y se mejoró la clasificación de las imágenes.



## PRINCIPALES RESULTADOS

Las afectaciones hacia los bosques y en especial hacia la Reserva de Biosfera han sido muchos y se han sido el resultado de un proceso acumulado de degradación ambiental, mismo que se ha acrecentado en los últimos años y se encuentra relacionado principalmente por la pérdida de masa forestal, la cual se ha incrementado en los últimos 10 años.

A nivel general dentro de la Reserva Indio Maíz la deforestación se ha perfilado como uno de los más graves problemas que se encuentran actualmente, a esto se le suma la ocurrencia de fenómenos naturales, los cuales han incrementado el nivel de amenaza hacia la Reserva. A continuación, se presentan los resultados de los principales eventos que han generado mayor impacto a la Reserva.

## Afectaciones producidas por el huracán Otto

El paso del huracán Otto por el sur este del país representó uno de los peores desastres naturales principalmente por el hecho de que en esta zona casi no se dan este tipo de fenómenos naturales; así pues, en materia de los impactos producidos por el paso de huracán se encuentra principalmente la destrucción de la vegetación, misma que se concentró en las áreas de bosque latifoliado cerrado, bosque con palma y bosque abierto; en promedio con el paso del huracán Otto la reserva perdió más de 190,000 hectáreas de bosque latifoliado cerrado el cual se ubicaba en la zona núcleo de la Reserva (Anexo 2).

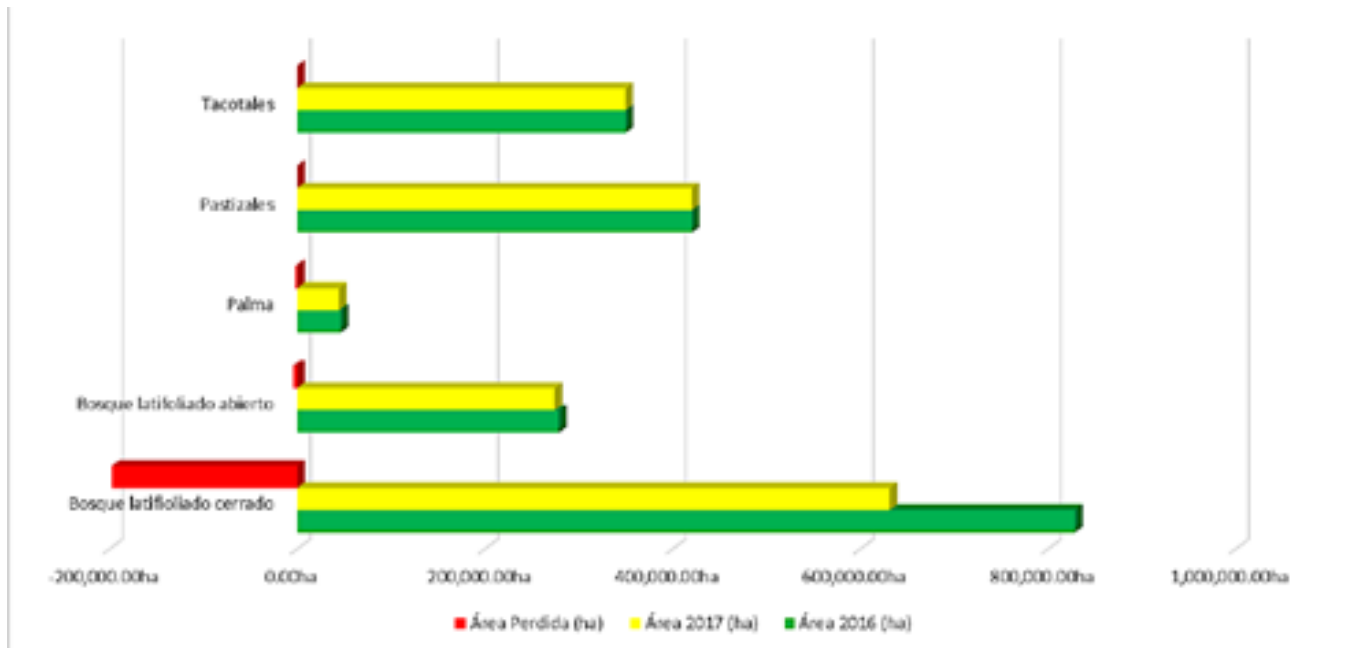


Figura 7. Perdida y ganancia producto del paso del huracán Otto

## Afectaciones producidas por el incendio



Otro de los ecosistemas que más se vio afectado por el paso del huracán fue el bosque con palma natural el cual tuvo una reducción de más de 1,000 hectáreas, este ecosistema es considerado uno de los más frágiles que existen en el país. Desde el punto de vista de la dinámica, resiliencia y comportamiento de los ecosistemas tras el paso de los huracanes se registra un incremento en la competencia interespecífica de las especies en las partes superiores del dosel del bosque, mientras que en la parte baja del dosel se registra una alta mortalidad de especies con DAP poco desarrollados (Vandermeer & Granzow, 2004); así mismo se concluyó que la riqueza y diversidad de árboles en ecosistemas perturbado puede incrementar en la manera que se le permite al bosque la regeneración natural.

El incendio en la zona del Sur este se concentró principalmente en dos áreas protegidas las cuales conforman la zona núcleo de la reserva de biosfera del Sur este, la extensión total del incendio fue de 5,551.33 hectáreas (55.13 km<sup>2</sup>) de las cuales el 44% de la zona afectada se concentró en la Reserva Biológica Indio Maíz y el 56% restante se concentró en el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan.

En términos de las afectaciones a los ecosistemas el 74% del incendio se concentró en la categoría de bosque con palma natural, mientras que el 18% se concentró en la zona de bosque latifoliado denso (anexo 3), apenas el 1.4% de las zonas de humedales se vieron afectadas por el paso del incendio; es claro que la mayor concentración e impactos del mismo fueron en los ecosistemas de palma natural, los cuales debido a sus características particulares recibieron los mayores daños, cabe mencionar además que la zona donde se dio el incendio también se encontraba impactada por el huracán Otto, lo que generó un doble impacto en el ecosistema.



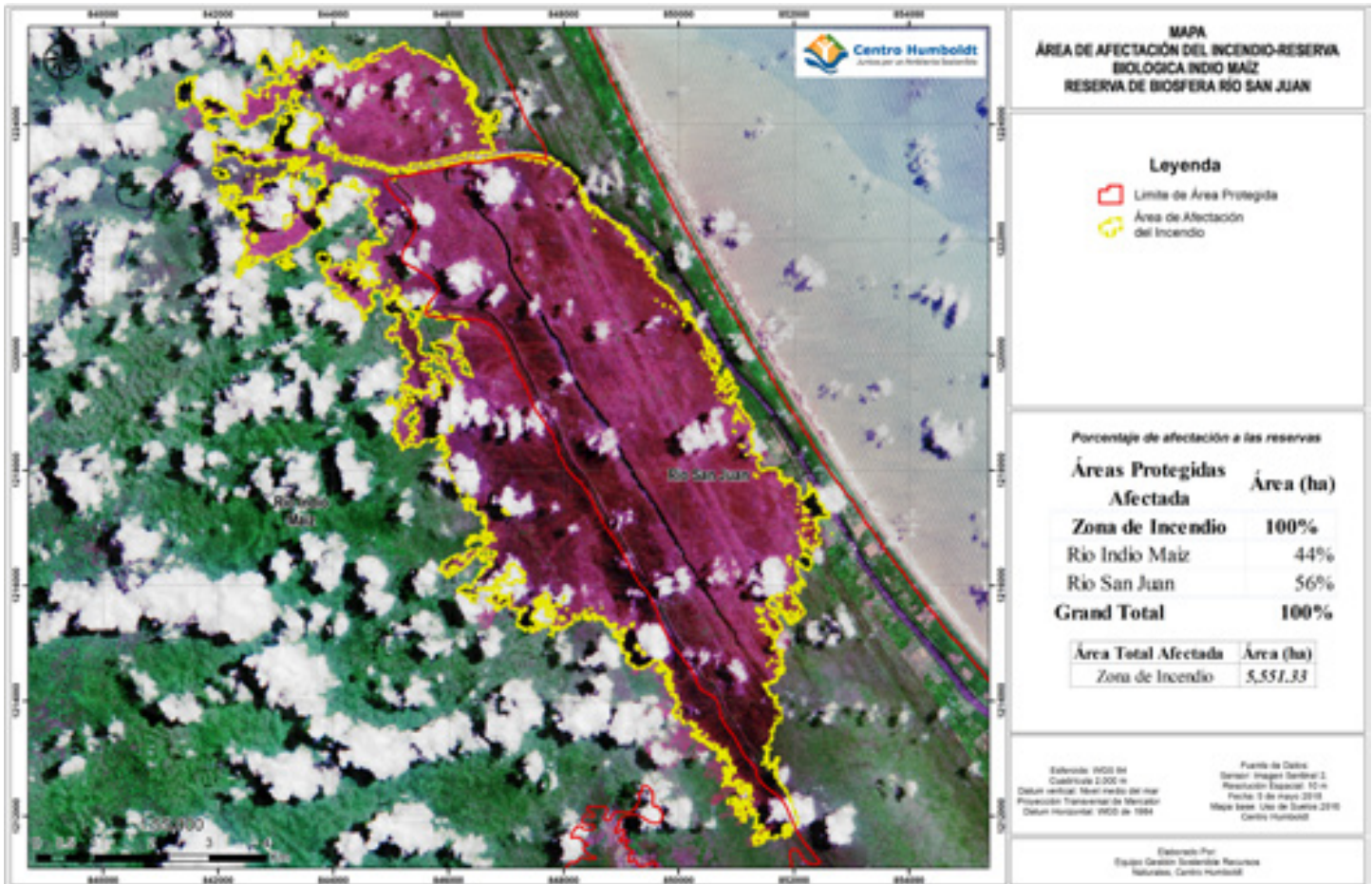


Figura 8. Mapa de extensión del incendio

Para la correcta recuperación de este ecosistema se debe de considerar a la regeneración natural como el mecanismo central y efectivo para recuperación de la vegetación después de un incendio; sin embargo, se ha demostrado que la capacidad de rebrote de la vegetación disminuye significativamente después de los incendios recurrentes (Clarke, y otros, 2015). Esto puede influir en la diversidad de las plantas, ya que la regeneración de las semillas se ve muy afectada por los incendios.

Por otro lado, la recuperación de especies arbóreas se produce a lo largo de décadas ya que la biomasa de la vegetación y la estructura de los bosques afectados por incendios cambian a lo largo de la sucesión ecológica; estudios sugieren que en las etapas iniciales de sucesión, los árboles con clases diamétricas pequeñas poseen más biomasa en comparación con aquellos con troncos más anchos (Omeja, Lwanga, Obua, & Chapman, 2011). Lo que produce una disminución en la capacidad de regeneración de las especies forestales.



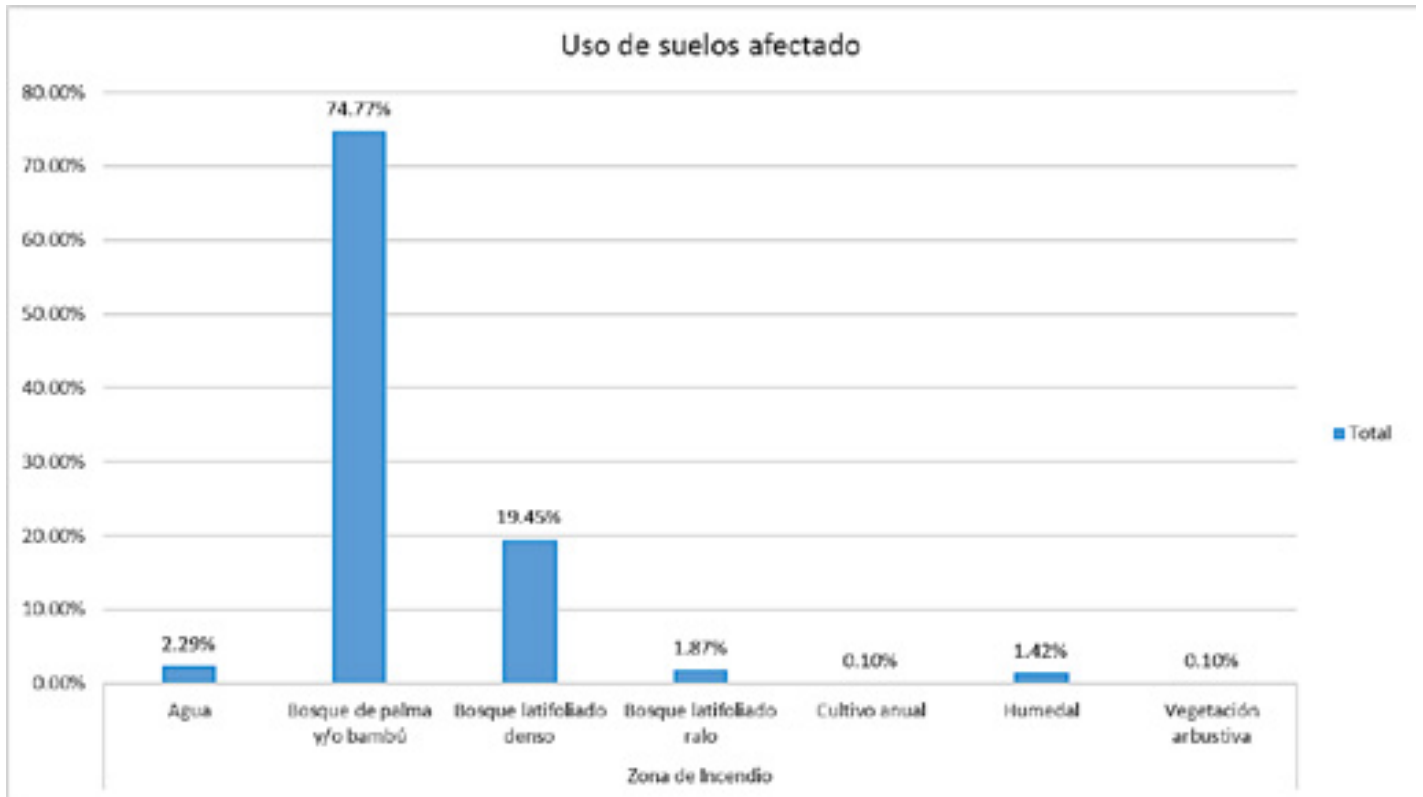


Figura 9. Usos de suelos afectados por el incendio

## Análisis Burn Index

Para conocer la magnitud de la severidad del incendio se realizó el análisis Burn Index Ratio el cual mide en términos espectrales los alcances y concentración del incendio, así como la reacción de la vegetación a las concentraciones de fuego; en el caso específico de la Reserva los resultados nos indican que el 65% del total del área afectada se encuentra en un nivel de intensidad moderado, mientras que el 26% se encuentra en un nivel de intensidad alto; apenas el 7.3% de la zona afectada se encuentra en un nivel de intensidad bajo (anexo 4).

Índice de Intensidad de Incendios	Área (ha)
Sin Cambio	0.88%
Bajo	7.30%
Moderado	65.42%
Alto	26.39%
<b>Grand Total</b>	<b>100.00%</b>

Cuadro 2. Intensidad de incendio

En términos de las afectaciones dentro del ecosistema se logró estimar que el 54% de los bosques de palma natural dentro de la zona del incendio recibieron una concentración moderada de daños y mucho más intensas; en diversos estudios se ha demostrado que el fuego también puede generar cambios críticos en las propiedades del suelo, dependiendo del tipo de suelo, la cantidad y calidad del combustible, la duración del incendio y la temperatura alcanzada (Badía & Martí, 2003). Además de esto el fuego afecta la química del suelo y altera la concentración de nutrientes como C, P, Ca, Mg, Na, K, ON, NO<sub>3</sub> y NH<sub>4</sub> (Knicker, 2007) comprometiendo así muchos de los nutrientes de los cuales las plantas dependen además de la regeneración natural.

Por otra parte, el 26% del ecosistema de palma que se encontraba dentro de la zona del incendio se afectó de manera drásticamente, en segundo lugar, de afectaciones tenemos el bosque latifoliado denso que sufrió un 3% de afectación alta y un 14% de afectación moderada todos los que se encontraban dentro de la zona del incendio; en lo que respecta la intensidad de los incendios se ha documentado incluso que los incendios de baja intensidad pueden afectar los bosques tropicales, ya que las plantas no poseen la capacidad de adaptación para tolerar altas temperaturas (Pivello, 2011).

Así mismo la intensidad de los incendios pueden provocar la destrucción del banco de semillas y la alteración de las condiciones micro climáticas que favorecen el crecimiento de plantas ruderales y lianas. Cuanto mayor es la frecuencia e intensidad de los incendios, más significativos y evidentes son los cambios en la diversidad, la composición y la estructura (Xaud, Martins, & Santos, 2013).

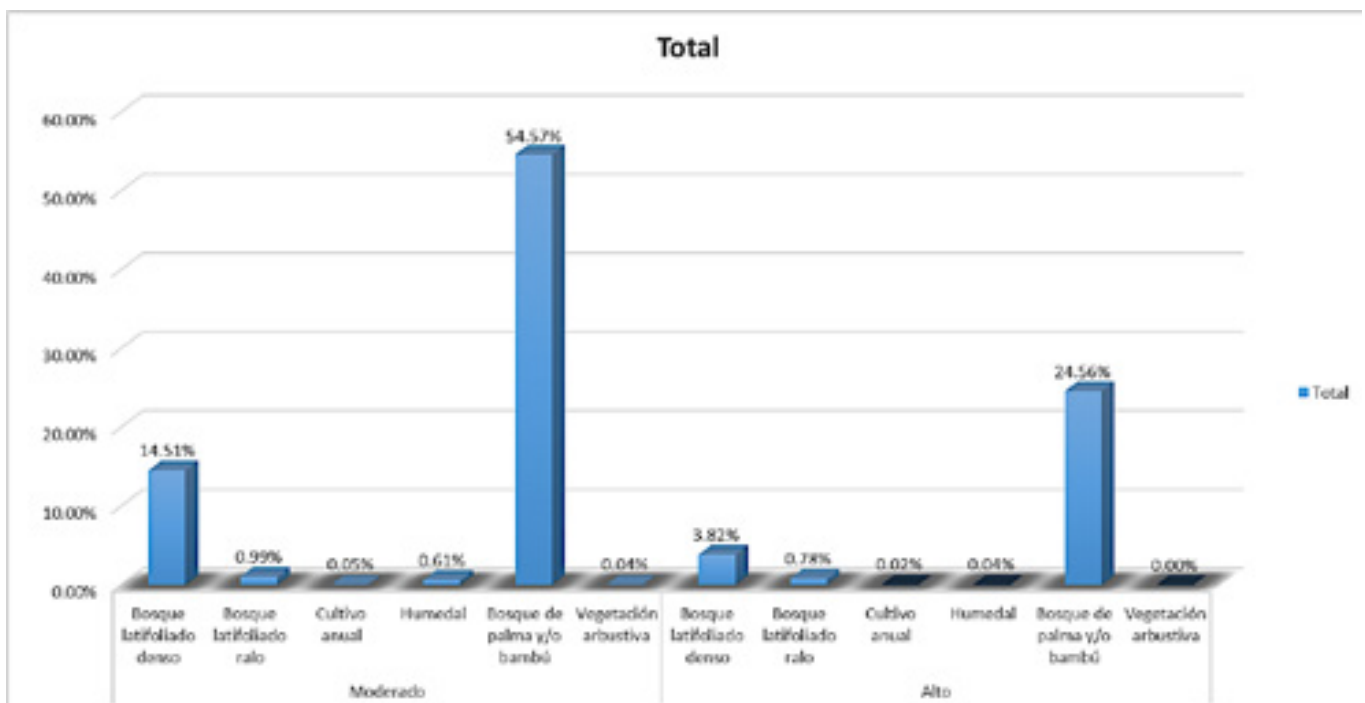


Figura 10. Usos de suelos afectados



# CAPÍTULO 04

**EVALUACIÓN PRELIMINAR  
DE LAS CONDICIONES DE  
LA VEGETACIÓN**

## ASPECTOS GENERALES

Dentro de la Reserva Biológica Indio Maíz existe una gran diversidad y composición florística, dentro de la cual los ecosistemas de Yolillales han sido considerados como uno de los más importantes, así como uno de los más impactados tanto por el paso del huracán Otto como por el incendio de abril 2018; a pesar de su gran importancia las investigaciones sobre Yolillales y ecosistemas similares son pocas debido al difícil acceso de los terrenos para realizar estudios de campo y estudios de largo o mediano plazo son casi nulos (Sassa, 2013; Elliot, 2004).

Sin embargo estas zonas y demás ecosistemas de humedales del caribe representados en el área de estudio tienen gran importancia ecológica ya que funcionan como “reservorios de agua, refugio y hábitat para organismos acuáticos, sitios de reproducción para invertebrados, anfibios y peces filtros de agua (especialmente para sedimentos y tóxicos provenientes de actividades humanas), protección contra erosión de sistemas litorales, amortiguadores de los efectos de tormentas y otros desastres naturales y rutas de paso de aves acuáticas migratorias”. (Sasa, 2013).

Debido a su gran importancia para la biodiversidad es de vital importancia poder realizar una evaluación preliminar del estado del ecosistema (post-incendio) en la RBIM y ofrecer algunas consideraciones para actividades de monitoreo y restauración ecológica a futuro si es necesario.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para la valoración de la composición florística dentro de la Reserva lo primero que se realizó fue la determinación de los sitios de estudio los cuales se muestran en la siguiente tabla, en total se muestrearon dos sitios en los cuales se encontraba tanto el paisaje huracanado y el paisaje incendiado.

Una vez definidos los sitios de muestreo se tomó nota en campo describiendo las características importantes de los ecosistemas; así mismo se procedió también a tomar fotos de la vegetación. Las fotos se realizaron con un doble propósito: poder apoyar una posterior identificación taxonómica y obtener un registro fotográfico en el tiempo que sirva para monitoreo posterior mediante comparación mediante fotografías.



No.	SITIO	ECOSISTEMA	DISTURBIO PRINCIPAL	UTM	RANGO ALTITUD (msnm)	OBSERVACIONES
1	El Encanto	(a) Bosque latifoliado (b) Bosque inundado con predominancia de palmas	Huracán	17 P 0183302 1227373	16 a 26	Sitio Huracanado en Mapa de fig. 1.
2	Las Palomas	(a) Bosque latifoliado (Cerro Las Palomas) (b) Bosque inundado con predominancia de palmas	Huracán + Incendio	17 P 0188042 1222478	11 a 49	Sitio Quemado en Mapa de fig. 1 Sujeto a influencia humana ( ej. Agrícola)

*Cuadro 3. Sitios de muestreo de flora*

## RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO

La descripción de los resultados se realizó en base a cada uno de los sitios visitados, los cuales se presentan a continuación:

### 1 Sitio 1: El Encanto

Este sitio fue impactado por el huracán Otto en 2016 y además sufrió por el paso del incendio en abril 2018. Aquí se exploraron dos ecosistemas diferenciados: (i) bosque secundario latifoliados y (ii) bosque inundado con predominancia de palmas.

### Bosque secundario en suelos drenados e impacto del huracán

Este bosque latifoliado secundario presentó dominancia en el sotobosque de la herbácea de nombre común navajuela (*Scleria melaleuca*). La afectación del dosel superior se estimó mayor a un 90% por efectos directos e indirectos del paso del huracán Otto hace casi 2 años, en noviembre 2016.

En esta área se encontró poca presencia de árboles mayores a 10 m de altura y mucha presencia de especies pioneras como son las melastomatáceas. En el área del cerro cercano a la finca El Encanto, se encontró también abundancia de una hierba tipo pasto con nombre común navajuela (llamada así porque sus hojas alargadas cortan la piel al rozarla). Esta también se encontró bajando el cerro Las Palomas. La presencia de navajuela y falta de herramientas adecuadas en El Encanto impidió al equipo adentrarse en el área mucho más allá de las trochas existentes.



*Figura 11. Bosque secundario latifoliado afectado por huracán Otto en sitio El Encanto*

### **Bosque inundado con presencia de palma**

Bajando el cerro de El Encanto se encuentra el ecosistema de humedal: un bosque con predominancia de palmas donde se observa mayor densidad vegetal y regeneración. En este punto de menor altura se comienzan a observar presencia de lepidópteros, denso sotobosque y presencia de palmas. Las palmas observadas fueron yolillo (*Raphia taedigera*) y napa (*Manicaria saccifera*), así como otras especies leñosas como guarumo (*Cecropia peltata*) y gavilán (*Pentaclethra macroloba*).



*Figura 12. Bosque por huracán en el sitio El Encanto*

## 2

**Sitio 2: Las Palomas****Ecosistema de bosque inundado con palma (área impactada por huracán e incendio)**

Esta área evidencia una fuerte afectación debido al incendio con mortalidad bastante alta (mayor a 95%). En el área de pantano que es un ecosistema de bosque latifoliado con predominancia de palmas, el sustrato de suelo se observan restos de material carbonizado. Aquí se observó que la a regeneración es escasa.

En esta área se observa presencia de palmas (*Raphia taedigera*) y algunos árboles de coco (*Cocos nucifera*). Rebrotos se observaron con poca frecuencia en esta área. Debido a la dificultad del terreno pantanoso y con abundantes ramas y troncos en descomposición no se pudo avanzar lo suficiente para poder establecer una parcela y solamente se pudo medir un transecto de 20 x 10 m.

Los datos del transecto no son estadísticamente representativos, sin embargo apoyan las observaciones de campo. El transecto fue elegido a conveniencia tratando de elegir un área donde se pudieran contar árboles vivos para dar seguimiento y monitoreo al crecimiento y desarrollo de éstos, por lo que el dato de mortalidad se espera menor que para el área en general. En el área se observó una siembra improvisada de arroz y “trigo” hecha por el dueño de la finca cercana.

En esta zona fue posible apreciar que algunos árboles quedaron totalmente quemados e irreconocibles para su identificación en el campo. A estas fechas no se evidencia la regeneración natural de árboles en estos sitios por lo que el incendio fue reciente, además el suelo se encontro anegado y denso por las fuertes lluvias.

ÁRBOL	ESPECIE	DAP (cm)	ALTURA ESTIMADA (m)	CONDICIÓN
P1	Pendiente	10.5	8	Sano, fuste recto
M1	Pendiente	11.5	15	Quemado
P2	Pendiente	15	6	Sano, fuste recto
P3	Pendiente	13	12	Sano, inclinado
M2	Pendiente	11.4	15	Quemado
M3	Pendiente	13.3	15	Quemado

*Cuadro 4. Datos de transecto 1*

La siguiente fotografía ejemplifica el nivel de impacto que estas zonas sufrió tanto por el paso del huracán y el incendio.



*Figura 13. Zona impactada por incendio*

### **Ecosistema de bosque latifoliados en suelos drenados (cerro Las Palomas)**

Esta área corresponde a un bosque alterado afectado por el huracán Otto en una zona de poca elevación hasta 49 msnm conocida localmente como cerro Las Palomas. Se encuentra rodeada de actividad agrícola de subsistencia como cultivos de piña y yuca. Los árboles tumbados en la periferia del área se están usando para leña o carbón, pero no se descarta que árboles vivos sean también aprovechados, aunque no de manera intensiva.

Aquí se apreció gran mortalidad de árboles con DAP mayores a 20 cm, que fueron impactados por el huracán. En esta área se encontró heliconias, presencia de árboles conocidos como “makenke” el cual cuenta con sistema de raíces que lo hacen similar al mangle.



*Figura 14. Vista desde cerro Las Palomas*



El sotobosque observado es denso de altura hasta de 4 m. Se encontró también árboles de *Cecropia* spp, y nuevamente la navajuela y varias especies de la familia de las melastomatáceas. En la foto se aprecia la vista desde el cerro (altura máxima registrada 49 msnm) donde se observa alguna regeneración natural y predominancia de sotobosque y más lejos en el horizonte ya a una menor altura un dosel severamente perturbado debido al impacto del incendio.

Adicionalmente en esta zona se realizó un segundo transecto donde se realizó la valoración de la composición florística y el nivel de afectación en los ecosistemas.

Se encontró que las áreas con ecosistemas con un menor grado de afectación y aparentemente mayor recuperación inicial son las áreas de bosque en los cerros bajos (Las Palomas, La Cucaracha). En las áreas de los cerros se observa un sotobosque vivo, verde y en regeneración. Una hipótesis es que los pequeños gradientes de altura (alrededor de 11 hasta unos 64 msnm) en estos pequeños cerros funcionó como una barrera natural que evitó el paso del incendio y protegió a la vegetación en estas zonas. También se asume que debido que en estas zonas las palmas ya no son dominantes posiblemente el material combustible era menor en estos ecosistemas al momento del incendio de abril.

El material vegetal en descomposición, árboles truncados, o caídos sirven de espacio para crecimiento de otras especies o refugio de especies y enriquece de materia orgánica el suelo con nutrientes y sustrato necesario para la regeneración del bosque.



ÁRBOL	ESPECIE	DAP (cm)	ALTURA ESTIMADA (m)	CONDICIÓN
M1	Pendiente	42.5	>15	Muerto
P1	Pendiente	7.5	>10	Sano, Bifurcado
P2	Pendiente	47	>20	Sano, fuste recto
P3	Pendiente	10	>10	Sano, Bifurcado
M2	Pendiente	26.5	N/A	Muerto, Truncado

*Cuadro 5. Transecto 2: Sitio Las Palomas*

Básicamente la estructura vertical de los bosques afectados presenta acaso dos capas: una capa con pocos árboles vivos en pie (mayores a 15 m de altura y 15 cm de DAP) y mayoría de individuos muertos o seriamente afectados por el huracán e incendio y otra capa de sotobosque con presencia de herbáceas, arbustos y en general alguna regeneración joven que no sobrepasan los 5 m de altura.

De la comparación de los ecosistemas en el sitio Las Palomas, se destaca una evidente mayor mortalidad (50% vs. 40%), así como menor densidad de sotobosque y cantidad de rebrotes en el área impactada por huracán e incendio vs. área impactada por huracán siendo beneficiado en este caso el bosque latifoliado en suelos drenados cercano al “Yolillales”.

En el sitio El Encanto en cambio, donde hubo afectación por huracán en ambos ecosistemas observados, el daño mayor aparente sucede en el bosque latifoliado en lugar del bosque inundado con predominancia de palmas.

	Transecto 1	Transecto 2
Huracán	Sí	Sí
Incendio	No	Sí
Porcentaje de mortalidad	0.4	0.5

Cuadro 6. Porcentajes de mortalidad y disturbios en los transectos 1 y 2

A continuación se presenta una tabla con las especies encontrada en las zonas evaluadas.

NOMBRE COMÚN Y CIENTÍFICO DE LAS ESPECIES FORESTALES				EL ENCANTO		LAS PALOMAS	
FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TIPO	BOSQUE SECUNDARIO LATIFOLIADO (SUELOS DRENADOS)	BOSQUE INUNDADO CON PREDOMINIO DE PALMAS	BOSQUE SECUNDARIO LATIFOLIADO (SUELOS DRENADOS)	BOSQUE INUNDADO CON PREDOMINIO DE PALMAS
Arecaceae	Astrocaryum alatum	Palma		X	X		
Arecaceae	Manicaria saccifera	Napa / Palma	Palma		X		X
Arecaceae	Raphia taedigera	Yolillo	Palma		X		X
Cyperaceae	Scleria melaleuca	Navajuela	Herbácea	X		X	
Fabaceae	Pentaclethra macroloba	Gavilán	Leñosa	X		X	
Melastomataceae	(varias)		Herbácea	X		X	
Urticaceae	Cecropia peltata	Guarumo	Leñosa		X	X	

Cuadro 7. Listado de especies en los sitios evaluados

Nuestra evaluación concuerda con los reportes de campo realizado en la zona (FUNDAR, 2018) donde se estimó que el 99 % de la cobertura boscosa del humedal fue afectada por el incendio, únicamente el 1 % restante corresponde a los árboles afectados no totalmente o aquellos que quedaron vivos en ambos lados del río y algunas especies de palmas (yolillo y palma real) que en su minoría se evidenció plántulas vivas, lo cual representa la generación natural solamente de estas especies; afectando directamente a las especies de palma real, yolillo, gavilán, cativo, sota caballo y tabacón las cuales son las más comunes en los ecosistemas de humedales, evidentemente son indicadores de zonas inundables permanentemente o estacionales.



## CONSIDERACIONES FINALES

Esta primera visita exploratoria permitió al equipo observar en los sitios que el daño sucesivo causado por dos disturbios en un periodo de tiempo corto en términos ecológicos – huracán y luego incendio en menos de 1.5 años – amenaza el equilibrio de los ecosistemas afectados y la preservación de los valores de conservación de la Reserva Biológica Indio Maíz. Áreas en cerros o zonas con pequeños gradientes de altura escaparon del paso del incendio. Las principales observaciones fueron las siguientes:

- Alta mortalidad en árboles del dosel superior (casos mayores a 90%) debido a la afectación del huracán Otto.
- Aquellos árboles mayores a 12 m de altura y 15 cm de DAP se encontraron en su mayoría truncados por acción de los vientos del huracán.
- Ecosistemas de bosque secundario latifoliado en suelos drenados (tierra firme) con muchas especies pioneras (melastomatáceas), dominancia de sotobosque.
- En áreas de bosque inundado con predominancia de palmas: mayor regeneración y biodiversidad en los sitios afectados por huracán más incendio vs. solamente huracán.
- En el área impactada por el incendio se encontró poca regeneración o rebrotes. A simple vista el estado del suelo es pobre con una capa de material calcinado y restos de troncos y ramas secas aún después del paso del invierno, lo que representa un riesgo en época seca ante el paso de otro incendio.

Los sitios de estudio presumiblemente por estar relativamente cercanos tanto a la zona riparia, así como al punto de entrada del puerto de Greytown se encuentran también influenciados por actividad antrópica tanto de algunas comunidades ramas y los denominados “viejos vivientes”, como por los colonos que continúan introduciéndose a la zona con propósitos de desarrollar actividades agrícolas de mayor intensidad y con efectos más severos por el cambio radical de uso de suelo. Las actividades de los colonos representan un mayor riesgo al equilibrio ecológico del área dado los antecedentes de sus prácticas del cambio de uso de suelo.

La importancia nacional de esta reserva exige dirigir esfuerzos para registrar y realizar seguimiento de los impactos y el camino de recuperación o alteración de los ecosistemas.

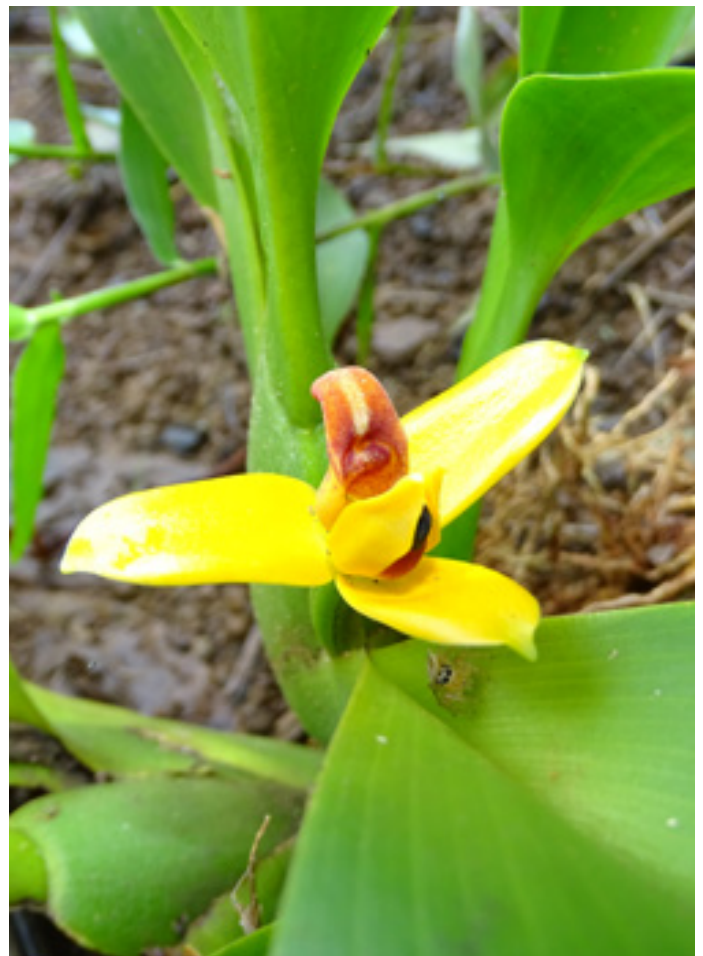
Será interesante poder inferir sobre la sucesión post-incendio y/o post huracán en las áreas afectadas y si el proceso de regeneración natural (especialmente en el “Yolillal”) cambiará la estructura o composición del ecosistema o algunas funciones se verán alteradas.

Se necesita una visita más amplia con el debido acompañamiento de especialista botánico o conocedor local para poder realizar un inventario de especies florísticas post incendio. Se recomienda ponderar del uso de otros mecanismos de evaluación y monitoreo que apoyen el trabajo de campo (ej.: herramientas SIG) para realizar un reporte más completo y poder recomendar acciones puntuales.

Es importante tener un panorama general una vez consideradas la situación de las taxas faunísticas para poder realizar recomendaciones más robustas.

De acuerdo a este estudio preliminar se prevé que la puesta en práctica de métodos para la restauración ecológica, por ejemplo la regeneración natural asistida, obras para mejoramiento de suelos, podrían ser necesarias para acelerar la recuperación de los ecosistemas afectados.

En este sentido se debe tomar en cuenta no solamente los datos técnicos científicos, sino también aspectos económicos de las diferentes opciones de restauración que se vayan a plantear, los objetivos de las comunidades rama-Kriol en su papel de guardianes y poseedores legales, así como otros aspectos socioculturales y políticos por lo cual se trata de una tarea interdisciplinaria y participativa en conjunto con el Gobierno Territorial Indígena y Comunidades Rama y Kriol.





# CAPÍTULO 05

**MOLUSCOS  
CONTINENTALES**



## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS MOLUSCOS CONTINENTALES

Mesoamérica, entre las zonas de mayor biodiversidad mundial, sufre actualmente impactos ambientales realmente catastróficos (Crow, 1990; Guillén, 1999; Miller, Chang & Johnson, 2001; Harvey & Sáenz, 2008 y Meyer, 2014; Jordan, Schank, Urquhart, Dans, 2016 ); mismas que se evidencian en las alteraciones provocadas por el aprovechamiento humano a nivel planetario, y que han degenerado en una superficie terrestre en creciente fraccionamiento; la biodiversidad (componente biótico) del medio, requiere urgentes acciones de conservación (McNeill, 2000; Harvey & Sáenz, 2008; Ranganathan & Daily, 2008; Idiáquez, S.J., 2013).

Nicaragua es, en el istmo, un punto de encuentro estratégico para la fauna del norte y la del sur del continente, con especies que exhiben rangos de extensión desde Estados Unidos, por la parte de arriba y Brasil por América del Sur (FUNDAR, 2004; López & Urcuyo, 2009). La Reserva Biológica Indio Maíz sigue siendo un territorio clave de Nicaragua, con especial énfasis para el Sureste, es hasta este momento, el área mejor conservada, de mayor extensión y menos poblada de esta región, según lo planteado, en su momento por FUNDAR (2004), en su Plan de Manejo de la Reserva de Biosfera (UNESCO, 2003). Los ecosistemas terrestres predominantes en la zona son, sobre todo el bosque húmedo tropical, los pantanos y los agro-ecosistemas introducidos paulatinamente en años recientes (Vandermeer et al, 1991; FUNDAR, 2004).

En lo referente a los moluscos, se han sido descritas para Nicaragua 206 especies de moluscos continentales (terrestres y dulceacuícolas) (Pérez & López, 2002; López y Urcuyo, 2004, 2008 y 2009). Según, Estos invertebrados tienen importancia en la dieta alimenticia de comunidades locales, pueden ser transmisores de enfermedades, útiles en la elaboración de medicamentos e indicadores del estado del medioambiente.

En la región mesoamericana los estudios de moluscos se encuentran a nivel de diversidad (Barrientos, 2010), según González-Valdivia, Ochoa-Gaona, Cambranis, Lara y Pérez-Hernández (2010); Pérez, Sotelo, Arana, y López, S.J. (2008), sus patrones de distribución y abundancia respecto de las actividades antrópicas y el uso del suelo están aún por estudiarse. Mientras que el estudio sistemático de la malacofauna ha estado dirigido a la Vertiente del Pacífico, el entorno de los grandes lagos y algunas estaciones del escudo central montañoso, siendo la vertiente del Caribe la menos investigada, con proyectos puntuales (Ruta del Canal Interoceánico, Cuenca Río Punta Gorda, Tumarín, y ahora en Río Indio - Río San Juan, (RACCN y RACCS). Éste estudio amplía las investigaciones y coadyuva al conocimiento de otras áreas del Caribe que cuentan con reportes esporádicos, como BOSAWAS.

En esta ocasión se estará realizando un primer esfuerzo de muestreo de esta taxá para poder identificar de qué manera tanto el paso del huracán y el incendio han afectados los patrones de distribución y abundancia de los mismos.

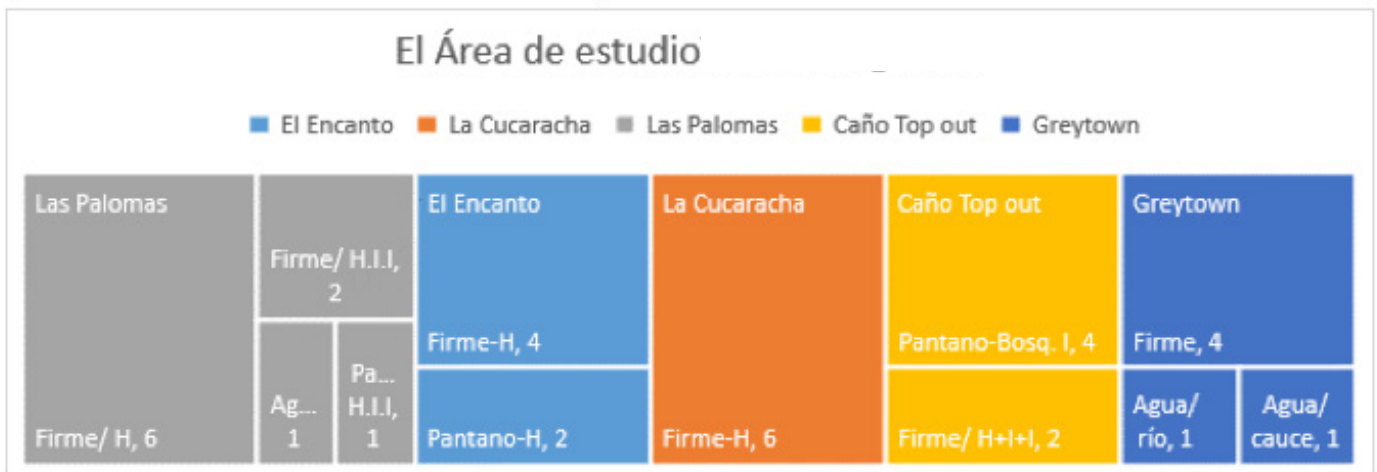
## CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

Los muestreos malacológicos se realizaron en 5 sitios con 9 manifestaciones estructurales, que establecen un mosaico cada vez más intrincado del paisaje como: ecosistemas de Yolillo, de bosque inundado con predominio de palma (real, yolillo, de llano, maquengue), bosques de tierra firme, poblado, ríos, márgenes, caños, cauces y finalmente, manifestaciones agrícolas de larga o corta data, en dependencia del tiempo de establecimiento (maíz, arroz, trigo – cuscus perla -, piña, yuca, frijol).

La zona se ubica dentro de un territorio afectado por el huracán Otto en 2016 (toda ella) y por el incendio forestal de la Reserva en 2018 (Cuadro 1, como se puede observar de forma parcial, con rango altitudinal de +o- 10 msnm en la rívera y pantanos del Río Indio, hasta 64 msnm en el cerro La Cucaracha. La precipitación promedio anual en el área es de 5000 mm (FUNDAR, 2004), con Bosque de Pluvioselva (Holdridge, 1996).

Los sitios evaluados presentan manifestaciones naturales mayoritariamente inundadas, predominando las palmeras *Raphia taediger* (Yolillo) en mayor o menor escala; *Manicaria saccifera* (Palma real), en áreas menos inundadas y *Acoelorrhaphe wrightii* (Palma de llano) cuando se trata de manifestaciones naturalmente abiertas, presentes también en este mosaico estudiado.

Todas se observaron severamente afectadas por el huracán Otto y en el área incidida por el incendio, los hay parches severamente afectados por la quema y remanentes de menor afectación por ser abiertos naturalmente, por estar abiertos por incidencia agrícola o por presentar menor material combustible en piso.



*Cuadro 8. Descripción de los sitios de estudio*

No.	NOMENCLATURA	NOMBRE LARGO
1	Pantano-H	Pantano-huracanado
2	Firme-H	Firme-huracanado
3	Firme-H.I.I	Firme-huracanado. Incendiado. Intervenido
4	Agua-caño	Agua-caño
5	Pantano-H.I.I	Pantano-Huracanado. Incendiado. Intervenido
6	Pantano-B.I-H.I	Pantano-Bosque Inundado-Huracanado. Incendiado
7	Firme-arenoso	Firme-arenoso
8	Agua-cauce	Agua-cauce
9	Agua-río	Agua-río

*Cuadro 9. Nomenclatura de sitios valorados*

Los sitios del área en estudio conforman un mosaico de estructuras florísticas que van desde naturales, con condiciones nativas impactadas por el huracán y el incendio, hasta aquellas que presentan intervención agrícola, muy recientes y antiguamente instaladas (en los caños Las Palomas y Top out), la cual incorpora datos de nomenclatura y nombre largo para cada sitio /punto levantado.

Los Yolillales, ecosistemas fundamentales de transición entre el bosque y la costa o riveras de los ríos, se conforman principalmente en el Refugio de Vida Silvestre Indio Maíz, sucesivamente se presentan los Bosques Inundados con predominio de palmas, los fragmentos no inundables y lomas de baja altura encontrados en el caño Top out como transición hacia Bosques de Tierra Firme

y sitios “aislados por diferentes factores”, evidentes en el cerro La Cucaracha y la colina del caño Las Palomas, denominada por los habitantes “El Tieso”, en la propiedad de Don Narciso Orozco.





## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de campo se realizó en el período conocido, en la zona, como inviernillo (diciembre del 2018), los muestreos en cada sitio durante un máximo de dos días, con el apoyo del equipo de investigación y asistentes locales; se establecieron de uno a tres puntos de estudio; cada uno requirió entre 2 y 4 horas de muestreo minuciosas, según los hábitats encontrados: hojarasca, humus, rocas, árboles y palmas en pie, en el lecho, charcas, etc. Se utilizaron unidades de GPS para registrar las coordenadas geográficas y altitud de los puntos evaluados.

Los ejemplares vivos se preservaron en Alcohol al 70% y junto con las conchas vacías se depositaron en el Centro de Malacología donde se hizo la determinación taxonómica. También se utilizó la Colección de Referencia del Centro de Malacología, de la Universidad Centroamericana (UCACM). Los especímenes se agruparon según sus preferencias de hábitat de acuerdo con bibliografía de Barrientos (2010); González-Valdivia, et al. (2010); Sotelo, Tórrez, López, S.J. y Arendt (2014); Vega et al (2018); Vega et al (en prensa).

SITIO	LOCALIDAD /ESPECIFICACIÓN / MSNM	UTM	
1	El Encanto, Santos Matildo. Huracanado. 19	17 P 0182600	1227449
2	La Cucaracha. Transición Yolillal - Latifoliado. Huracanado. 64	17 P 0186470	1223501
3	Caño Las Palomas. Yolillal - Latifoliado inundado - tierra firme. Huracanado - Incendiado. 11	17 P 0188370	1223215
4	Caño Top out. recientemente. Yolillal - Latifoliado inundado - Hacia bosque tierra firme. Huracanado - Incendiado - intervenido.	17 P 189290	1221797
5	*La Cangrejera. La Playa. 3	17 P 0196182	1218113
6	*Siempre Viva (Caserío, Río Indio, inicio del incendio, entre La Cangrejera y New Greytown). 5	17 P 0196889	1216847
7	Greytown (New and Old), San Juan de Nicaragua.	17 P 0201438	1211451

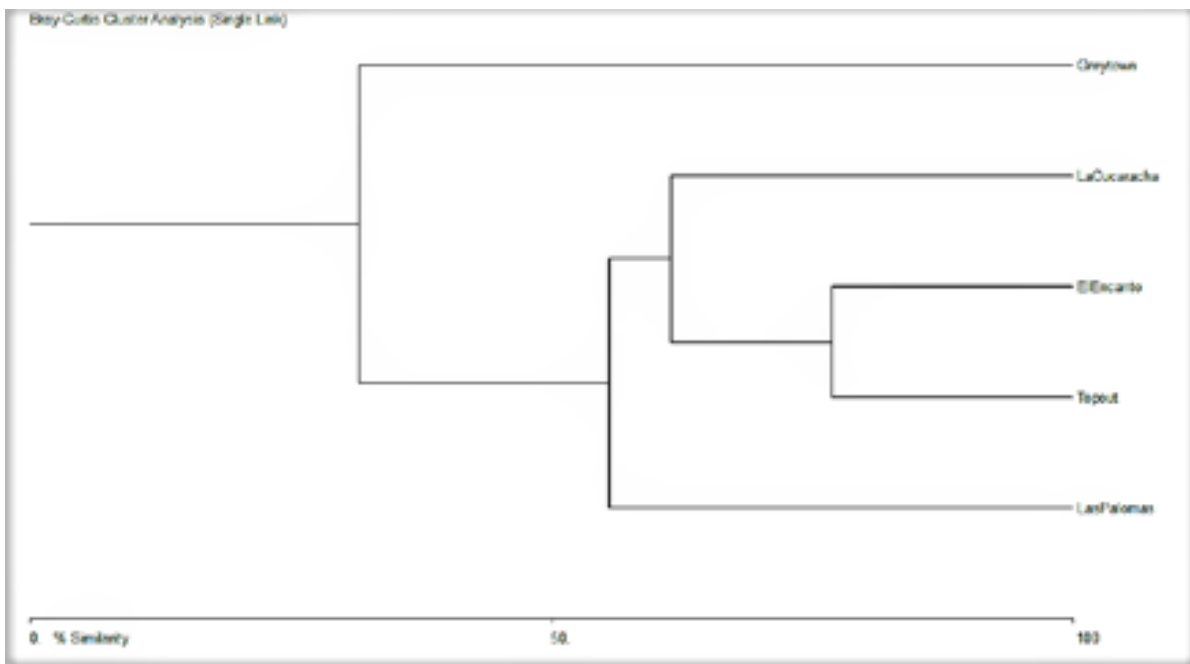
*Cuadro 10. Nomenclatura de los sitios evaluados*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ■ Análisis General del área

En general, el análisis de los datos nos indica una distribución geográfica en donde las especies se agrupan según las características encontradas en los sitios, reflejando el tipo de hábitats y las consideraciones antropogénicas de quema y cultivos instalados.

Así tenemos que los 4 sitios huracanados y/o quemados son similares (50% a más), mientras que Greytown es totalmente disímil al resto, con especies terrestres más asociadas a áreas intervenidas (zona urbana, cultivos, cercanía al acceso de nuevas especies a través del Río San Juan, entre otros), solo acercándose a Las Palomas con un 31.6%, lo que en este estadístico, como está por debajo del 50% significa aún disimilitud, la similitud observada la aportan *Pomacea flagelatta*, especie acuícola encontrada solo en ambos sitios y *Lamellaxis gracilis* que se puede considerar un aporte del trópico seco.



Similarity Matrix					
	LasPalomas	Topout	LaCucaracha	ElEncanto	Greytown
LasPalomas	*	44.4444	55.5556	47.0588	31.5789
Topout	*	*	57.1429	76.9231	13.3333
LaCucaracha	*	*	*	61.5385	13.3333
ElEncanto	*	*	*	*	0
Greytown	*	*	*	*	*

Figura 15. Análisis de similitud de sitios x especies en el área de estudio

SIMILARITY MATRIX								
NO.	FAMILIAS	ESPECIE	LAS PALOMAS	TOPOUT	LA CUCARACHA	EL ENCANTO	GREYTOWN	TOTAL
1		0 Especie	0					0
2		Belocalus angustipes	1					1
3	<b>BULIMULIDAE</b>	Bulimulus corneus					3	3
4	<b>FERUSSACIDAE</b>	Ceciliooides gundlachi					1	1
5	<b>SUBULINIDAE</b>	Disopeas sp.		3				3
6	<b>SYSTROPHIIDAE</b>	Drepanostomella pinchoti	1					1
7	<b>EUCONULIDAE</b>	Guppya gundlachi		1			1	2
8	<b>ZONITIDAE</b>	Hawaii minuscula	2	3	3	3		11
9	<b>HELICINIDAE</b>	Helicina deppeana	4	2	6	4		16
10	<b>SUBULINIDAE</b>	Lamellaxis gracilis	2				3	5
11	<b>SUBULINIDAE</b>	Lamellaxis micra					5	5
12	<b>SUBULINIDAE</b>	Leptinaria lamellata	2		2		1	5
13	<b>THYSANOPHORIDAE</b>	Microconus rufus			1			1
14	<b>SYSTROPHIIDAE</b>	Miradiscops cf opal				1		1
15	<b>SYSTROPHIIDAE</b>	Miradiscops panamensis	1					1
16	<b>NERITIDAE</b>	Neritina lineolata					3	3
17	<b>AMPULARIDAE</b>	Pomacea flagellata	2				1	3
18	<b>PUNCTIDAE</b>	Punctum sp. 1	2	1	1	1		5
19	<b>SUBULINIDAE</b>	Subulina octona	1	5	5	8		19
10	<b>SYSTROPHIIDAE</b>	Systrophia sp.			1			1
<b>TOTAL EJEMPLARES</b>			18	15	19	17	18	87

*Cuadro 11. Distribución de los moluscos continentales en la zona*

Los sitios más similares son El Encanto y Topout, compartiendo, sobre todo, especies de áreas conservadas: *Helicina deppeana* (arborícola), *Punctum* sp1, *Subulina octona* y *Hawaiia minuscula* (de la hojarasca/humus), quizá sean los sitios que se acercan a áreas menos intervenidas, aunque uno de ellos sea huracanado-quemado (Topout) y el otro solo huracanado, para el sitio más afectado, se trata de parcelas que sirvieron de remanentes poco afectados en medio de toda el área quemada. De igual manera tenemos que La Cucaracha área solo huracanada se acerca compartiendo la mayoría de especies.

Quizá *H. deppeana* y *Subulina octona* sean el común denominador, ambas se consideran de áreas que guardan características nativas, o que están asociadas a riverinos y árboles grandes. Los gastrópodos terrestres se asocian a hábitats con características nativas o propias de ellos, al menos reducidas: tipo de vegetación, pudiéndose llegar hasta especies típicas, áreas aisladas, que pudiendo encontrarse inmersas en zonas intervenidas, se mantienen remanentes, tal como se ahondará más abajo (Barrientos, 2010; González-Valdivia et al, 2010; Sotelo et al, 2014; Vega et al 2016; Vega et al, en prensa).

## Riqueza y abundancia

En términos de la riqueza se obtuvieron un total de 87 especímenes de un total de 19 especies de moluscos continentales pertenecientes a 12 familias. Este valor se obtuvo en 4 sitios afectados por el huracán Otto, de los cuales 2 fueron afectados también por el incendio de marzo – abril del año pasado (El encanto, cerro La Cucaracha, caño Las Palomas y caño Top out); a ello se suma un sitio de control constituido por colectas realizadas en Greytown.

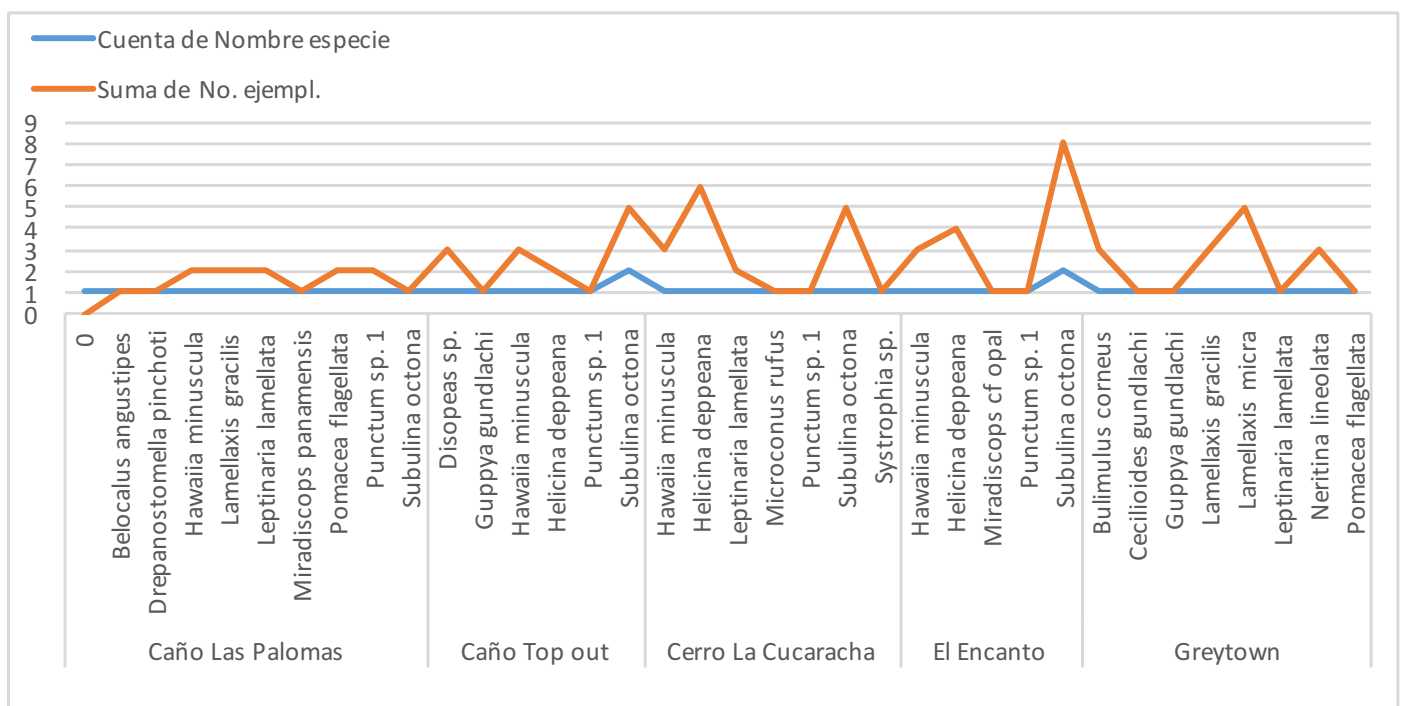


Figura 16. presencia y número de especímenes

## Gremios alimenticios y dependencia de hábitats

Los gastrópodos encontrados en el área de estudio se asocian a hábitos alimenticios de forrajeo de macro hongos y musgo, entre otras materias alojadas en la superficie de plantas, rocas, etc., representados por una especie *Helicina deppeana* (HELICINIDAE) y la babosa *Belocaulus angustipes*. Por otro lado, están los de “hojarasca”, especies que se asocian a la detritación, una de sus principales funciones en el medio: hasta un 20% del humus es producido por moluscos terrestres en los suelos (López & Urcuyo, 2009). En este último grupo están especies de las familias SUBULINIDAE: *Subulina octona*, *Leptinaria lamellata*, *Opeas* sp.; ZONITIDAE: *Hawaiia minúscula*; SYSTROPHIIDAE: *Miradiscops panamensis* y una especie del género *Drepanostomella* (pinchoti).

Lo hasta ahora observado de forma preliminar. El grupo de los depredadores, no fue encontrado en el área, lo cual hace suponer que las relaciones dentro de la cadena alimenticia están más asociado a depredadores mayores, tal es el caso, bien conocido de reptiles, aves e incluso mamíferos.

*H. deppeana* representa, en este caso particular, un importante grupo de gastrópodos que dependen únicamente de hábitats nativos bien conservados, o que guardan la mayor cantidad de sus atributos de origen, tal como ha sido observado a nivel nacional (Vega et al, 2016; Vega et al, en prensa); mientras que por lo general, la familia SUBULINIDAE se asocia a especies pan presentes, conformando un grupo heterogéneo, más adscrito a áreas intervenidas: cultivos, pastos, patios – jardines y vistos como precursores del cambio climático, representado por el avance de condiciones de los trópicos secos sobre los húmedos, con especies que se asocian a remanentes con características nativas dentro de áreas intervenidas de mayor tamaño (Pérez et al, 2008; Secret, et al, 1996 y Pfenninger et al, 2007, citados por Barrientos, 2010; González-Valdivia et al, 2010; Sotelo et al, 2014; Vega et al (2016); Vega et al, en prensa), tal es el caso de *Subulina octona* y *Leptinaria lamellata*, más adscritas a la vertiente del caribe, encontrándose en zonas más lluviosas o en hábitats predominado por árboles grandes y/o riverinos, según se ha observado en repetidas ocasiones.



Figura 17. *Helicina deppeana*, in situ

## ■ Especies indicadoras de sitio

*H. deppeana*<sup>1</sup>, *Systrophia* sp., *Miradiscops pamanensis* y *Punctum* sp son quizás las únicas especies encontrada que indica que los sitios en que se encontraba guardan características nativas necesarias o son sitios aún prístinos. Esto quiere decir que, si desaparecen las condiciones naturales, en su totalidad en el área de estudio, estarían tendientes a extinguirse.

## CONSIDERACIONES FINALES

Se ha documentado muy bien la relación: huracanes, como factor natural – incendios, como factor antropogénico posterior (Vandermeer et al., 1991), lo que influencia una sucesión “natural – provocada” (Mayona, sin fecha). Ello se intuye para esta área de estudio, que, a nuestro juicio, merece la pena de ser profundizado en lo sucesivo.

Estos estudios sugieren que el impacto local del huracán Otto, fue una herramienta natural de arreglo del paisaje, pero no decisivo sobre el cambio de la estructura biodiversidad existente en la zona, sin embargo, al incluir el incendio como el principio de las incidencias antrópicas (cultivos, pastos, etc.) podría sugerir cambios dramáticos en la dinámica del agua (com. Pers. Dra. Vammen, IiCN-UCA) y la pérdida de especies importantes en hábitats con características nativas aún existentes; el hecho de que la presencia de micromamíferos (sobre todo murciélagos)

y gastrópodos, en áreas fuertemente incididas por el incendio (observación in situs), haya sido nulo, puede estar indicando una posible variación en los patrones de la zona de doble impacto (huracán & incendio forestal), que de no atenderse pronta y debidamente degenera en pérdida de la biodiversidad y alteraciones en la red trófica inmediata local para el área en mención.

Por ser esta una Reserva de rango de Biósfera (el más alto existente), UNESCO (2003), se hace necesaria una pronta atención con el fin de minimizar la presión, por las causas arriba mencionadas, por el asentamiento humano creciente en las cabeceras de los ríos y caños principales y el reciente desarrollo de proyectos socioeconómicos, con una perspectiva desarrollista poco o nada ambiental.

Estas causas incentivan la extinción de especies de moluscos continentales (Barrientos, 2010), sobre todo las variedades nativas presentes en las áreas menos intervenidas. Estos cambios, al igual que los que experimenta la región son perceptibles en el deterioro de los microhábitats (Barrientos, 2010; Jordan, Schank, Urquhart, Dans, 2016), la alteración de la humedad (Hyman, 1967; South, 1992; Cook, 2001, citados por Barrientos, 2010) y el reemplazo de plantas nativas, factores determinantes para la existencia de la malacofauna continental (Barrientos, 2010); además los moluscos, por su baja capacidad de dispersión, son sensibles a la fragmentación del hábitat (Secret, Willig & Peppers, 1996 y Pfenninger et al., 2007, citados por Barrientos, 2010).

1. Cabe mencionar que las áreas más afectadas por el incendio no presentaron especímenes de ésta clase, lo que hace indicar un alto impacto dentro de las zonas del incendio.

En estudios del bosque huracanado en Bluefields, Huracán Joan; se visualizan insumos sobre la relación existente entre huracanes e incendios forestales - agricultura campesina-indígena, atestiguados por estudios anteriores serios Vandermeer et al (1991), lo cual, aporta ideas interesantes al caso del Otto en Río San Juan, solo que allá se habla de posibilidades y aquí, se tienen los hechos.

De igual forma se destacan procesos de sucesión y desclimax (de sabanas y/o pantanos), como magnificación del problema ocasionado por impactos naturales (huracanes) y acciones antropogénicos posteriores (cultivo, incendios controlados o fuera de control), ahondando prioritariamente en sabanas de pinos (Parsons, 1954; Taylor, 1962), sin embargo, la actividad agrícola campesina o indígena (cultivo de arroz de swampo), Vandermeer et al (1991), es también practicada, ello da pie a especulaciones más cercanas a nuestro caso: Un fuego descontrolado (quizá no provocado malintencionadamente), pero no manejado adecuadamente, un área impactada por un huracán que se encontraba en total abandono como es el caso observado en la rivera del Indio (El estado de las instalaciones del ejército y el MARENA, habla por sí mismo, y la opinión de los rama - creole, también. La desatención no es reciente). Así que la pista es: un desclimax provocado por el impacto de un huracán al que se suman actividades, no manejadas de agricultura en la región, aceleración de la sucesión y otros efectos que a lo largo nos estarían situando en un panorama de extinción – ocupación de sitios de la zona por nuevas especies representantes de los trópicos secos (Barrientos, 2010, Pérez et al, 2008; González-Valdivia et al, 2010; Sotelo et al, 2014; Vega et al (2016); Vega et al, en prensa)



# CAPÍTULO 06

**AVES**





## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para el establecimiento de los puntos de conteo de aves fueron ubicados en áreas naturales que estaban ubicadas en sitios perturbados por el huracán Otto y las quemas antrópicas ocurridas entre finales de marzo e inicios de abril del 2018. Los sitios afectados por el huracán Otto se ubicaron aproximadamente a 9.5 km del sitio de trayectoria del huracán Otto, mientras que los sitios huracanados y quemados se ubicaron entre 3.3 a 5.3 km del sitio de pasaje del huracán Otto.

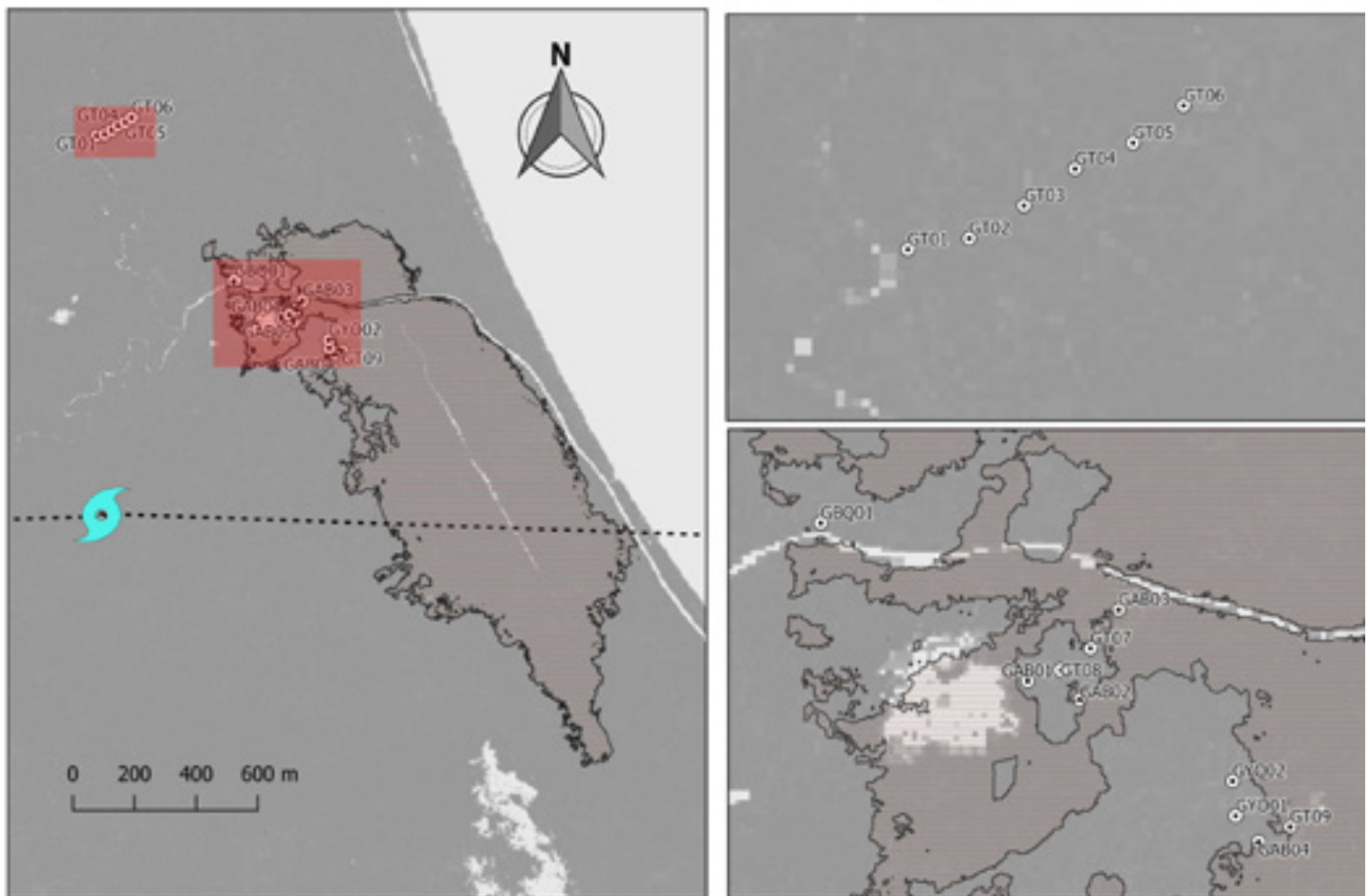


Figura 18. Ubicación de puntos de muestreo de aves

## ■ Conteo de aves por punto

Para la realización de los conteos por punto se establecieron para los censos de aves terrestres, de puntos de 15 puntos de conteos, adaptando la metodología propuesta por Wunderle (1994), donde se identificaron las aves por métodos auditivos y visuales hasta nivel de especie y se contaron las detecciones (individuos). Cada punto de conteo estuvo a una distancia mínima de 200 mts, y tuvo una duración de 10 minutos.

Los conteos iniciaron al amanecer y terminaron alrededor de las 9:00 am. En caso de que las condiciones climáticas fueron adversas, la hora de finalización del conteo cada mañana, dependió de la actividad de las aves, además se registraron aspectos adicionales como nidificación, cortejos reproductivos, aves en vuelo, forrajeo, canto, además de determinar si el ave fue observada en el sotobosque, estrato medio o dosel; los 15 puntos estuvieron divididos de la siguiente manera de acuerdo al área afectada: 6 puntos en el área huracanada, y 8 puntos en el área huracanada y quemada. Adicionalmente se anotaron las especies que fueran detectadas fuera de los puntos de conteo, para tener una lista general del área.

## RESULTADOS PRINCIPALES

### ■ Aspectos generales

En el caso de las aves se documentó la presencia de 81 especies y 215 individuos, de estas 43 especies en 33 individuos fueron determinados en 15 puntos fijos, estos puntos constituirían la línea base para monitoreo de aves terrestres. De las 81 especies 16 son aves acuáticas y 66 terrestres, y en cuanto a su estatus migratorio 8 son migratorias y 73 residentes. De manera general el paisaje huracanado tuvo 43 especies y mientras que el paisaje quemado conto con 53 especies.

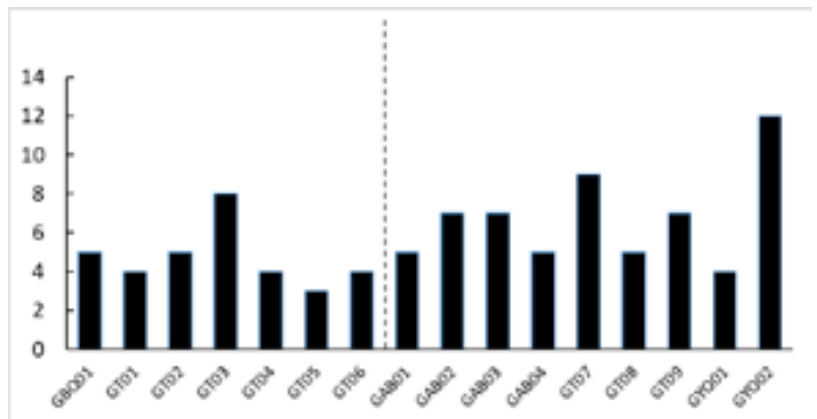


Figura 19. Riqueza de especies por sitio.



Las especies más observadas en cuanto al número de sitios incluyeron especies tanto generalistas como especialistas, siendo las especialistas (prefieren hábitats boscosos), *Henicorhina leucosticta*, y *Pachysylvia decurtata*.

Es notable señalar que en investigaciones anteriores (Arana & Tórriz, 2004), las especies más comunes en estos sitios solían ser especies como *Tachyphonus delatrii*, *Ramphastos ambiguus*, y *Campephilus guatemalensis*, donde *T. delatrii* no fue detectado en este estudio y *R. ambiguus* sólo una vez (ERM, 2015). Estas especies son conspicuas y relativamente fáciles de detectar, por lo que no haberle registrado en esta visita puede indicar con una probabilidad razonable que no estaban en la zona.

ESPECIES	% DE SITIOS
<i>Pachysylvia decurtata</i>	41
<i>Henicorhina leucosticta</i>	35
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	35
<i>Amazilia tzacatl</i>	29
<i>Amazona farinosa</i>	29
<i>Attila spadiceus</i>	29
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	29
<i>Polioptila plumbea</i>	29
<i>Campephilus guatemalensis</i>	24
<i>Melanerpes pucherani</i>	24
<i>Psarocolius montezuma</i>	24

*Cuadro 12. Especies y el porcentaje de sitios en los que fueron avistadas*

## Riqueza y abundancia relativa por sitio

En cuanto a puntos de conteos, las especies más abundantes se observan en la tabla a continuación, a excepción de *H. leucosticta*, todas las especies son de hábitos generalistas.

ESPECIE	% DE SITIOS
<i>Sporophila funerea</i>	16
<i>Amazona farinosa</i>	15
<i>Pachysylvia decurtata</i>	8
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	6
<i>Amazilia tzacatl</i>	6
<i>Polioptila plumbea</i>	6
<i>Cathartes burrovianus</i>	6
<i>Attila spadiceus</i>	5
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	5
<i>Henicorhina leucosticta</i>	5
<i>Campephilus guatemalensis</i>	4

*Cuadro 13. Especies más comunes en los puntos de conteo*

Los puntos de conteo muestran que existe una diferencia entre la riqueza de especies por punto de muestreo entre la las zonas huracanadas y las zonas huracanadas y quemadas, donde el primero tiene una riqueza de  $5 \pm 0.79$ , versus  $7 \pm 0.70$ . Los puntos de conteo muestran básicamente el estado de las aves terrestres.

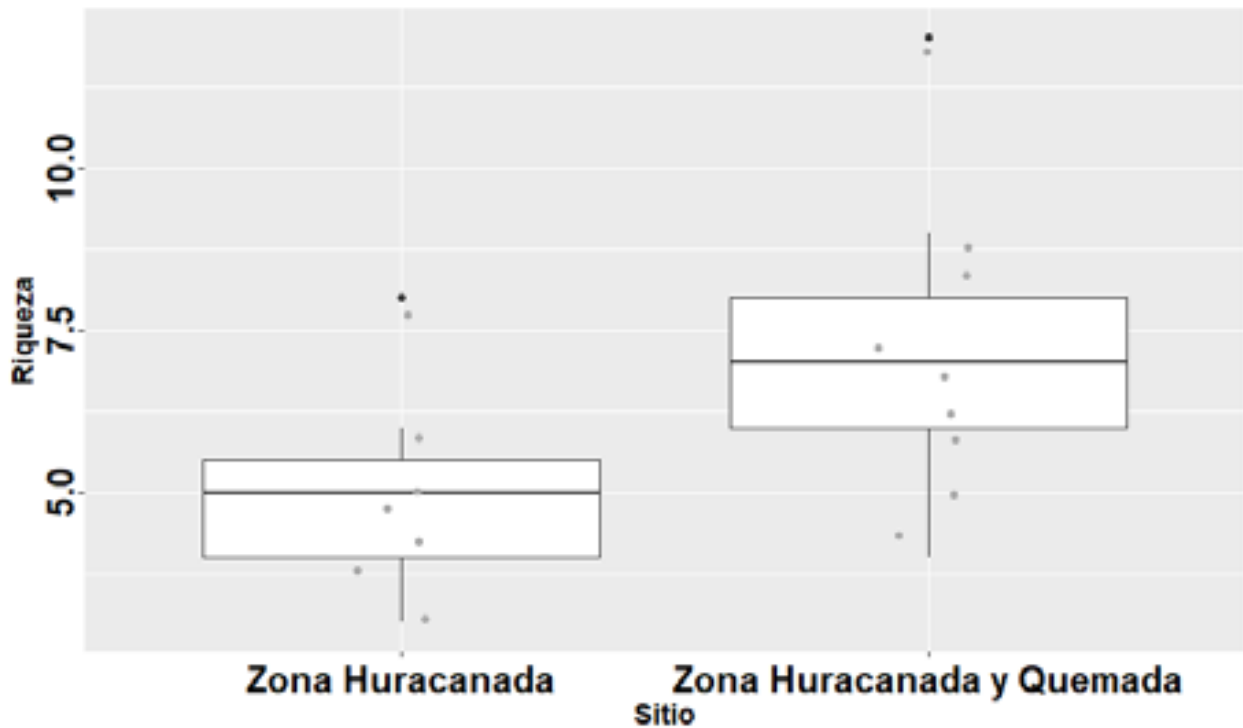


Figura 20. Promedio de especies por sitio según la perturbación

Las áreas presentaron de manera general menos especies en las áreas paisajísticas que fueron huracanadas únicamente, mientras que las zonas que se quemaron presentaron una mayor riqueza por sitio, a como se muestra en la siguiente figura.

En lo que respecta a la abundancia relativa por sitio, esta mostró una tendencia similar a la riqueza de especies, con una mayor cantidad de individuos en las zonas del incendio en comparación con las que fueron afectadas por el huracán únicamente.

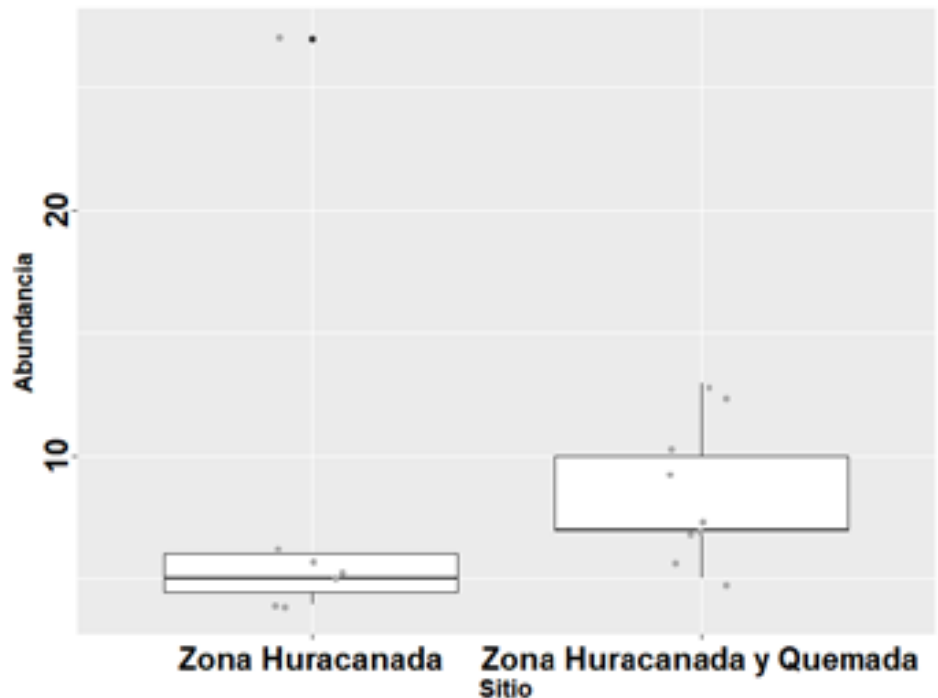


Figura 21. Análisis de zona huracanada vs zona incendiada

## Gremios alimenticios y dependencia de hábitat

Los gremios y estrategias alimenticios mostraron una ligera diferencia en cuanto al número de especies, donde se puede observar a manera general que los paisajes quemados muestran una ligera diferencia con más especies que las que se encontraron en el paisaje huracanado.

Cuando observamos los promedios por sitio las diferencias no son grandes, por lo que no podemos de manera general asegurar que los gremios presentan diferencias para estas zonas. Como línea base muestra un escenario donde gremios importantes como Frugívoros y Nectarívoros la diversidad es baja.

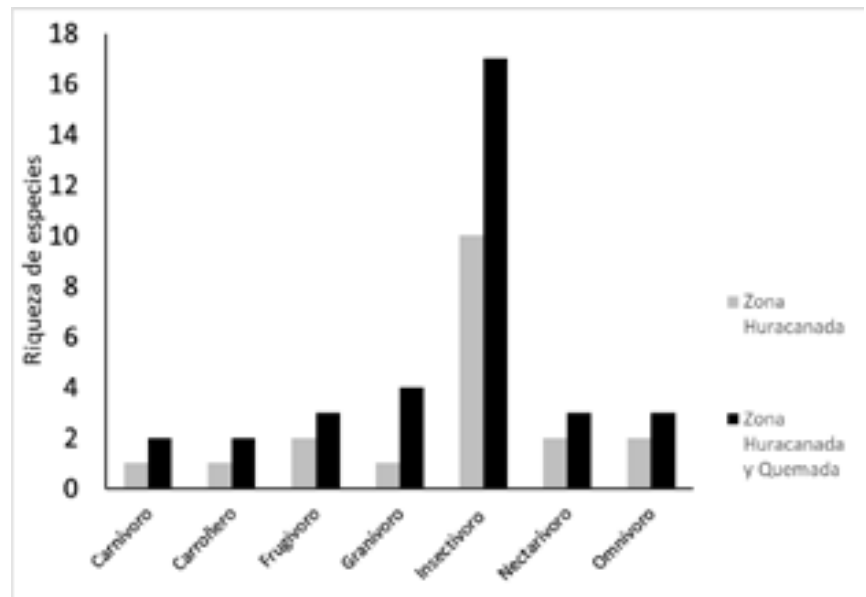


Figura 22. Especies totales por gremio en las áreas

## Especies indicadoras por sitio

En general debido a la degradación que tiene este ecosistema se puede considerar que la comunidad aviar puede ser utilizada como un indicador, para poder comparar esto tomamos los datos recopilados en 2014 durante el estudio para el propuesto canal interoceánico (ERM, 2015), donde muestra que en el área de Indio Maíz (sitio denominado T3 y T4), existían aves con alta dependencia de áreas naturales boscosas, y al comparar la dependencia media, notamos una notable mayoría de especies en las áreas naturales en comparación con los paisajes quemados y huracanados, mientras que las especies de baja dependencia y

por lo tanto generalistas, se encontraban en bosques naturales en menor riqueza que en los paisajes quemados y huracanado.

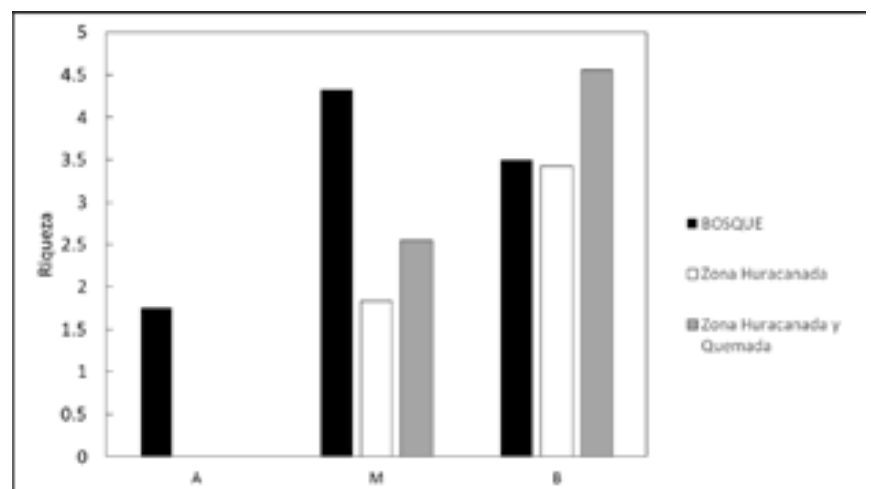


Figura 23. Riqueza de especies por sitio

Se observa también que existió una disminución notable entre las especies de acuerdo a su sensibilidad a la pérdida de hábitat. Las áreas afectadas no mostraron la presencia de especies con alta sensibilidad, mientras que mostraron algunas especies con sensibilidad media, pero en un grado menor que las áreas naturales, mientras que las zonas huracanadas y quemadas mostraron un mayor número de especies de baja sensibilidad.

De acuerdo con el gráfico anterior se pudo observar que la mayoría de las observaciones en las áreas perturbadas fue en las áreas

perturbadas fueron en el sotobosque (0-5 mts), sin embargo, es evidente que las observaciones fueron mayores en este estrato que en el dosel.

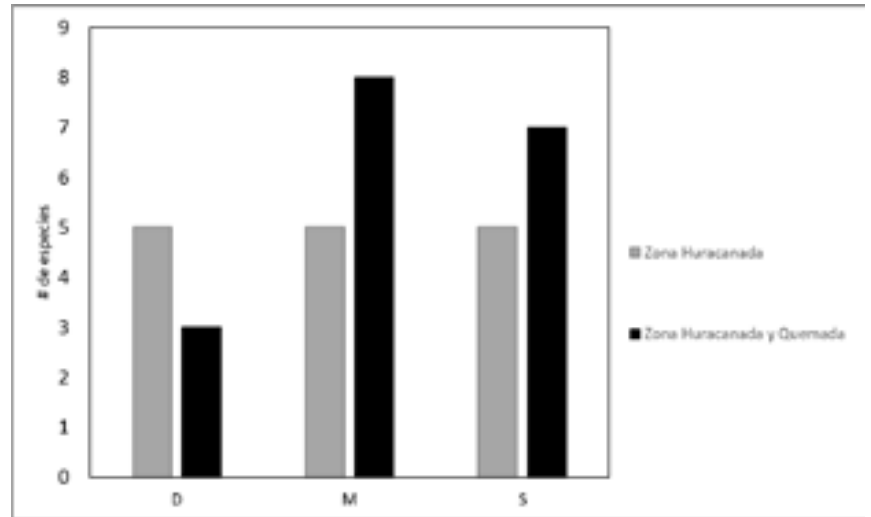


Figura 24. Número de especies en los estratos

## CONSIDERACIONES FINALES

Estos datos representan una primera línea base para monitorear a lo largo del tiempo la recuperación del bosque después de los eventos del huracán Otto y las quemadas del 2018. Se podrá observar como este bosque se estará regenerando, y como la biodiversidad está recuperándose de acuerdo a esta.

Se esperaba que el paisaje quemado tuviera una riqueza de especies menor que las zonas que no lo fueron, sin embargo, ocurrió lo contrario. Se necesita complementar este estudio con una completa y detallada descripción estructural de las áreas, además de ver el tipo de aporte que puede estar teniendo flora remanente como epífitas y palmas.



Se constata que existe un remanente en rebrote de palmas, principalmente en sitios que presentaron mayor biodiversidad. Observaciones personales de los autores constatan a nivel general que las palmas son sitios de forraje para especies insectívoras, las cuales requisan en las bases de las rosetas de las palmas en busca de invertebrados. Se recomienda por lo tanto que estudios posteriores documenten este tipo de estrategia, para corroborar si tienen un impacto positivo en la biodiversidad.

También observamos que hondonadas y sitios en medios de elevaciones pequeñas, logran tener cierto grado de resiliencia, lo cual ya fue observado por Arendt y Tórrez (en prep), en la estación biológica La Lupe de Río San Juan, además que ya está documentado en islas del caribe huracanas e incendiadas (Arendt, et al 1999).

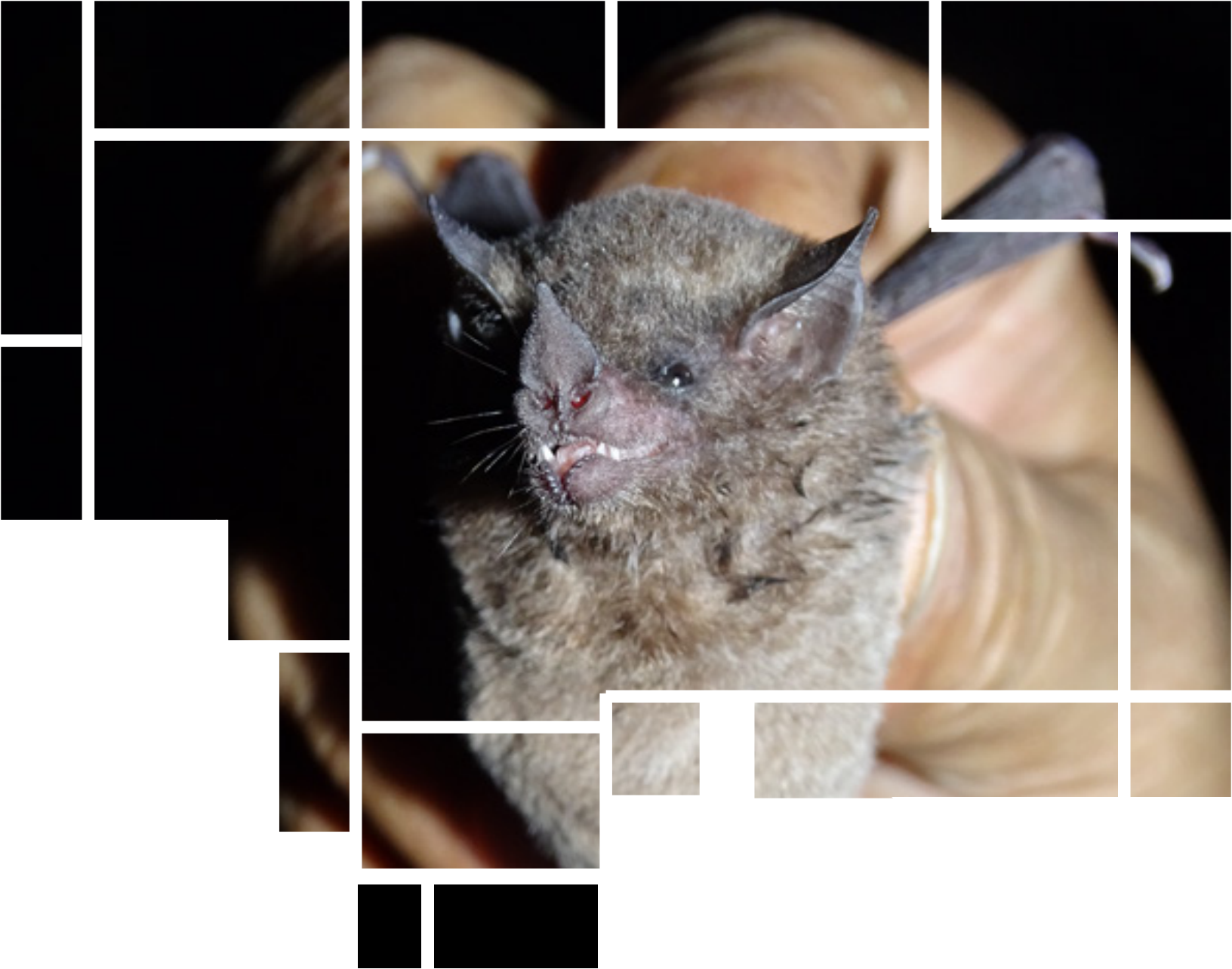
Los bosques húmedos tienen capacidad de regeneración que les confiere cierto grado de resiliencia, el primer autor, ha estado en áreas afectadas por huracanes con anterioridad, las cuales después de 20 años presentan un componente de biodiversidad alto, sin embargo, en la actualidad el grado de aislamiento geográfico que se observa en las zonas boscosas por la explotación de los bosques circundantes, y las perturbaciones antropogénicas como las quemadas no naturales, proveen una alta amenaza a estas áreas, las cuales deben ser tratadas como prioridad nacional.

Se puede observar que especies de bosques que sean suscritas de manera de obligatoria a este hábitat, están ausente en ambos paisajes tanto como huracanados como quemados, marcando esto de manera inequívoca la pérdida que se sufrió de especies claves. En este ecosistema existen muchas especies que son estrictas

de él, principalmente aves seguidoras de hormigas, las cuales necesitan de un bosque con una estructura vertical óptima en términos de sombra, humedad, y especies arbustivas y lianas, las cuales se han perdido con los eventos de perturbación ocurridos.

La recuperación del bosque es un evento que debe de ocurrir tarde o temprano, pero las variables de paisaje (conectividad, barreras naturales, cobertura boscosa en zonas de amortiguamiento), harán posible que la rapidez y dirección de las mismas sean más eficientes, y a la par debe haber un programa de recuperación de ecosistemas que haga posible que este sitio se recupere de manera eficiente.





# CAPÍTULO 07

**MAMÍFEROS**





## CONSIDERACIONES INICIALES

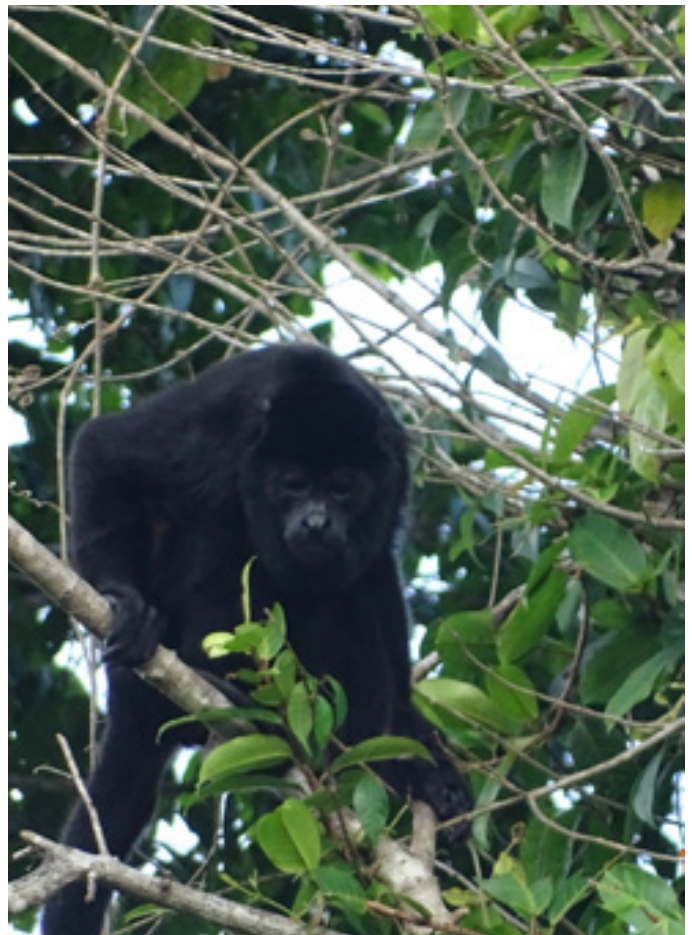
La fauna de la cuenca de la RB-IM y zonas aledañas es una de las más interesantes del trópico americano, tanto por sus asociaciones lacustres, fluviales y litorales, como por ser la expresión clímax del bosque húmedo tropical (CCT, 1988; Saravia, 1996). Sin embargo, aunque la RB-IM se ha considerado de manera general en excelente estado de conservación (FUNDAR, 2004), se han documentado diferentes niveles de alteración en los últimos años, con alta incidencia de actividad humana alrededor de toda la zona de amortiguamiento que han aumentado drásticamente los incendios, así como evidencias claras de intervención por huracanes al este de la Reserva. Esto ha causado importantes cambios en el paisaje con consecuencias aún no determinadas en la biodiversidad de la zona.

Cabe destacar que el efecto de perturbaciones naturales en el hábitat y las consecuencias en la fauna en general, ha sido escasamente abordado, a pesar de la íntima relación del hábitat como herramienta potencial de interpretación de las abundancias (Worman y Chapman, 2006). Por lo tanto, el hábitat puede ser evaluado en función de la disponibilidad de recursos para la fauna y de las condiciones de conservación de la vegetación predominante. De esta forma, el efecto de perturbaciones naturales en los ecosistemas representa una oportunidad para medir los diferentes patrones de respuesta tanto del hábitat como de la fauna mastozoológica residente.

En este caso, el monitoreo de mamíferos mediante su presencia-ausencia o abundancia y densidad aporta información relevante sobre el estado de conservación de las poblaciones y su hábitat (Chiarello, 2000). Por lo tanto, es necesario complementar las evaluaciones de fauna con evaluaciones del hábitat y las

condiciones paisajísticas del área para tener una interpretación más completa del complejo ecosistema-especies.

En el presente documento se evaluó la diversidad de mamíferos en función del hábitat y de los atributos ecológicos de la vegetación en un sector del Río Indio, tomando en cuenta los disturbios causados por el huracán Otto en noviembre de 2016 y el incendio de abril de 2018. Se espera que a mayor daño en la vegetación se tenga una menor calidad de hábitat, así como un efecto negativo en la abundancia relativa de vertebrados de acuerdo con sus requerimientos ecológicos.



## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Con base en mapas de la zona y recorridos in situ se escogieron al azar cuatro sitios de muestreo, de los cuales dos fueron ubicados en el paisaje huracanado (no quemada) y dos en el paisaje quemado.

No.	LOCALIDAD	UBICACIÓN	HÁBITAT	UTM
1	Sitio huracanado 1	El Encanto. Matildo	Bosque	17P 182615 / 1227446
2	Sitio huracanado 2	Dos bocas Río Indio	Bosque	17P 186433 / 1223612
3	Sitio quemado 1	Caño Las Palomas	Yolillal	17P 187956 / 1222784
4	Sitio quemado 2	Caño Tapou	Yolillal	17P 189027 / 1221839

*Cuadro 14. Sitios de muestreo de mamíferos*

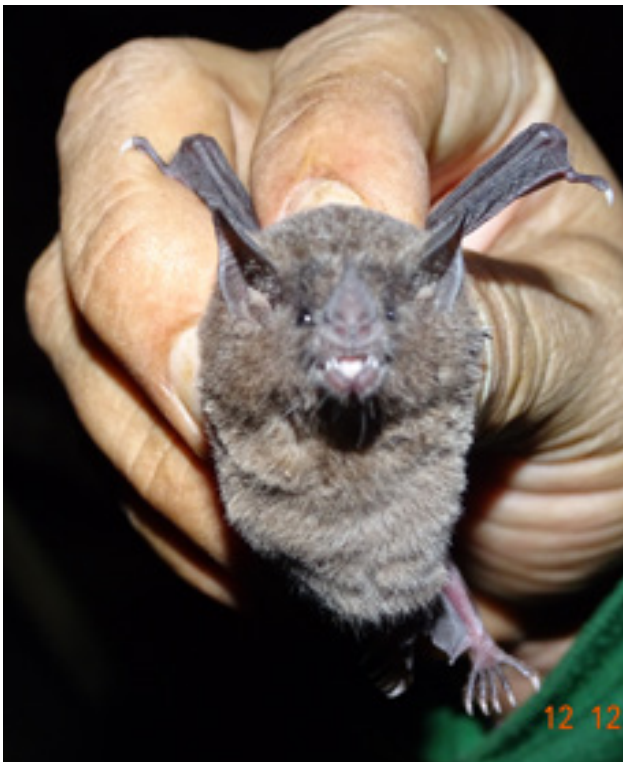
Los diferentes grupos de mamíferos fueron estudiados mediante las siguientes metodologías: a) registro de mamíferos terrestres a través de rastros, observaciones directas y estaciones fijas de trampas cámara; b) censo de primates y; c) captura de murciélagos con redes de niebla. Entre las diversas formas de muestreo se encontraron las siguientes:

- a. Registro de mamíferos mayores. Se realizaron recorridos terrestres a través de senderos con distancia y ancho variable en cada uno de los sitios. Los recorridos se realizaron en cualquier hora del día, detectando los rastros (huellas, heces, osamentas, madrigueras, vocalizaciones y olores) e identificando visualmente o por audición las especies presentes. También realizamos muestreos con dos estaciones fijas de trampas cámara con sistema de detección de movilidad



infrarrojo pasivo (IRP) el cual reacciona al calor emitido por el cuerpo de los animales. Los individuos fotografiados se identificaron a nivel de especie.

- b.** Censo de mamíferos arborícolas (Primates y perezosos). Las densidades poblacionales de las tres especies de primates fueron estimadas empleando el método del transecto lineal siguiendo los lineamientos propuestos por Peres (1997). Los censos fueron realizados desde las 7:00 hasta las 12:00 horas del día.
- c.** Murciélagos. Se instalaron en cada sitio estaciones de muestreo conformadas por cuatro redes de niebla de medida estándar (12 X 2.5 m / 35 mm luz de malla), las cuales se manipularon de las 17:30 hasta las 21:30 horas del día. A cada individuo capturado se le identificó la especie, sexo y estado reproductivo, así como el gremio alimenticio al que pertenecen utilizando las guías de campo de LaVal y Rodríguez-H (2002), Reid (2009) y Medina-Fitoría (2014), así como las claves dicotómicas de Timm et al. (1999).



## RESULTADOS RELEVANTES

### Información general

Se identificaron un total de 17 especies de mamíferos de 11 familias, una especie de Didelphimorphia (zarigüeya), seis de Chiroptera (murciélagos), tres de Primates (monos), tres de roedores (ardilla, guatusa y paca), dos de carnívora (gato y nutria) y dos especies de Artiodactyla (chanchos y venados). Esta riqueza representa el 26 % del total de especies de mamíferos reportados para la RB-IM y el 8.8 % de los mamíferos continentales (no marinos) reportados para el país, según el listado de los mamíferos de Nicaragua (Medina-Fitoría & Saldaña, 2012).

Las especies más comunes son la paca o guardatinaja (*Cuniculus paca*), la guatusa (*Dasyprocta punctata*) y el mono congo (*Alouatta palliata*); así como los murciélagos frugívoros *Platyrrhinus helleri*, *Carollia castanea* y *Dermanura watsoni*.



FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ÁREAS HURACANADAS		ÁREAS QUEMADAS		TOTAL
			HURACÁN 1	HURACÁN 2	QUEMADO 1	QUEMADO 2	
<b>DIDELPHIDAE</b>	Philander opossum	Zorro cuatro ojo		1			1
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero	1				1
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Carollia castanea	Murciélago frutero	4				4
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Dermanura watsoni	Murciélago frutero	1	3			4
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Glossophaga commissarisi	Murciélago frutero	2				2
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Platyrrhinus helleri	Murciélago frutero	5				5
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	Uroderma convexum	Murciélago frutero	1				1
<b>CEBIDAE</b>	Cebus capucinus	Mono cariblanco				6	6
<b>ATELIDAE</b>	Alouatta palliata	Mono congo		4	1	3	8
<b>ATELIDAE</b>	Ateles geoffroyi	Mono araña			1	1	2
<b>SCIURIDAE</b>	Sciurus deppei	Ardilla		1	1		2
<b>CUNICULIDAE</b>	Cuniculus paca	Paca, guardatinaja	3	1		1	5
<b>DASYPROCTIDAE</b>	Dasyprocta punctata	Guatusa	1	2		1	4
<b>MUSTELIDAE</b>	Lontra longicaudis	Nutria				1	1
<b>FELIDAE</b>	Leopardus pardalis	Tigrillo	1				1
<b>TAYASSUIDAE</b>	Pecari tajacu	Chancho saíno	1 (manada)				1
<b>CERVIDAE</b>	Mazama temama	Venado colorado	1				1
<b>ESPECIES</b>	Punctum sp. 1		11	6	5	4	17
<b>INDIVIDUOS</b>	Subulina octona		21	12	10	6	48

*Cuadro 15. Especies de mamíferos y número de individuos*



Nueve especies (47 %) se consideran relevantes para fines de conservación, tres de ellas se encuentran en la lista roja a nivel mundial (IUCN, 2018): el mono araña (*A. geoffroyi*) es catalogada en peligro (EN), siendo la nutria (*L. longicauda*) y el venado colorado (*M. temama*) catalogadas como no evaluadas debido a datos insuficientes (DD). A nivel nacional el mono araña es catalogada en peligro de extinción (PE) y la nutria como amenazada (A), (Medina-Fitoria, y otros, 2018b).

El estado de Nicaragua incluye ocho especies en el reglamento de vedas (MARENA, 2016): cinco presentan vedas indefinidas: *C. capucinus*, *A. palliata*, *A. geoffroyi*, *L. pardalis* y *L. longicauda*; y tres con vedas parciales: *C. paca*, *D. punctata* y *P. tajacu*. De igual manera, seis de las especies se encuentran incluidas en los listados CITES (CCAD, 2010): tres especies en apéndice I (especies en peligro de extinción y cuyo comercio de especímenes está prohibido): *A. palliata*, *L. pardalis* y *L. longicauda*; y tres especies en apéndice II (especies que no necesariamente se encuentran en peligro, pero su comercio se controla): *C. capucinus*, *A. geoffroyi* y *P. tajacu*.

Estas especies urgen ser tomadas en cuenta en planes de conservación, debido al riesgo que corren si el paisaje continúa cambiando (principalmente la pérdida de hábitats). Sin embargo, creemos que grupos esenciales en la restauración del ecosistema como los murciélagos y los carnívoros, deben ser prioritarios a tomar en cuenta.

Tanto la riqueza de especies de mamíferos como el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) presentaron los más altos valores en las áreas huracanadas no quemadas, éstas en su conjunto presentaron 14 especies (82 % del total) y un  $H' = 0.63$ ; no obstante, las áreas huracanadas y quemadas presentaron siete especies (41 %) y un  $H' = 0.48$ .

El índice de similitud de Jaccard, señala que las áreas huracanadas y las áreas quemadas compartieron un 28.5 % de la composición de especies de mamíferos silvestres, lo cual expresa una baja similitud si tomamos en cuenta que las áreas evaluadas están relativamente cerca, no mayor a los 10 km entre las dos más alejadas.

De manera general, las especies de mamíferos silvestres no están utilizando las zonas impactadas de igual manera, lo cual muestra que el impacto del huracán y el huracán más incendio tuvo repercusiones diferentes a los diferentes grupos de mamíferos (monos, murciélagos, roedores y mamíferos mayores), por lo que no presentan características similares para su uso. Esto refleja una variación de los hábitats en cuanto a la riqueza de especies, donde el grado de conservación y/o degradación de cada sitio es determinante en la diversidad encontrada.



## ■ Caracterización Taxonómica

A continuación, se presenta una caracterización de los diferentes órdenes y especies de mamíferos, incluyendo densidades relativas para algunas de ellas:

### 1 Orden Marsupialia (zarigüeyas)

Registramos la presencia de una especie de la familia Didelphidae, la cual, aunque es de amplia distribución en el país y utiliza una gran variedad de hábitats, no resultó ser común en la zona: la zarigüeya ocelada (*Philander opossum*) con solo un individuo registrado; esta especie se reportó únicamente en el área huracanada 2 (dos bocas de Río Indio).

### 2 Orden Rodentia (ratas, ratones, ardillas, guatusas y guardatinajas):

Se reporta la presencia de tres especies de tres familias, siendo la más común, la guardatinaja (*Cuniculus paca*) con 1 ind/km transecto en las áreas únicamente huracanadas y con 0.25 ind/km de transecto en las áreas quemadas; seguido de la guatusa (*Dasyprocta punctata*) con 0.75 ind/km de transecto en las áreas únicamente huracanadas y con 0.25 ind/km de transecto en las áreas quemadas. La ardilla *Sciurus deppei* presentó igual abundancia relativa en ambas zonas con 0.25 ind/km de transecto.

Es importante que especies como la guardatinaja asociada a cuerpos de agua y la guatusa estén presentes en las áreas impactadas, principalmente por ser importantes dispersores de semillas, como las palmas (*Astrocaryum*, *Raphya*), lo cual es esencial para la restauración de ecosistemas dominados por este tipo de plantas.

Los pequeños roedores (ratas y ratones), los cuales no pudieron ser muestreados en este estudio, deberán ser tomados en cuenta en futuras evaluaciones de las áreas impactadas por su rol esencial en la remoción y dispersión de semillas en los bosques neo tropicales y/o como controladores biológicos, ya que familias como Cricetidae (ratas y ratones del nuevo mundo), Echimydae (ratas espinosas) y Heteromydae (ratones espinosos), reportados para la RB-IM (FUNDAR, 2004), son esenciales en la restauración. Además, constituyen el primer recurso en la cadena alimenticia para los carnívoros, siendo fuente de alimento de depredadores como gatos silvestres (tigrillos), búhos, águilas, culebras, y muchos otros (Reid, 2009).

### 3 Orden Carnívora (gatos silvestres y nutrias)

Constatamos la presencia de dos especies de carnívoros de dos familias diferentes: Mustelidae y Felidae. La especie de felino *Leopardus pardalis* fue identificado en la zona huracanada 1 (El Encanto), del cual se registró un individuo visitando el asentamiento indígena Ramaky para alimentarse de las gallinas domésticas. La otra especie la nutria (*Lontra longicaudis*) fue observada a orillas del Río Indio, en la zona quemada 1 (cerca de la boca del caño Las Palomas).

Aunque es alentador la presencia de carnívoros medianos en las áreas impactadas, inferimos que su presencia es aún mínima para completar un ensamblaje básico de mamíferos que sostenga la estabilidad ecológica de la zona (al menos por ahora); los grandes carnívoros como el Puma y el Jaguar, así como carnívoros arborícolas y/o gregarios típicos de estos ecosistemas como los cuyúsos, mapaches y pizotes estuvieron ausentes en el estudio, por lo que la viabilidad a largo plazo de este grupo de mamíferos podría depender de un incremento de las presas, lo cual a su vez dependería del aumento de hábitat natural en la zona.

#### 4 Orden Cetartiodactyla (venados y saínos)

Se constató la presencia de dos especies de dos familias diferentes, el venado colorado (*Mazama temama*) y el saíno de collar (*Pecari tajacu*). Ambas especies identificadas una vez y únicamente en el área huracanada 1 (El Encanto), el área más alejada de ambos impactos (huracán e incendio). Es importante mencionar la presencia de estas especies en la zona, debido al aporte que ambas realizan en la regeneración de los ecosistemas naturales (dispersión de semillas, ramoneo, etc).

#### 5 Orden Primates (monos)

Aunque se presentan en la zona las tres especies de primates presentes en el país, éstas se encuentran en bajos números poblacionales. Se contabilizaron 16 individuos en seis “grupos” en toda el área de estudio. La especie más abundante fue el mono Congo (*Alouatta palliata*), con ocho individuos (cuatro en las áreas quemadas y cuatro en el área huracanada), en tres grupos diferentes compuestos de 4, 3 y 1 individuos, lo cual es muy bajo si lo comparamos con datos de un paisaje fragmentado de la cuenca baja del Río Grande de Matagalpa, donde la especie se considera estable en la zona con al menos 150 individuos coexistiendo en un paisaje aproximado de 10 x 10 kilómetros (Medina-Fitoria, y otros, 2018b).

Según Crockett (1998), los patrones de dispersión de aulladores aumentan la probabilidad de supervivencia de las poblaciones a largo plazo, ya que su gran flexibilidad ecológica y conductual les permite recolonizar rápidamente nuevos ambientes como bosques jóvenes o en

proceso de recuperación, por lo que éstos podrían ser los primeros individuos después de los eventos, lo cual es muy importante en zonas en regeneración, para la dispersión de grandes semillas del bosque.

El mono cariblanco (*Cebus capucinus*), presentó únicamente una tropa en toda el área de estudio con seis individuos. La presencia de esta especie se dio en una de las áreas quemadas junto al Río Indio. Estos animales tienen gran capacidad para migrar a nuevos grupos sociales durante toda su vida, recorriendo distancias diarias entre 1 y 3 kilómetros, por lo que constantemente están desplazándose en nuevos rangos de hogar, el cual se calcula entre 32 y 86 hectáreas (Oppenheimer, 1968); pudiendo ser una ventaja para colonizar las áreas impactadas. El mono araña (*Ateles geoffroyi*), es el más raro en la zona con solo dos individuos solitarios contabilizados en las áreas quemadas, en árboles a orillas del caño Las Palomas y caño Tapou. Los individuos de esta especie se separan ante la falta de alimento, por lo que estos individuos podrían ser remanentes de una tropa sobrevivientes de ambos eventos.

Debido a que las tres especies de primates son eminentemente arborícolas, éstas necesitan de cierta densidad de cobertura vegetal para suplir su mínimo vital, por lo cual se considera a este grupo de mamíferos como uno de los mejores indicadores de la regeneración de las coberturas naturales de la zona.



## 6 Orden Chiroptera (murciélagos)

En cuatro días de muestreo en igual número de sitios, realizamos un esfuerzo de muestreo equivalente a 64 horas/red (16 horas/red por sitio). Se capturaron 17 individuos de seis especies, todas pertenecientes a la familia Phyllostomidae (murciélagos lanceros). Esta riqueza representa el 22 % de las reportadas en el plan de manejo de la RB-IM (FUNDAR, 2004) y 5.5 % del total de especies de murciélagos reportados para el país, cuya riqueza se estima en 108 especies (Medina-Fitoria., 2014).

Del total de especies, cinco fueron frugívoras y una nectarívora. La más común entre las capturas fue el murciélago frugívoro, *Platyrrhinus helleri* con el 29 % de las capturas. Todas las especies son de amplia distribución, ya que todas ellas pueden encontrarse en más de una de las regiones biogeográficas del país: pacífico, norcentro de altura y caribe (Medina-Fitoria., 2014).

Del total de individuos el 76 % son machos y el 24 % hembras. Únicamente un individuo fue encontrado en fase reproductiva: un macho escrotado de la especie *Dermanura watsoni*.

Se obtuvo una abundancia relativa para todo el estudio de 0.26 individuos por hora/red, equivalente a un individuo cada 3.76 horas; con 0.09 especies por hora/red, equivalente a una especie cada 10.6 horas. Estos valores de abundancia relativa en el número de individuos es baja en comparación con otras evaluaciones realizadas en la zona; por ejemplo, los datos presentados en un estudio realizado en 2005 a lo largo del carril que delimita el área núcleo y la zona de amortiguamiento de la RB-IM (datos inéditos) y los presentados

para la Reserva Natural Punta Gorda, al norte de la RB-IM (Medina-Fitoria, Silva, & C. Molina, Diversidad de micromamíferos de la cuenca del Río Punta Gorda, 2016) estimaron abundancias relativas de 1.1 individuos por hora/red en ambos estudios, un 420 % más que lo encontrado en este caso.

Cabe señalar que el 100% de las capturas se realizaron en las áreas huracanadas con cero capturas en las áreas quemadas, lo cual indica claramente una mínima presencia de murciélagos en la zona altamente afectada (huracanada y quemada); esto infiere que ocho meses después del incendio, ésta zona aún no proporciona los recursos necesarios para mantener un ensamblaje básico de murciélagos responsable de actividades esenciales como la dispersión de semillas, polinización y control biológico.

## CONSIDERACIONES FINALES

La baja diversidad de mamíferos encontrada en esta evaluación, expresa mucho del impacto de los eventos huracán Otto (categoría 3) e incendio (5,500 hectáreas afectadas) sobre la fauna mastozoológica del área de estudio, siendo la zona afectada por el incendio solo 17 meses después del huracán la más fuertemente impactada en cuanto a pérdida de hábitat. Fue evidente que zonas únicamente huracanadas, aunque perdieron gran parte de los árboles emergentes y de dosel aún conservaron vegetación remanente, lo cual es determinante para la restauración de la cobertura vegetal y a su vez en la conservación de grupos esenciales de fauna silvestre; no obstante, a ocho meses del incendio es poco lo que ha logrado prosperar en éstas áreas incineradas que pueda proveer de recursos básicos a la mastofauna.



Queda claro que la zona evaluada de Río Indio (Este de la Reserva Biológica Indio Maíz) es una zona expuesta a amenazas naturales externas, principalmente huracanes. Expediciones botánicas en 1996 señalaban claras evidencias de intervención por huracanes en esta zona de la reserva, mencionando efectos evidentes del huracán Joan en 1988 e Irene en 1991, los que afectaron fuertemente la cobertura boscosa de gran parte de la RAAS.

No obstante, fue el paso del huracán Joan de categoría cuatro en octubre de 1988 por la zona de Bluefields – Río Escondido, a unos 120 km al norte de la trayectoria del huracán Otto, el que nos brindó la oportunidad de examinar la respuesta inmediata del bosque a eventos catastróficos de este tipo. Según Granzow-de la Cerda et al. (1997) antes del huracán Joan, esta zona presentaba características de bosque maduro, en vías de ser dominado por unas pocas especies en su copa. No obstante, Vandermer et al (1990) demostraron que inmediatamente después de la perturbación, tanto la biomasa como el número de especies vegetales se redujeron, siendo la cantidad de reducción proporcional a la severidad del evento.

A dos años del huracán Otto, los árboles que quedaron en pie, aunque truncados o seriamente dañados han rebrotar a lo largo de sus troncos, lo cual ha atraído a las primeras especies de fauna, la mayoría consumidoras de materia vegetal. Especies importantes en la dispersión de semillas de plantas bosques neotropicales como los murciélagos, ardillas y monos son ahora perceptibles en las ramas reverdecidas de los árboles caídos, los cuales están tomando dominancia, desarrollándose en grosor y verticalidad, tal y como se observó en las áreas huracanadas del cerro La Cucaracha y El Encanto.

Este tipo de perturbaciones prácticamente reinicia el desarrollo de un ecosistema y, si bien sus efectos al principio parecen devastadores, los intervalos entre los eventos de perturbación son de tal amplitud que proporcionan el tiempo necesario para que los ecosistemas puedan recuperarse, e incluso eliminar organismos patógenos o parásitos que causan enfermedades y plagas, o limpiarse de especies exóticas invasoras que tienden a desplazar a las especies nativas (Batista y Platt 2003).

No obstante, las perturbaciones naturales y antropogénicas frecuentemente actúan de manera conjunta y no dan tiempo necesario de recuperarse, tales el caso de las áreas quemadas en abril de 2018 en la Reserva Indio Maíz a tan solo 17 meses después del huracán Otto, donde la transformación del paisaje causada por el incendio modificó y amplificó los efectos del huracán, alterando los regímenes históricos de perturbación en ecosistemas particulares como los Yolillales, aumentando su vulnerabilidad.





# CAPÍTULO 08

## CONSIDERACIONES FINALES

En base a los resultados presentados se dan las siguientes consideraciones a nivel general y específicos, así como las recomendaciones derivadas de cada uno de los taxones evaluados.

## CONSIDERACIONES GENERALES

El huracán Otto afectó 116,835.51 hectáreas de la Reserva de Biosfera del Sureste, mientras que el incendio ocurrido en abril de 2018 afectó 5,551.33 hectáreas, de estos el 44% de afectación del incendio se dio dentro del Refugio de Vida Silvestre Río San Juan y el 56% restante en la Reserva Biológica Indio Maíz.

Existen impactos claramente diferenciados entre las zonas afectadas por el huracán (paisaje huracanado) y la zona afectada por el incendio (paisaje quemado), siendo mucho mayores los impactos en el paisaje quemado.

A pesar de que la zona huracanada perdió gran parte de los árboles y su ecosistema, fue posible observar vegetación remanente lo cual es determinante para una regeneración natural en tiempos más cortos en comparación con el paisaje quemado, dado a que los niveles de afectación en este último fueron más severos.

Las mayores afectaciones se dieron en la zona de coincidencia entre el paisaje quemado y el paisaje huracanado presentándose una profunda transformación del paisaje; no se logró identificar especies de alto valor de importancia ecológica.

De acuerdo a la información de campo recopilada entre las zonas de coincidencia del huracán y el incendio nos indica una degeneración progresiva del ecosistema, la pérdida de la biodiversidad.

Es conocida la alta capacidad de recuperación los bosques muy húmedos; sin embargo, las afectaciones provocados por ambos fenómenos (huracán e incendio) van a afectar el tiempo de recuperación de este, dado los cambios estructurales en los ecosistemas, pudiéndose llegar incluso a la no recuperación del mismo.

Además de los impactos antes mencionados dentro del área protegida y en especial en el paisaje quemado, el área de estudio se encuentra actualmente bajo procesos de antropización acelerado (actividad agrícola) en la Reserva Biológica Indio Maíz, lo que ha llevado al incremento de asentamientos humanos y de parcelas para siembra de granos básicos (Maíz, Trigo y Arroz), especies frutales (Piña, Pitahaya), hortalizas (pepino y chiltoma) entre otros, lo que aumenta el riesgo de deterioro para la zona intangible en la Reserva Biológica Indio Maíz.

El avance de la frontera agrícola, el paso del huracán y el incendio agravan los problemas de conectividad entre los núcleos de conservación de la Reserva de Biosfera del Sureste de Nicaragua, lo que es fundamental para la funcionalidad y el intercambio de genes de las especies entre los mismos y su integración al Corredor Biológico del Caribe y a su vez al Corredor Biológico Mesoamericano.

Los bosques tropicales húmedos tienden además un impacto en el clima regional y con el aumento y aceleración en la deforestación observada en los últimos años, se espera una reducción en la humedad por transpiración que luego podría afectar la cantidad de pluviosidad regional.

## CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

El incendio afectó negativamente la interacción animal-planta propias de la zona, afectando potencialmente y de manera directa procesos de dispersión de semillas, polinización y diseminación de nuevas especies forestales, lo que podría influir fuertemente la distribución de especies de flora y fauna reconfigurando la estructura vertical y horizontal de los ecosistemas afectados en detrimento de la conservación original de los mismos; el efecto de la antropogenización puede volver permanente estos efectos.

En la zona afectada por el incendio la mortalidad de plantas fue superior al 95%, observándose restos de material carbonizado y una escasa regeneración natural. En la visita fue posible apreciar árboles totalmente quemados haciendo imposible su identificación, además de esto se observó poca frecuencia de rebrotes.

Un indicativo de la salud de los ecosistemas es la presencia de especies de mamíferos como murciélagos y roedores los que constituyen uno de los grupos taxonómicos diversos del continente, que realizan funciones básicas para el mantenimiento y sostenibilidad de los mismos; sin embargo, en la zona quemada no se logró recolectar ni identificar ninguna de estas especies, lo que nos da indicios que el impacto causado fue significativo en el periodo de tiempo del 4 al 11 de abril que duro el incendio.

En el paisaje huracanado existe un remanente mucho mayor de rebrote de palmas y otras especies forestales que en el paisaje quemado, además, la primera área presentó una mayor biodiversidad remanente; en la zona quemada se vio

una alta mortalidad de plantas y una baja presencia de rebrotes; confirmando el alto grado de deterioro del área.

En términos paisajísticos las grandes distancias entre poblaciones aisladas como por ejemplo especies que dependen de alto dosel de bosque puede inhabilitar la recolonización de los parches de bosque restantes y restringir el flujo de genes entre las poblaciones existentes de otras zonas circundantes.

Las condiciones de degradación actuales incentivan la extinción de especies de moluscos continentales, en especial las variedades nativas presentes en las áreas menos intervenidas. Estos cambios, al igual que los que experimenta la región son perceptibles en el deterioro de los microhábitats; esto se traduce en la alteración de la humedad y el reemplazo de plantas nativas, factores determinantes para la existencia de la malacofauna continental; además los moluscos por su baja capacidad de dispersión, son mucho más sensibles a la fragmentación del hábitat.

Las especies de aves fueron de cierta manera las menos afectadas por el incendio ya que se ha observado que estas especies utilizan las hondonadas y sitios en media elevación (superiores a los 100 msnm) como refugio y así lograr cierto grado de resiliencia; este comportamiento ha sido observado en otros sitios del país cercanos al Sureste de Nicaragua.

## RECOMENDACIONES GENERALES

Evaluar, Revisar y Actualizar el plan de manejo de la Reserva de Biosfera Río San Juan tomando en cuenta los impactos ambientales generados por el huracán Otto y el incendio en la Reserva Biológica Indio Maíz y el Refugio de Vida Silvestre Río San Juan dado que ambas forman parte integral de la misma.

La Reserva Biológica Indio Maíz constituye el núcleo de conservación absoluta de la Reserva de Biosfera Río San Juan de Nicaragua, para lo que se deberá diseñar e implementar una estrategia de conservación y restauración ecológica para todas las taxas (Mamíferos, Anfibios, Reptiles, Moluscos Continentales, Aves y Vegetación) integral para asegurar la regeneración de las áreas afectadas y minimizar la intervención humana.

Así mismo se debe realizar complementariamente y de manera integral un plan de manejo y ordenamiento territorial dentro del Refugio de Vida Silvestre Río San Juan.

Asegurar los recursos humanos y financieros que garanticen el ajuste, diseño e implementación de la estrategia de conservación y restauración del área protegida en el más breve plazo posible. Este proceso debe de ser amplio e incluyente, elaborado de manera participativa y conjunta entre los Gobiernos Territoriales Indígenas, pobladores y autoridades locales, academia, sector privado y sociedad civil.

La estrategia y los planes de acción deberán contemplar al menos los siguientes aspectos:

- La necesidad y opciones de restauración de las zonas doblemente impactadas (huracán e incendio), las cuales demandaran un mayor nivel de atención por las afectaciones recibidas.
- Diseñar los corredores biológicos para recuperar la conectividad biológica entre los núcleos de conservación de la propia Reserva de Biosfera y áreas protegidas aledañas.
- Contribuir a la disminución de los procesos de cambio de uso de suelos que hoy en día se están dando en la zona núcleo de la Reserva Biológica Indio Maíz.
- Fomentar alternativas productivas y de desarrollo sostenible que contribuyan a mantener la convivencia entre la presencia de grupos humanos y los altos valores ecológicos contenidos en la Reserva de Biosfera.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo permanentes en los diferentes tipos de hábitat que fueron afectados tanto por el huracán como por el incendio.
- Es importante que se disminuya el nivel de intervención antrópica en la zona para poder asegurar que los procesos de regeneración natural principalmente en el paisaje quemado se den con las menores perturbaciones y se pueda garantizar el correcto desarrollo de la regeneración en el ecosistema.

## RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

Es importante establecer un sistema de monitoreo el cual esté dirigido a valorar las interacciones entre las especies, las comunidades y sistemas ecológicos incluyendo los procesos naturales como dispersión de semilla y polinización. Dicho sistema deberá de estar incorporado en las estrategias de conservación y restauración como eje fundamental.

Establecer la restricción absoluta a la extracción de madera caída y otros recursos naturales que estén dentro de la Reserva Biológica, así como la restricción de la actividad antrópica dentro de la Reserva (Agricultura).

Debe de priorizarse la recuperación de relictos de bosque y de biodiversidad que quedaron posteriores a ambos eventos ya que estas zonas son de vital importancia para la restauración ecológica de la flora y la fauna.

Para monitorear la recuperación de las especies vegetales se debe de hacer una comparación de diversos tipos de hábitat que componen el paisaje, monitoreo efectivo de poblaciones de especie a nivel de comunidad, con énfasis en poblaciones de especies vulnerables y especies indicadoras que proporcionen información temprana sobre el estado del ecosistema.

Las zonas que se identificaron como sitios de hospedaje de aves son de vital importancia ya que pueden ser utilizados como zonas de recuperación de especies; estos deberían de ser incluidos en las estrategias de conservación.

Trabajar con las comunidades y demás habitantes de la Reserva en educación ambiental de forma que tengan conocimiento y herramientas para tomar mejores decisiones de manejo dentro de sus territorios, y evitar prácticas inadecuadas.



# LITERATURA CITADA



- Amigos de Tierra/España; FUNDAR. (2000). *Ficha informativa de los humedales Ramsar: Humedal Refugio de Vida Silvestre Río San Juan*. Managua.
- Arana, S., & Tórrez, M. A. (2004). *Estudio de las especies de las familias Saturniidae, Sphingidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae (Lepidoptera), Scarabaeidae (Coleoptera) y su potencial uso como indicadores de calidad de ecosistema en diferentes hábitats de Indio Maíz*. Managua.
- ARAUCARIA; MARENA; AECL. (2005). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Río San Juan, Reserva de la Biosfera Río San Juan*. Managua.
- Arendt, W. G. (1999). *Status of the volcanically threatened Monserrat Oriole, Icterus oberi, and the other forest birds in Monserrat*. West India: Conservation International.
- Arróliga, & Rosales, H. (2000). *Monitoreo de Aves Residentes y Migratorias en el Refugio de Vida Silvestre los Guatuzos, Río San Juan, Nicaragua*. Managua.
- Badía, & Martí. (2003). *Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils*. *Arid Land Research and Management* No.17, 23–41.
- Barrientos. (2010). *Los moluscos terrestres (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica: clasificación, distribución y conservación*. Biología Tropical.
- CCAD. (2010). *Listado actualizado de las especies de flora y fauna incluidos en los apéndices de la CITES, distribuidas en Centroamérica y República Dominicana*. Managua.
- CCT. (1988). *Propuesta para la Creación del Sistema Internacional de Áreas Protegidas para la Paz, SI – A – PAZ*. Río San Juan.
- Centro Humboldt. (2016). *Agenda Ambiental para el Desarrollo Sostenible - Nicaragua 2020*. Managua.
- Chiarello. (2000). *Densidad y Tamaño Poblacional de Mamíferos en Remanentes del Bosque del Atlántico Brasileño*. *Brasil: Conservation Biology*, Vol.14 (6):1649-1657.
- Clarke, Lawes, B, M., J, R.-S., Nano, Bradstock, & RM, G. (2015). *A synthesis of postfire recovery traits of woody plants in Australian ecosystems*. *Science of the Total Environment* No. 534, 31–42.
- Cochrane, & Laurance. (2002). *Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests*. *Journal of Tropical Ecology* No.18, 311–325.
- Cody, M. L. (2000). *Antbird guilds in the lowland caribbean rainforest of southeast Nicaragua*. *The Condor*.
- Crow, T. (1990). *Old growth forest and biological diversity: a basis for sustainable forestry*. *En Old Growth Forestry. What are they? How do they work?.* Ottawa, Canada: T.R. Crow, editor.
- ERM. (2015). *Environmental and social Impact assessment canal de Nicaragua (Vol XI)*. Managua.
- FUNDAR. (2004). *Plan de manejo de la Reserva Biológica Indio Maíz. Período 2005-2010*. Managua.



FUNDAR. (2018). *Informe de los Daños ecosistémicos ocasionados por el Incendio en la zona baja del Río Indio en la Reserva Biológica Indio Maíz*. Managua.

González-Valdivia, N., S., O.-G., E, C., O, L., Pérez-Hernández, & Ponce-Mendoza. (2010). *Gasterópodos terrestres asociados a un paisaje agropecuario y a un referente ecológico en el sureste de México*. Tabasco-Mexico.

H, V. G., A, L., J, U., & A, M.-F. (2016). *Moluscos Continentales del Río Grande de Matagalpa, RACCS, Nicaragua. Sección Tumarín, área proyectada del embalse*. Managua: BioNica.

Knicker. (2007). How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. *Biogeochemistry* No.85, 91–118.

Laval, & Rodríguez-Herrera. (2002). *Murciélagos de Costa Rica, Bats. 1 ed.* Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, 2002. 320 p.

Lezama, & Arróliga. (1997). *Diversidad, uso de hábitat y distribución según su rango geográfico de aves en el refugio de Vida Silvestre Los Guatuzos*. Managua.

López, A., & Urcuyo. (2009). *Moluscos de Nicaragua II: Gastrópodos*. Managua.

McNeill, J. (2000). *Something new under the sun: an environmental history of the twentieth-century world*. New York: W.W. Norton y Co.

Medina-Fitoria. (2016). *Diversidad de micromamíferos de la cuenca del Río Punta Gorda*. Bluefields, Nicaragua: Revista Nicaragüense de Biodiversidad.

Medina-Fitoria, & Saldaña. (2012). *Lista Patrón de Los Mamíferos de Nicaragua*. Managua: FUNDAR. 40 pág.

Medina-Fitoria, Silva, & C. Molina, J. R. (2016). *Diversidad de micromamíferos de la cuenca del Río Punta Gorda. Bluefields – Nicaragua: Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN: 2413-337X), N° 10.*

Medina-Fitoria, Toval, N., J.M Maes, A. G., Hernández, B., Vega, G., Debrix, A., . . . Urcuyo, J. (2018b). *Diversidad biológica de la cuenca baja del Río Grande de Matagalpa en el caribe de Nicaragua*. Managua: Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) N° 38.

Medina-Fitoria. (2014). *Murciélagos de Nicaragua: Guía de campo*. Managua: MARENA/PCMN 1ª ed.

Omeja, Lwanga, Obua, & Chapman. (2011). Fire control as a simple means of promoting tropical forest restoration. *Tropical Conservation Science* No.4, 287–299.

Oppenheimer. (1968). *Behavior and ecology of the white faced monkey, Cebus eapucinus, on Barro Colorado Island*. Colorado: Univ. Microfilms Ltd.

Peres. (1997). *Effects of habitats quality and hunting pressure on arboreal folivore densities in Neotropical forests: a case study of howler monkeys (Alouatta spp.)*. Folia Primatologica 69: 199-222.

Pivello. (2011). The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: Past and present. *Fire Ecology* 7(1), 24–39.

Randrianarison, Schlaepfer, Mills, Hervé, Razanaka, Rakotoarimanana, & Buttler. (2015). Linking historical land use to present vegetation and soil characteristics under slash-and-burn cultivation in Madagascar. *Applied Vegetation Science* No.19, 40–52.

Reid. (2009). *A field guide of the mammals of Central America y Mexico 2ª ed.* New York Oxford.: Oxford University Press. 346 pág.

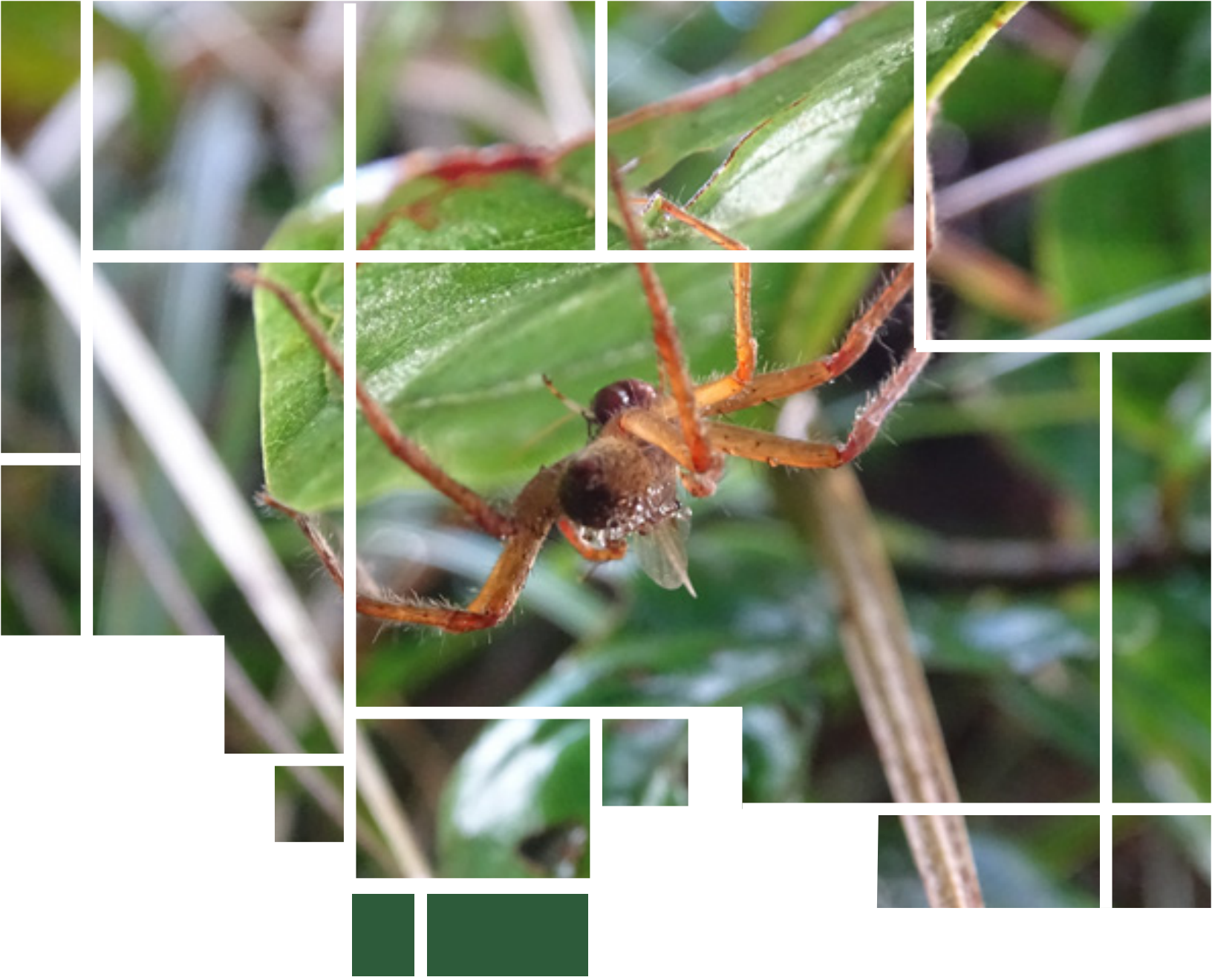
Saravia. (1996). *Base Metodológica para un esquema de ordenamiento ambiental del territorio. Tesis de Maestría.* San José.

Vandermeer, & Granzow. (2004). Height dynamics of the thinning canopy of a tropical rain forest: 14 year of succession in a post-hurricane forest in Nicaragua. *Forest Ecology And Management*, vol 199, 125-135.

Vandermeer, e. a. (1991). *Los bosques del Caribe de Nicaragua tres años después del huracán Joan.* Managua.

Worman, & Chapman, C. (2006). *Densities of two frugivorous primates with respect to forest and fragment tree species composition and fruit a viability.* International Journal of Primatology, Vol. 27(1):203-225.

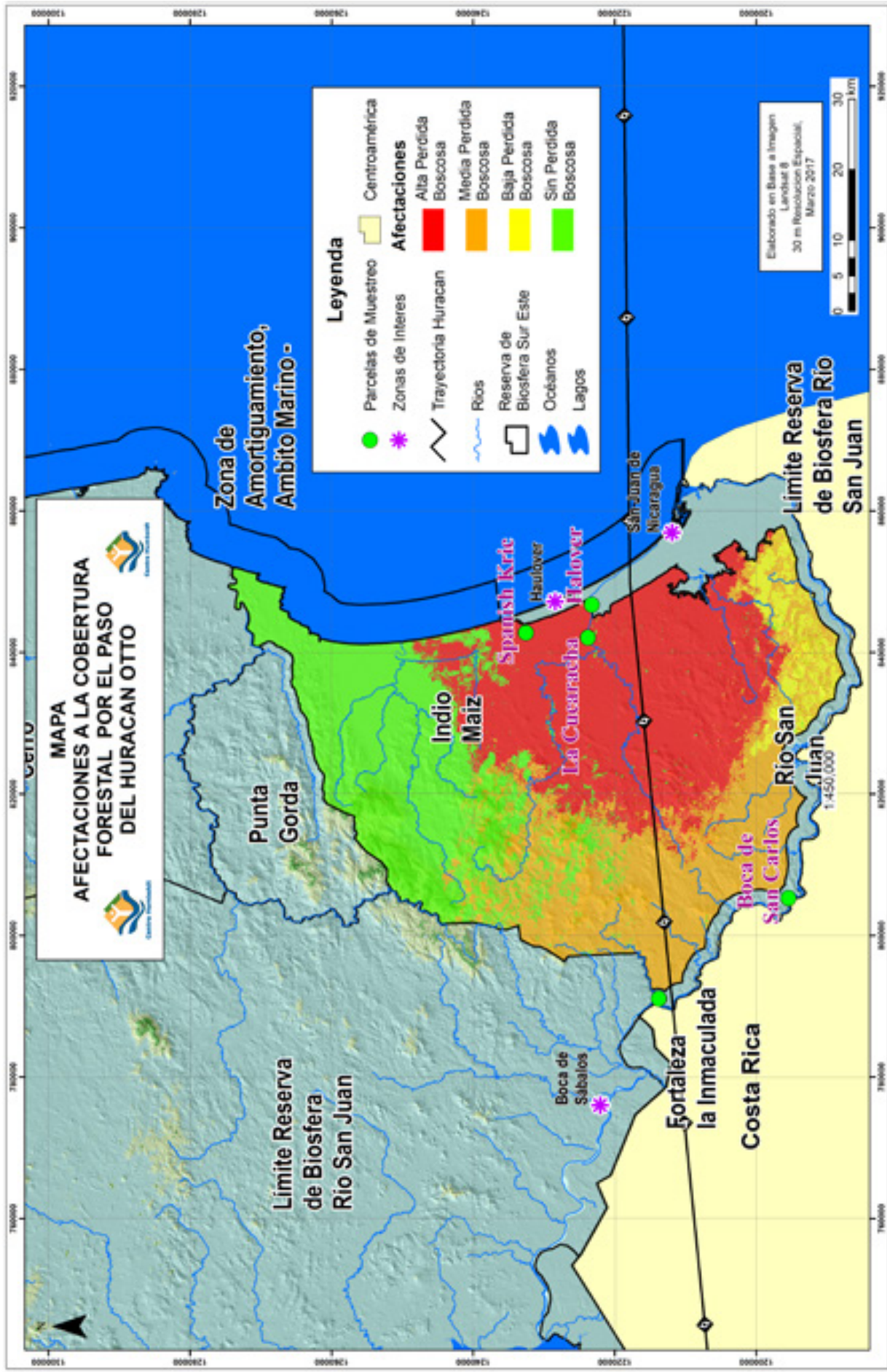
Xaud, Martins, & Santos, D. (2013). Tropical forest degradation by mega-fires in the northern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* No.294, 97–106.



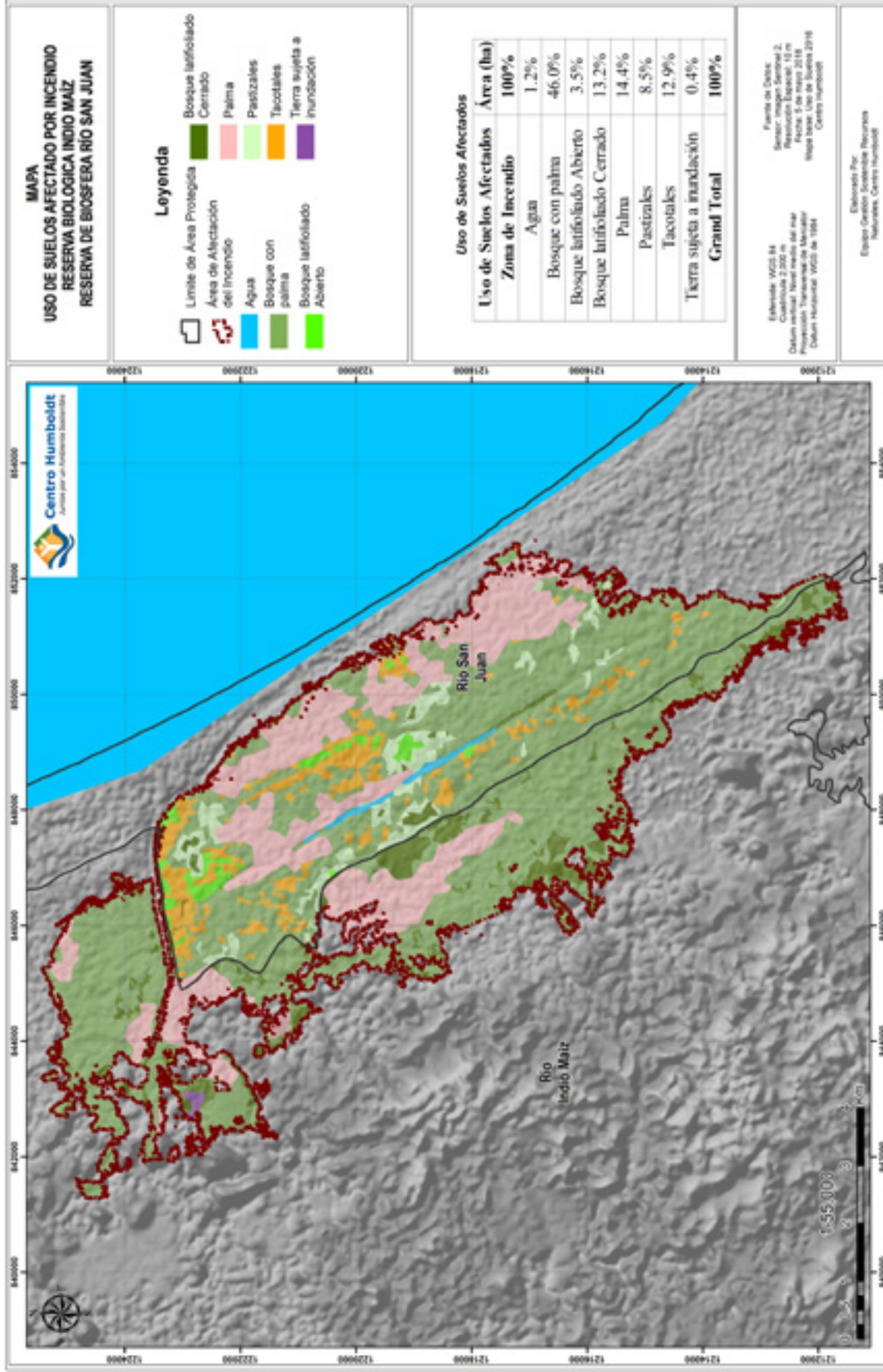
# ANEXOS



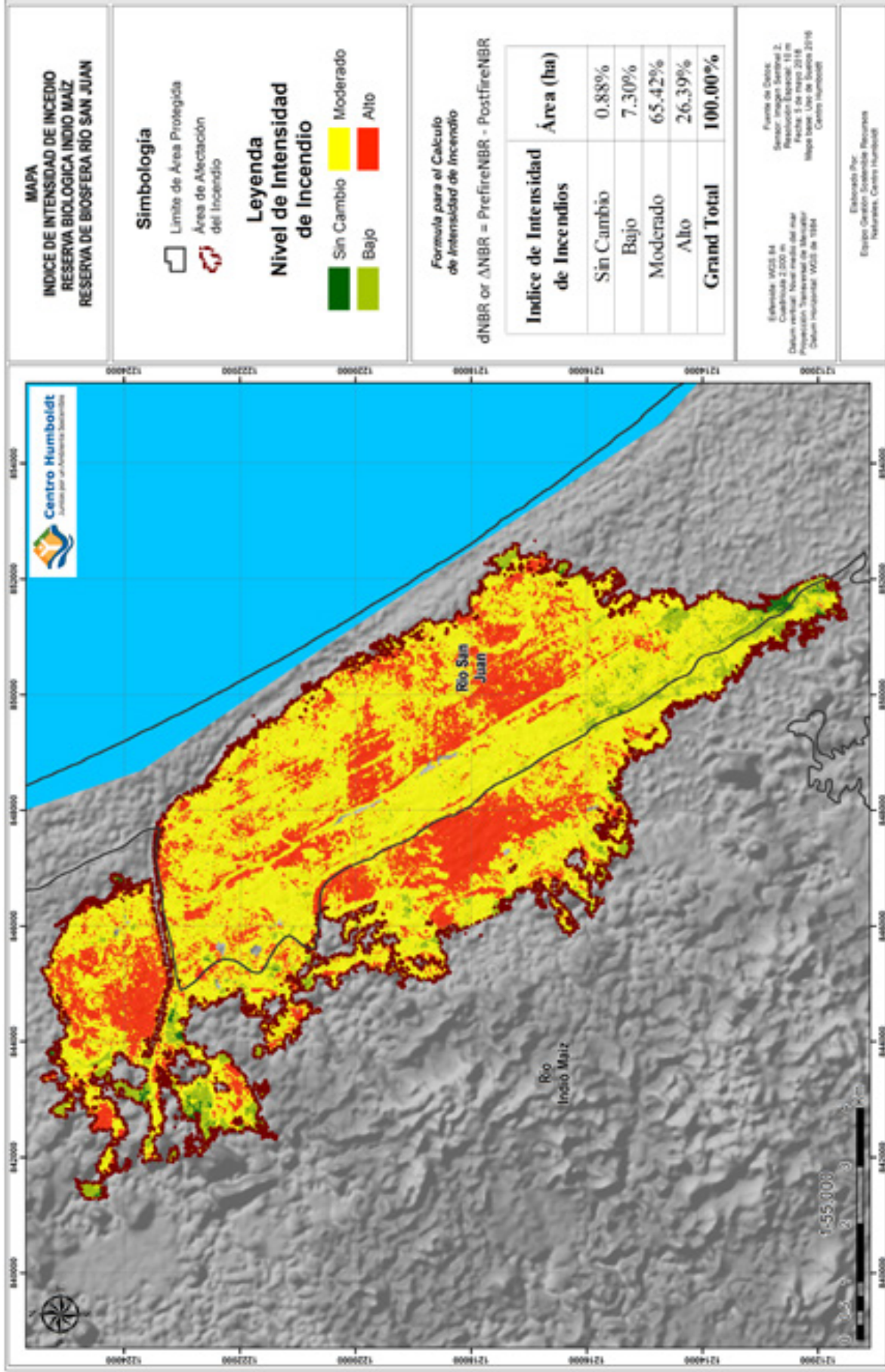




Anexo 2. Mapa de Afecciones tras el paso del Huracán Otto



Anexo 3. Usos de Suelos afectados



Anexo 4. Índice de Severidad de Incendio

*Anexo 5. Dossier Fotográfico*



*Río Indio antes y después del huracán Otto del 2016 e incendio de 2018. Foto Izq: Pablo Sánchez, 2012; Foto der: Arnulfo Medina 2018.*



*Entrada a Caño Negro efluente del Río Indio antes del huracán. Foto: Pablo Sánchez 2012.*



*Entrada a Caño Negro efluente del Río Indio post huracán. Foto: Eduardo Medina 2018.*





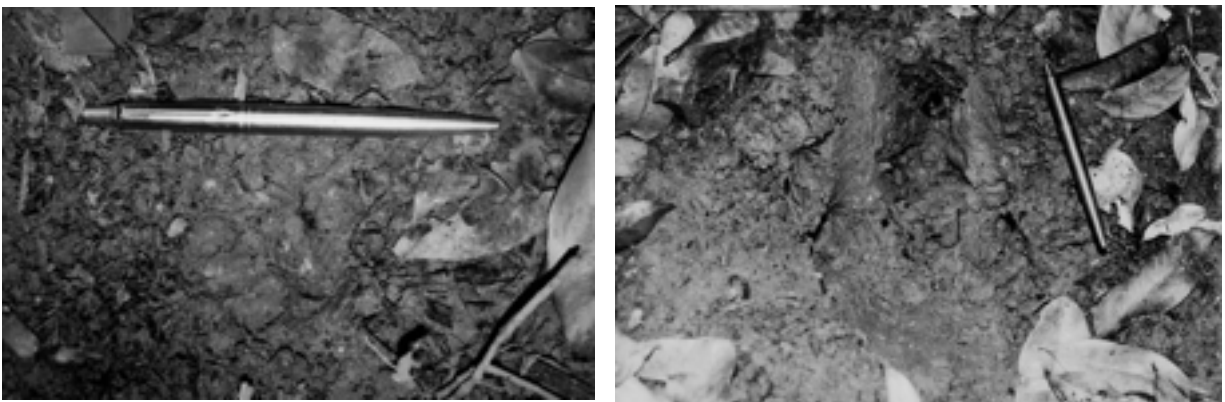
*Yolillales del Río Indio antes y después del huracán e incendio. Foto Izq: Pablo Sánchez, 2012; Foto der: Arnulfo Medina 2018.*



*Yolillales Caño Tapou afluente del Río Indio antes y después del huracán e incendio. Foto Izq: Pablo Sánchez, 2012; Foto der: Eduardo Medina 2018.*

#### *Anexo 6. Fauna Mastozoológica*

#### **Especies típicas de Río Indio encontradas en el año 2000**



*Huellas de jaguar (*Panthera onca*) y danta (*Tapirus bairdii*) en Río Indio. Fotos: Arnulfo Medina 2000.*



*Cacería de Chancho de monte (*Tayassu pecari*) y heces de oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) en Río Indio. Fotos: Arnulfo Medina 2000.*

### **Especies de Río Indio encontradas en el año 2018**



*Zarigüeya cuatro ojos (*Phylander opossum*) y ardilla norteña (*Sciurus deppei*)*



*Guatusa (*Dasyprocta punctata*) y guardatinaja (*Cuniculus paca*). Fotos: Arnulfo Medina 2018.*



*Tigrillo (Leopardus pardalis) y Mono cariblanco (Cebs capucinus). Fotos: Arnulfo Medina 2018.*



*Mono congo (Alouatta palliata) y mono araña (Ateles geoffroyi). Fotos: Arnulfo Medina 2018.*



*Murciélago nectarívoro (Glossophaga commissarisi) y murciélago frugívoro común (Artibeus jamaicensis). Fotos: Arnulfo Medina 2018.*



Murciélago frugívoro: *Platyrrhinus helleri* y *Uroderma convexum*. Fotos: Arnulfo Medina 2018.

Anexo 7. Listado de Aves

NOMBRE DE LA ESPECIE	FAMILIA	CAÑO LA PALOMA	CAÑO TAPOU	CERRO LA CUCARACHA	EL ENCANTO	DON MATILDO	TOTAL GENERAL
Amazilia tzacatl	Trochilidae	3		1	2		6
Amazona farinosa	Psittacidae	2	2		11		15
Ardea alba	Ardeidae				1		1
Arremonops conirostris	Passerellidae				1		1
Attila spadiceus	Tyrannidae	1	3		1		5
Campephilus guatemalensis	Picidae	3			1		4
Cathartes aura	Cathartidae			1			1
Cathartes burrovianus	Cathartidae	6					6
Ceratopira mentalis	Pipridae				1		1
Coragyps atratus	Cathartidae		1				1
Cyanerpes cyaneus	Thraupidae	1					1
Dumetella carolinensis	Mimidae		1				1
Euphonia gouldi	Fringillidae		1				1
Geothlypis poliocephala	Parulidae		1				1
Henicorhina leucosticta	Troglodytidae	1	2		2	2	7
Herpetotheres cachinnans	Falconidae		2		4		6
Hylocharis eliciae	Trochilidae	1					1
Hylopezus dives	Grallariidae		1				1
Lepidocolaptes souleyetii	Furnariidae	1					1
Leptodon cayanensis	Accipitridae	2					2
Megaceryle torquata	Alcedinidae	1	1		4		6
Melanerpes pucherani	Picidae	4	1			1	6
Myiarchus crinitus	Tyrannidae	2	1		1		4
Pachysylvia decurtata	Vireonidae	2	1		5		8
Parkesia noveboracensis	Parulidae				1		1
Patagioenas cayennensis	Columbidae	2					2
Phaethornis striigularis	Trochilidae		1				1
Poliophtila plumbea	Poliophtilidae	1	3		2		6
Psarocolius montezuma	Icteridae	2			2		4
Pteroglossus torquatus	Ramphastidae				1		1
Ramphocaenus melanurus	Poliophtilidae	1	1				2
Ramphocelus passerinii	Thraupidae	4	1		2		7

<i>Setophaga pensylvanica</i>	Parulidae			1		1	2
<i>Setophaga petechia</i>	Parulidae				2		2
<i>Sporophila corvina</i>	Thraupidae	2				2	4
<i>Sporophila funerea</i>	Thraupidae	1	1		15	2	19
<i>Thalurania colombica</i>	Trochilidae			1			1
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	Thamnophilidae	2	3	1		1	7
<i>Thraupis episcopus</i>	Thraupidae	1					1
<i>Trogon massena</i>	Trogonidae		1				1
<i>Turdus grayi</i>	Turdidae	2	1				3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tyrannidae	2					2
<i>Vireo flavifrons</i>	Vireonidae	1					1
<i>Volatinia jacarina</i>	Thraupidae	1					1
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Accipitridae				1		1
<i>Ramphastos ambiguus</i>	Ramphastidae				1		1
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Accipitridae				4		4
<i>Tachycineta albilinea</i>	Hirundinidae				3		3
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae				1		1
<i>Patagioenas cayennensis</i>	Columbidae	2			1	1	4
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tyrannidae				1		1
<i>Cathartes burrovianus</i>	Cathartidae				6		6
<i>Egretta caerulea</i>	Ardeidae				1		1
<i>Heliornis fulica</i>	Heliornithidae				1		1
<i>Actitis macularius</i>	Scolopacidae				1		1
<i>Pandion haliaetus</i>	Accipitridae				1		1
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae				10		10
<i>Cantorchilus nigricapillus</i>	Troglodytidae	1					1
<i>Dryocopus lineatus</i>	Picidae	1					1
<i>Polioptila plumbea</i>	Poliophtilidae	1					1
<i>Vireo flavifrons</i>	Vireonidae	1					1
<i>Rupornis magnirostris</i>	Accipitridae	1					1
<i>Anthracothonax prevostii</i>	Trochilidae	1					1
<i>Aramides albiventris</i>	Rallidae	1				1	2
<i>Protonotaria citrea</i>	Parulidae	1					1
<i>Amazilia tzacatl</i>	Trochilidae	1				1	2
<i>Buteo platypterus</i>	Accipitridae	1					1
<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae	1					1
<i>Cochlearius cochlearius</i>	Ardeidae	2					2
<i>Mycteria americana</i>	Ciconiidae	1					1
<i>Herpetotheres cachinnas</i>	Falconidae	1					1
<i>Icterus galbula</i>	Icteridae	1					1
<i>Sporophila torqueola</i>	Thraupidae					1	1
<i>Florisuga mellivora</i>	Trochilidae					1	1
<i>Arremonops conirostris</i>	Passerellidae					2	2
<i>Ara ambiguus</i>	Psittacidae					8	8
<i>Chloroceryle aenea</i>	Alcedinidae					1	1
<i>Ara macao</i>	Psittacidae					2	2
<i>Laterallus albigularis</i>	Rallidae					2	2
<i>Pyrrhula haematotis</i>	Psittacidae					2	2
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Caprimulgidae	1					1
<i>Tigrisoma lineatum</i>	Ardeidae	1					1
<b>Total general</b>		<b>72</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>91</b>	<b>31</b>	<b>229</b>

## Anexo 8. Listado de Moluscos Continentales

ID	SITIO	NO. SITIO	PUNTO	N.P (LOTE)	FECHA	FAMILIA	NOMBRE ESPECIE	NO. EJEMPL.
1	El Encanto	1	Pantano-H	1	12/12/18	HELICINIDAE	<i>Helicina deppeana</i>	4
2	El Encanto	1	Pantano-H	1	12/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	3
3	El Encanto	1	Firme-H	2	12/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	5
4	El Encanto	1	Firme-H	2	12/12/18	PUNCTIDAE	<i>Punctum sp. 1</i>	1
5	El Encanto	1	Firme-H	2	12/12/18	SYSTROPHIIDAE	<i>Miradiscops cf opal</i>	1
6	El Encanto	1	Firme-H	2	12/12/18	ZONITIDAE	<i>Hawaiiia minuscula</i>	3
7	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	HELICINIDAE	<i>Helicina deppeana</i>	6
8	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	5
9	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	SUBULINIDAE	<i>Leptinaria lamellata</i>	2
10	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	THYSANOPHORIDAE	<i>Microconus rufus</i>	1
11	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	ZONITIDAE	<i>Hawaiiia minuscula</i>	3
12	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	PUNCTIDAE	<i>Punctum sp. 1</i>	1
13	Cerro La Cucaracha	2	Firme-H	3	16/12/18	SYSTROPHIIDAE	<i>Systrophia sp.</i>	1
14	Caño Las Palomas	3	Firme-H.I.I	4	13/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	1
15	Caño Las Palomas	3	Firme-H.I.I	4	13/12/18	SUBULINIDAE	<i>Lamellaxis gracilis</i>	2
16	Caño Las Palomas	3	Firme-H.I.I	4	13/12/18	ZONITIDAE	<i>Hawaiiia minuscula</i>	2
17	Caño Las Palomas	3	Agua-caño	5	13/12/18	AMPULLARIIDAE	<i>Pomacea flagellata</i>	2
18	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	HELICINIDAE	<i>Helicina deppeana</i>	4
19	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	SYSTROPHIIDAE	<i>Miradiscops panamensis</i>	1
20	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	PUNCTIDAE	<i>Punctum sp. 1</i>	2
21	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	SYSTROPHIIDAE	<i>Drepanostomella pinchoti</i>	1
22	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	SUBULINIDAE	<i>Leptinaria lamellata</i>	2
23	Caño Las Palomas	3	Firme-H	6	14/12/18	VERONICELLIDAE	<i>Belocalus angustipes</i>	1
24	Caño Las Palomas	3	Pantano-H.I.I	7	13/12/18	Sin Familia	0 especie	0
25	Caño Top out	4	Firme-H.I.I	8	17/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	3
26	Caño Top out	4	Firme-H.I.I	8	17/12/18	SUBULINIDAE	<i>Disopeas sp.</i>	3
27	Caño Top out	4	Firme-H.I.I	8	17/12/18	ZONITIDAE	<i>Hawaiiia minuscula</i>	3
28	Caño Top out	4	Pantano-B.I-H.I	9	17/12/18	HELICINIDAE	<i>Helicina deppeana</i>	2
29	Caño Top out	4	Pantano-B.I-H.I	9	17/12/18	SUBULINIDAE	<i>Subulina octona</i>	2
30	Caño Top out	4	Pantano-B.I-H.I	9	17/12/18	EUCONULIDAE	<i>Guppya gundlachi</i>	1
31	Caño Top out	4	Pantano-B.I-H.I	9	17/12/18	PUNCTIDAE	<i>Punctum sp. 1</i>	1
32	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	BULIMULIDAE	<i>Bulimulus corneus</i>	3
33	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	SUBULINIDAE	<i>Leptinaria lamellata</i>	1
34	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	SUBULINIDAE	<i>Lamellaxis gracilis</i>	3
35	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	SUBULINIDAE	<i>Lamellaxis micra</i>	5
36	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	FERUSSACIDAE	<i>Cecilioides gundlachi</i>	1
37	Greytown	5	Firme-arenoso	10	19/12/18	EUCONULIDAE	<i>Guppya gundlachi</i>	1
38	Greytown	5	Agua-cauce	11	19/12/18	AMPULLARIIDAE	<i>Pomacea flagellata</i>	1
39	Greytown	5	Agua-río	11	19/12/18	NERITIDAE	<i>Neritina lineolata</i>	3



