

# REVISTA NICARAGUENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 49.

Junio 2019

---

Evaluación piloto de los efectos del huracán Otto en la  
Estación Biológica La Lupe del sureste de Nicaragua

Wayne J. Arendt & Marvin Alejandro Tórrez



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO  
ASOCIACIÓN NICARAGÜENSE DE ENTOMOLOGÍA  
LEON - - - NICARAGUA

***La Revista Nicaragüense de Biodiversidad*** (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

***The Revista Nicaragüense de Biodiversidad*** (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

### Consejo Editorial

**Jean Michel Maes**  
Editor General  
Museo Entomológico  
Nicaragua

**Milton Salazar**  
Herpetonica, Nicaragua  
Editor para Herpetología.

**Eric P. van den Berghe**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Peces.

**Liliana Chavarría**  
ALAS, El Jaguar  
Editor para Aves.

**Arnulfo Medina**  
Nicaragua  
Editor para Mamíferos.

**Oliver Komar**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar  
Álvarez**  
ZAMORANO, Honduras  
Editor para Biotecnología.

**Indiana Coronado**  
Missouri Botanical Garden/  
Herbario HULE-UNAN León  
Editor para Botánica.

---

**Foto de Portada:** *Trogon rufus* (Foto Marvin Tórrez).

## Evaluación piloto de los efectos del huracán Otto en la Estación Biológica La Lupe del sureste de Nicaragua

Wayne J. Arendt<sup>1,3</sup> & Marvin Alejandro Tórrez<sup>2</sup>

### RESUMEN

El huracán Otto, registrado históricamente como el huracán que tocó tierra firme más al sur en Centroamérica, fue un fenómeno de categoría 3 que impactó el sureste de Nicaragua el 24 de noviembre del 2016. Para describir los efectos del huracán en la avifauna, se realizaron en la Estación Biológica La Lupe conteos de aves antes y después del paso del fenómeno. En los sitios que se realizaron las observaciones, se catalogaron los hábitats como bosque maduro y joven de acuerdo a la diversidad florística y DAP, y se anotó el estrato vertical en el que se observaban. Se determinaron los grupos funcionales a través de los gremios alimenticios y la afiliación al bosque. Se encontró que el huracán destruyó una porción sustancial del bosque de casi el 94% del mismo. En su totalidad, 29 especies de aves fueron detectadas, 22 especies fueron encontradas previo al huracán y 6 una vez había pasado. Todos los grupos funcionales disminuyeron después del paso del huracán, y lo mismo ocurrió en toda la estructura vertical del bosque. Antes del huracán este parche de bosque ya mostraba ausencia de algunas especies típicas del bioma “bosque húmedo del caribe.” Además, que está en un proceso de aislamiento en el paisaje debido a la fragmentación, por lo que los esfuerzos de restauración y recuperación deben contemplar el uso de la avifauna como indicador de la salud y integridad del bosque.

**Palabras claves:** América Central, ciclones tropicales, diversidad florística, gremio de alimentación

<sup>1</sup>International Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service, Sabana Field Research Station, HC 02 Box 6205, Luquillo, PR 00773, cell: (978) 482-5136, email: [waynearendt@gmail.com](mailto:waynearendt@gmail.com).

<sup>2</sup>Universidad Centroamericana (UCA), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Naturales, Managua, tel. (505) -2278-3923 ext. 1113, email: [mtorrez@uca.edu.ni](mailto:mtorrez@uca.edu.ni).

<sup>3</sup>Autor para correspondencia: Wayne J. Arendt <[waynearendt@gmail.com](mailto:waynearendt@gmail.com)>

## ABSTRACT

**The effects of Hurricane Otto on the La Lupe Biological Station in southeastern Nicaragua.** Hurricane Otto, the southernmost land-falling hurricane in Central America on record, was a category 3 cyclone that affected southeastern Nicaragua on 24 November 2016. To determine the effects on Nicaragua's avifauna, we conducted post-hurricane audio-visual point-count surveys within the La Lupe Biological Station and compared pre- and post-hurricane results. We classified habitat type using floristic diversity and DBH criteria. Two major habitat types were recognized: mature and young forest. We categorized birds by functional groups such as feeding guilds and forest affiliated species. We also noted the vertical strata at which individuals were detected. Hurricane Otto destroyed virtually all (94%) of the forest. In total, 29 bird species were detected, 22 of which were detected prior to the hurricane and only 6 afterwards. All functional groups decreased after the hurricane, as did avian diversity along the vertical strata of the forest. This forest remnant showed a dearth of species typical of the Caribbean lowland humid forest biome even before the hurricane, and its isolation continues to increase due to fragmentation. Therefore, it is important that habitat restoration efforts include birds as bioindicators to gain a broader perspective on the health, integrity, and sustainability of the forest.

**Key words:** Central America, feeding guild, floristic diversity, tropical cyclones

## INTRODUCCIÓN

El huracán Otto es un fenómeno meteorológico categoría 3, que ingresó por el sureste de Nicaragua al final de la época de huracanes del año 2016, el 24 de noviembre, y que salió enfilando por Costa Rica en el noroeste (NOAA 2016), ocasionando cambios en la estructura de los bosques (Araya 2017). Los huracanes son fenómenos cuya ocurrencia afecta usualmente los ecosistemas de bosques húmedos de la Vertiente Caribeña de Nicaragua (Milán 2009).

La Estación Biológica La Lupe (EBL) pertenece a la zona natural de bosque húmedo de tierras bajas (Holdridge 1996), en lo que es también el zoobioma de la vertiente del caribe (Stotz *et al.* 1996). Ubicada en el municipio El Castillo, es parte de la reserva de biosfera del sureste de Nicaragua, siendo un remanente boscoso en un paisaje dominado por la ganadería y la agricultura (INIDE-MAGFOR 2013).

Los efectos de los huracanes en la fauna han sido documentados con anterioridad ampliamente para aves de las islas del Caribe (Haney *et al.* 1991; Wunderle & Wiley 1996; Arendt 2006; Rittenhouse *et al.* 2010; Wunderle y Arendt 2011) y el Caribe mexicana (Perdomo-Velázquez *et al.* 2017), pero documentación sobre los efectos en Centroamérica (Johnson & Winker 2010) y en particular, Nicaragua (Will 1991) son escasos. Entender los efectos de estos fenómenos es prioritario para la sostenibilidad y manejo de los bosques (Tanner *et al.* 2014), teniendo en cuenta que con el cambio climático provocará un aumento de los huracanes en esta área (MARENA 2012).

Analizaremos la riqueza de especies en el área de bosque de la Estación Biológica La Lupe antes y después de la ocurrencia del huracán Otto, teniendo en cuenta grupos funcionales y estrato de las detecciones, con el fin de documentar los efectos que el huracán haya tenido en la misma.

## MÉTODOS

### Área de estudio

La Estación Biológica La Lupe (EBL) es un área de bosque muy húmedo de ~30 hectáreas ubicada en las coordenadas 11° 7'43"N, 84° 21'36"O (Figura 1), ubicada a unos 50 km de la ciudad de San Carlos en el municipio del Río San Juan. Esta zona tipificada también como pluviselva, se encuentra a una altura que oscila entre 80-90 msnm, con una precipitación promedio de 3,500 mm de lluvia anuales (INETER 2005).

El paisaje está fragmentado, donde un 55% del paisaje está dominado por árboles, estando el restante dominado por zonas de pasto, agricultura y áreas urbanizadas (Figura 2). Los sitios de observación de aves fueron caracterizados por la riqueza de especies arbóreas y el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Se utilizaron para este fin los datos de Medrano & Méndez (2016), y se utilizó como referencia Lamprecht (1990), Morales *et al.* (2012) y Vargas (2012), para la determinación del tipo de hábitat en virtud de su estado de conservación o climax, los cuales nombramos como bosque maduro (BM) y bosque joven (BJ).

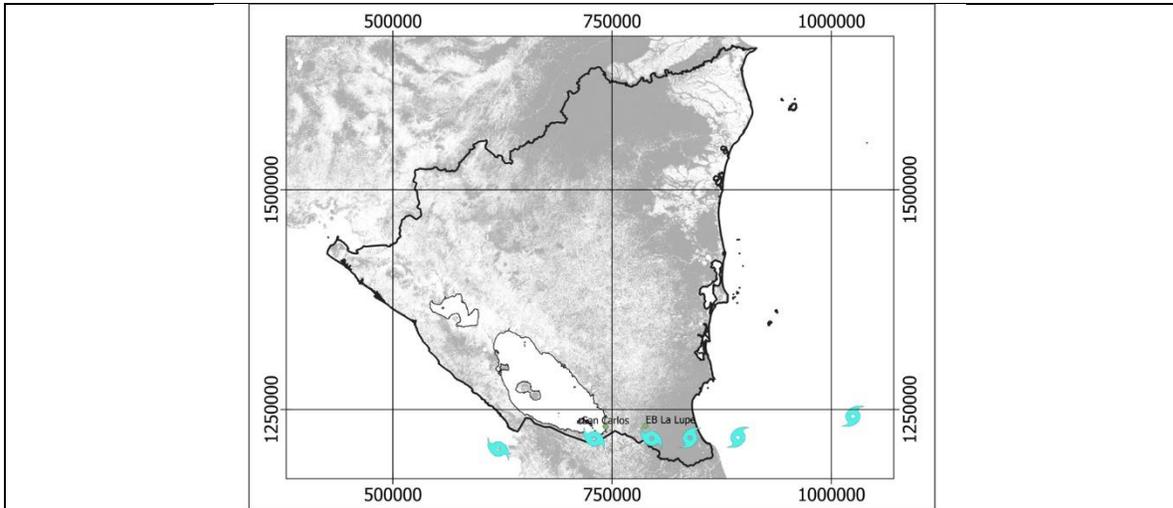


Figura 1. Trayectoria del huracán Otto en territorio nicaragüense (Fuente NOAA 2016).

Definimos un bosque maduro como las áreas con una diversidad florística, medida en especies de árboles cada 100 m<sup>2</sup> (spp./100 m<sup>2</sup>) y clase diamétrica mayores a la presente en los bosques jóvenes, siendo entre las características más sobresalientes de los bosques maduros poseer especies arbóreas con clases diamétricas superior los 55 cm de DAP y riqueza por mayor a los 2.2 sp/m<sup>2</sup> (datos adaptados de Lamprecht 1990, Morales *et al.* 2012 y Vargas 2012).

### Muestreo de aves

Las aves fueron detectadas por vista y sonido en un transecto de 500 m, que cruzaba la reserva en su porción este. Se anotó adicionalmente en que estrato (sotobosque, medio, dosel), eran detectados los individuos (Figura 2). A lo largo del transecto se hicieron cinco puntos de 10 min cada uno en el cual se anotaron las aves detectadas. Cada punto fue visitado dos veces. La primera vez fue pre-huracán el 9 de noviembre del 2016 entre las 0600 h y las 0800 h, y la segunda vez en el mismo rango de hora el 6 de diciembre del 2016 en el mismo horario.

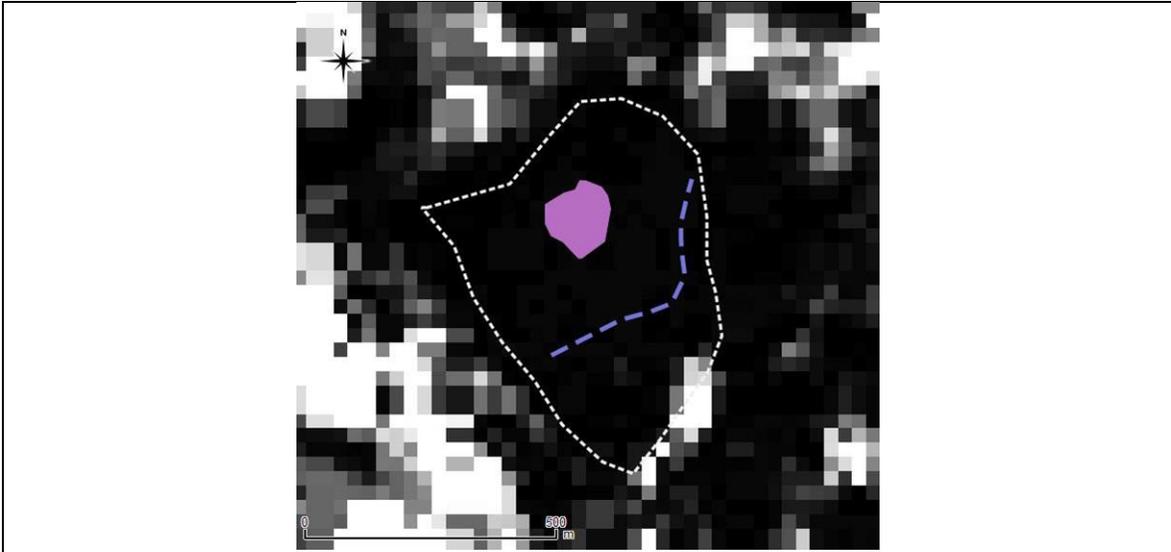


Figura 2. Mapa mostrando el área total de la EBL (línea contorno punteada), donde el área no afectada por el huracán Otto se ubica en la sección norte del bosque (color sólido celeste), el transecto de conteo de aves se muestra como una línea punteada. Colores negro y grises denotan sitios con cobertura forestal según Hansen *et al.* (2013).

Se anotó también si el ave se detectada en el sotobosque (0-3 m), en el estrato medio (4-15 m), o en el dosel directamente ( $\geq 16$  m). Se determinaron gremios alimenticios fue hecha usando como referencia a Tórrez *et al.* (2013), resultando para el presente estudio los gremios: insectívoros, frugívoros, nectarívoros, granívoros, carnívoros, insectívoros-frugívoros. Las especies generalistas y especialistas se determinaron de acuerdo al tipo de hábitat que prefieren, identificándose como especialistas aquellas cuya dependencia a hábitats conservados es catalogada como alta a media. Se consultó Stotz *et al.* (1996), donde se observó si las especies prefieren hábitats mejor conservados, o de un tipo, y generalistas como aquellas que usan más de dos tipos incluyendo hábitat antropizados.

## RESULTADOS

### Estructura general del bosque dentro de la Estación Biológica La Lupe

Se determinó que los BM tenían una riqueza arbórea de 5.5 spp./100 m<sup>2</sup> y las clases diamétricas fueron superior a los 35 cm en más del 13% de las especies, con varias especies de más de 75 cm, mientras los BJ mostraron una riqueza arbórea de 0.88 spp./100 m<sup>2</sup> y solo el 6% (un individuo) tuvo un DAP mayor a los 35 cm, sin encontrarse individuos de más de 75 cm. Los valores de BM corresponden a tractos de más de 30 años y los de BJ a tractos de menos de 15 años de acuerdo a Morales *et al.* (2012).

### Conteos aviares

Se lograron identificar un total de 29 especies y 80 detecciones. Durante una primera visita a campo se lograron contabilizar 22 especies de aves, distribuidas en 35 detecciones. Después del huracán los resultados fueron de 9 especies y 45 detecciones, con un promedio de especies por punto de  $6 \pm 1$ , versus  $3.5 \pm 1.29$ . De acuerdo a los hábitats, antes del huracán, la riqueza fue igual para las áreas denominadas BM y BJ ( $6 \pm 1$  vs  $6 \pm 1.44$ ), mientras que después del huracán disminuyó de manera más evidente en el BM que BJ ( $1.5 \pm 2.12$  vs  $3.67 \pm 1.53$ , respectivamente), aunque incluso la riqueza aviar en BJ disminuyó casi un 50% después del huracán.

El 94% del bosque total de la zona fue afectado negativamente por el huracán, pasando la cobertura boscosa de 50-70% a 0-10% (Figura 2), con caída de árboles y clareo de copa. La visita a campo constató que aunque la caída de los árboles no fue total, muchos de los árboles en pie perdieron la totalidad de la copa.

Únicamente tres de las 29 especies aviares se compartieron en ambos muestreos, dos de las cuales (*Amazona farinosa*, *Setophaga pensylvanica*), son especies que se pueden observar en una gran variedad de hábitats, incluso antropizados. Los gremios se ven directamente afectados también, disminuyendo sustancialmente los insectívoros y omnívoros disminuyeron más que los otros grupos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Especies aviares por gremio alimenticio dentro de la Estación Biológica La Lupe.**

| Temporada    | Insectívoro (%) | Frugívoro (%) | Omnívoro (%) | Insec-frug (%) | Granívoro (%) |
|--------------|-----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| Pre-Huracán  | 13 (38)         | 6 (18)        | 3 (9)        | 1 (3)          | 1 (3)         |
| Post-Huracán | 6 (18)          | 4 (12)        | 0            | 0              | 0             |

Todas las especies, tanto como especialistas como generalistas, disminuyeron después del paso del huracán Otto (Figura 3). Previo al huracán, el hábitat que albergaba la mayor cantidad de especialistas promedio fue el BM no encontrándose después del huracán ninguna de estas especies, mientras que en BJ había un menor número de especialistas en comparación a BM, y más especies generalistas; además, las especialistas no disminuyeron drásticamente después del paso del huracán en el BJ.

Previo al huracán, tanto en BM como en BJ, los especialistas se detectaron entre los estratos medio y sotobosque únicamente (39% vs 0% de las observaciones en dosel), mientras que los generalistas fueron encontrados en menor proporción en los estratos medio y sotobosque con relación al dosel (16% vs 40%) (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Distribución de las especies por número total de especies y porcentajes de acuerdo al estrato vertical del bosque. D=Dosel, M=Medio, S=Sotobosque.**

| Temporada    | D (%)   | M (%)  | S (%)  |
|--------------|---------|--------|--------|
| Pre-Huracán  | 10 (32) | 6 (19) | 7 (23) |
| Post-Huracán | 7 (23)  | 0      | 1 (3)  |

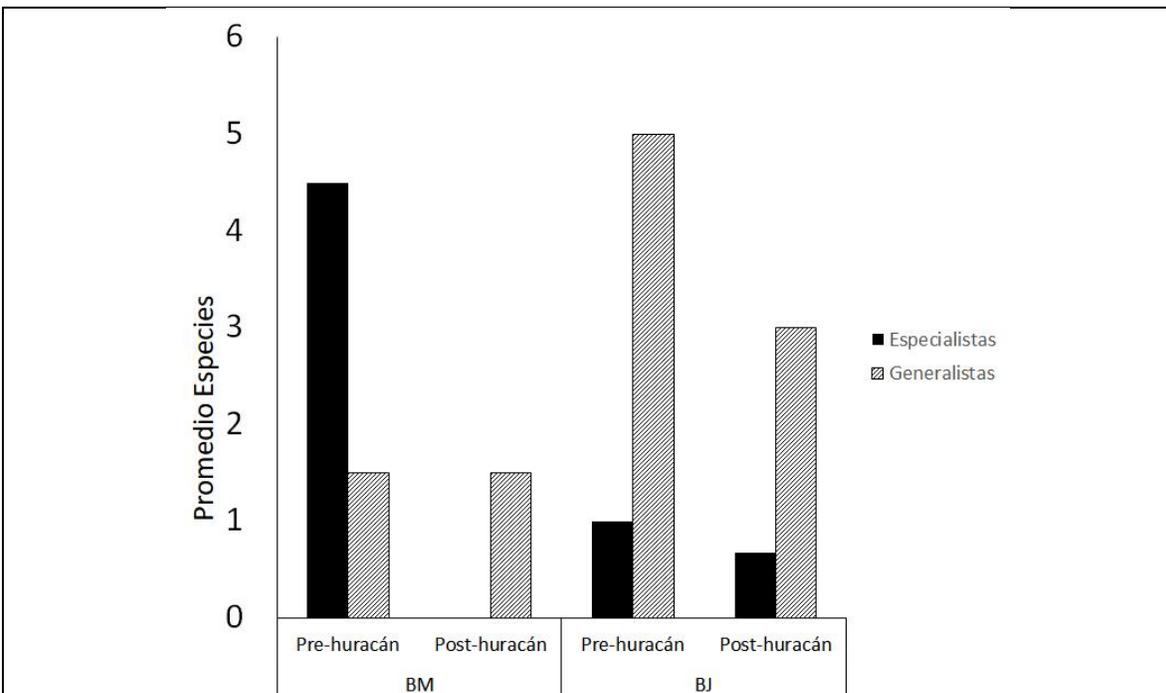


Figura 3. Número promedio de especies aviares generalistas especialistas según el hábitat y el período de muestreo (antes y después del huracán Otto) en la Estación Biológica La Lupe. BM=Bosque Madura, BJ=Bosque Joven.

## DISCUSIÓN

El huracán Otto afectó directamente el bosque de la Estación Biológica La Lupe, destruyendo sustancialmente el área, dejando un pequeño núcleo el cual corresponde únicamente al 6% del área total. Ejemplos similares de destrucción casi completa de bosques, ocurre con demasiada frecuencia ahora en América Central (Will 1991), el Caribe Mexicano (Lynch 1991, Perdomo-Velázquez 2017) y otras partes de la cuenca Caribeña (Boucher 1990, Wiley & Wunderle 1993, Wunderle & Wiley 1996) debido a la mayor frecuencia e intensidad de los huracanes mayores en la región, una tendencia que se espera que continúe (Sobel *et al.* 2016, Walsh *et al.* 2016).

La afectación fue igual para la fauna aviar, por lo que sólo el 6% de las especies detectadas antes del muestreo se detectaron en el segundo muestreo después del huracán, un resultado que es común entre las aves de varios tipos de bosques durante períodos prolongados después de la perturbación (Askins & Ewert 1991, Lynch 1991, Wunderle 1995, Arendt 2006, Johnson & Winker 2010).

Los bosques húmedos presentan gran capacidad de regeneración. Sin embargo, en áreas fragmentadas esta regeneración puede llevar más tiempo que el promedio (Aide *et al.* 2000). El bosque remanente de la EBL presenta hasta inmerso en un paisaje fragmentado, con más del 50% del área deforestada, creando aislamiento y falta de homogeneidad, lo que incidiría negativamente en especies aviares de escasa movilidad y dependientes de bosque, las cuales incluyen muchas especies raras y endémicas (Perdomo-Velázquez *et al.* 2017).

Es evidente la drástica disminución de especies aviares, principalmente en el sotobosque y estrato medio, lo cual incluyó especialistas (Cuadro 2). Esto se constata también para las especies según el tipo de hábitat, donde el bosque maduro tuvo una disminución mayor que el bosque más joven y experimentó una inmigración de especies generalistas propensa a hábitats perturbados, dos resultados que se han observado en las aves del sotobosque que habitan en el bosque lluvioso en la vertiente caribeña de Nicaragua (Will 1991). Resultados similares fueron reportados por Johnson y Winker (2010) en un bosque primario remanente, unido con un bosque de segundo crecimiento de 25 años de edad en el sudeste de Belice cerca de la Reserva Forestal de Columbia, Belice.

Las aves especialistas se encontraban principalmente en los tractos de BM, lo que refuerza el alto valor para la conservación de los tractos de bosque maduros, y es importante hacer notar que los estratos en los que se encontraron fueron en los estratos medio y sotobosque, a diferencia del dosel que albergó la mayor parte de los generalistas.



Figura 4. Comparación del estado del bosque, observándose arriba la estructura 15 días antes del huracán y abajo 15 días después.

El paso de huracán Otto disminuyó las especies aviares tanto generalistas como especialistas, pero fue en el BJ donde esta disminución fue menos drástica. Se pudo observar en la visita en campo que mientras el clareo del dosel fue prácticamente total, mientras los arbustos, árboles más pequeños, y plantas epífitas en los troncos aún en pie, se mantuvieron relativamente intactas. Las epífitas son una fuente de forraje y alimentación para muchas aves entre ellas especialistas (Nadkarni & Matelson 1989), ya que incluso hábitats antropizados se han encontrado aves dependientes de bosque forrajeando en ellas (Cruz-Angón & Greenberg 2005). Por el contrario, ha habido casos en los que varias especies invasoras y de plagas, muchas de las cuales se encuentran en áreas urbanas, como *Passer domesticus*, se han penetrado al bosque de dosel cerrado que fue prácticamente destruido por grandes disturbios tales como huracanes mayores (Perdomo-Velázquez *et al.* 2017).

Otra consecuencia grave de la destrucción generalizada del bosque de dosel cerrado resultante de perturbaciones naturales y antropogénicas es la introducción directa e indirecta de parásitos, patógenos y enfermedades al medioambiente. Especies invasoras y oportunistas de vertebrados, principalmente aves y mamíferos, así como invertebrados como la abeja de miel africana introducida y otras especies de artrópodos y arácnidos como mosquitos, moscas, garrapatas, y piojos, actúan como vectores faunísticos que portan y diseminan una variedad de parásitos intermedios, hiperparásitos y microorganismos que incluyen numerosas especies de bacterias, virus y hongos. Desafortunadamente, las poblaciones y las instancias y la gravedad de sus infecciones y parasitismo aumentan después de perturbaciones físicas (ciclones, terremotos, volcanismo), ecológicas naturales y antrópicas (fuegos, sequias, deforestación) entre otras principales alteraciones del hábitat (Sousa 1984, Arendt 2000, 2006, Linscott 2007).

Los gremios aviares fueron afectados también encontrándose la disminución en todos los gremios, incluso gremios generalistas como los omnívoros. La disminución de especialistas como frugívoros, y de generalistas como omnívoros, demuestra que el huracán afecta por igual a los gremios sin importar su grado de especialidad o afiliación a los ecosistemas. El gremio de los insectívoros estuvo compuesto por especies que buscan entre ramas y hojas como parúlidos, trogloditas, vireónidos, polioptílidos entre otros, además de los tyránidos que usualmente se ponen en partes altas y abiertas a cazar insectos voladores y de furnáridos como trepatroncos. En los gremios de los insectívoros, notamos la ausencia de grupos como los hormigueros (Thamnophilidae), los cuales son comunes en el bioma que pertenece la EBL, y ya estudiados antes en Nicaragua (Cody 2000). Del mismo modo, Will (1991) documentó las reducciones de los hormigueros y otros grupos mencionados en la presente investigación después del huracán Joan en el bosque lluvioso siempreverde en la vertiente caribeña de Nicaragua en el 1988. Esto es importante de remarcar porque son especies vocales y relativamente fáciles de observar cuando persiguen hormigas guerreras, las cuales son sensibles a la degradación de los hábitats naturales (Borges & Stouffer 1999), por lo que la escasez de su presencia, debería de verse como un indicador que el estado inicial del bosque ya sufría algún grado de degradación.

### **Implicaciones a la conservación**

El huracán Otto afectó severamente el bosque de la Estación Biológica La Lupe, demostrando el daño que parches de bosque pequeños-medianos sufren en paisajes severamente fragmentados por fenómenos climáticos. La disminución de la riqueza de especies en todos los grupos de aves tanto dependientes de bosques y los gremios, y los diferentes estratos verticales, demuestra que el daño que ocasiona un huracán no afecta únicamente el estrato más visible como lo es el dosel, sino que ocurre en toda la estructura vertical incluso a nivel del suelo.

Recuperar la biodiversidad en un parche de bosque aislado como la EBL requiere de un ordenamiento territorial donde entran en juegos variables más allá que la simple protección de bosque, debido que alternativas de subsistencia económicas deben ser propuestas a la par de la mera protección de los recursos naturales, dado que en esta zona el factor de presión ambiental son las actividades económicas agropecuarias (INIDE-MAGFOR 2013).

La EBL es un importante prestador de servicios ambientales porque la comunidad aledaña a este bosque, Comunidad el 20, usa el agua que nace en el bosque para el consumo y su doméstico, reforzando la necesidad de su recuperación más allá de la sola protección de los ecosistemas y la fauna asociada como son las especies de aves.

El monitoreo de aves debe ser por lo tanto un indicador de recuperación de la salud y la integridad de este bosque, ya que se ha argumentado que gremios funcionales como frugívoros que dispersan semillas, tienen un rol importante en la recuperación del bosque (Boucher 1990, Wunderle & Wiley 1996, Johnson & Winker 2010, Perdomo-Velázquez *et al.* 2017).

### **REFERENCIAS**

**Aide, T. M., J. K. Zimmerman, J. B. Pascarella, L. Rivera & H. Marcano-Vega.** 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. *Restoration Ecology* 8(4):328-338.

**Araya, J. A.** 2017. Efectos del huracán otto sobre la estructura y la composición florística de un bosque primario en boca tapada de pital, San Carlos, Costa Rica. Tesis de ingeniería, Instituto Tecnológico de Costa Rica. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9400/efectos\\_huracan\\_otto\\_sobre\\_estructura\\_composicion\\_floristica\\_bosque\\_primario\\_boca\\_tapada\\_pital\\_sancarlos\\_costarica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9400/efectos_huracan_otto_sobre_estructura_composicion_floristica_bosque_primario_boca_tapada_pital_sancarlos_costarica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**Arendt, W. J.** 2000. Impact of nest predators, competitors, and ectoparasites on pearly-eyed thrashers, with comments on the potential implications for Puerto Rican parrot recovery. *Ornitología Neotropical* 11:13-63.

**Arendt, W. J.** 2006. *Adaptations of and avian supertramp, distribution, ecology, and life history of the Pearl-eyed thrasher (Margarops fuscatus)*. Gen. Tech. Rep. 27. San Juan, PR: US department of agriculture, Forest Service.

**Askins, R. A. & D. N. Ewert.** 1991. Impact of Hurricane Hugo on bird populations on St. John, U.S. Virgin Islands. *Biotropica* 23:481-487.

**Borges, S. H. & P. C. Stouffer.** 1999. Bird communities in two types of anthropogenic successional vegetation in central Amazonia. *The Condor* 101:529-536.

**Boucher, D.** 1990. Growing Back after Hurricanes. *BioScience* 40(3):163-166.

**Cody, M. L.** 2000. Antbird guilds in the lowland Caribbean rainforest of southeast Nicaragua. *The Condor* 102:784-794.

**Cruz-Angón, A. & R. Greenberg.** 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? an experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42:150-159.

**Haney, J. C., J. M. Wunderle & W. J. Arendt.** 1991. Some initial effects of hurricane Hugo on endangered and endemics species of West Indians birds. *American Birds* 45:234-236.

**Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice & J. R. G. Townshend.** 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342: 850-853. Datos disponibles en línea en: <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>. Consultado en Global Forest Watch. [www.globalforestwatch.org](http://www.globalforestwatch.org)

**Holdridge, L. R.** 1996. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.

**INETER.** 2005. Precipitación media anual en milímetros (PP-mm) período 1971-2000. Mapa climático. Managua: Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales.

**INIDE-MAGFOR.** 2013. *IV censo nacional agropecuario: Departamento de Río San Juan y sus municipios*. Managua: Instituto Nacional de Información de Desarrollo / Ministerio Agropecuario y Forestal.

**Johnson, A. B. & K. Winker.** 2010. Short-term hurricane impacts on a Neotropical community of marked birds and implications for early-stage community resilience. *PLoS ONE* 5(11): e15109. doi:10.1371/journal.pone.0015109

**Lamprecht, H.** 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Cooperación Técnica - República Federal de Alemania: GTZ.

**Linscott, A. J.** 2007. Natural disasters—a microbe's paradise. *Clinical Microbiology Newsletter* 29(8):57-62.

Lynch, J. F. 1991. Effects of hurricane Gilbert on birds in a dry tropical forest in the Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23:488-496.

MARENA. 2012. *Segunda comunicación nacional de cambio climático 2008*. Managua: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Medrano, X. V. & A. J. Méndez. 2016. Diseño de un Plan de Gestión para la implementación de la Carbono Neutralidad en la Universidad Centroamericana. Tesis de licenciatura. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua. <http://repositorio.cnu.edu.ni/Record/RepoUCA3347/Details>

Milán, J. A. 2009. *Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua*. Managua: José Antonio Milán.

Morales, M., B. Vílchez, R. L. Chazdon, M. Ortega, E. Ortiz & M. Guevara. 2012. Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del corredor horizontal en los bosques tropicales del corredor biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 9(23):19-23.

Nadkarni, N. M. & T. J. Matelson. 1989. Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. *The Condor* 91:891-907.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2016. 2016 Atlantic Hurricane Season. <http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/index.php?season=2016&basin=atl>

Perdomo-Velázquez, H., E. Andresen, E. Vega, J. E. Schondube & A. D. Cuarón. 2017. Effects of hurricanes on the understory forest birds of Cozumel Island. *Tropical Conservation Science* 10:1-14.

Rittenhouse, C., A. M. Pidgeon, T. P. Albright, P. D. Culbert, M. K. Clayton, C. H. Flather, C. Huang, J. G. Masek & V. C. Radeloff. 2010. Avifauna response to hurricanes: regional changes in community similarity. *Global Change Biology* 16: 905-917. doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02101.x

Sobel, A. H., S. J. Camargo, T. M. Hall, C.-Y. Lee, M. K. Tippett & A. A. Wing. 2016. Human influence on tropical cyclone intensity. *Science* 353:242-246.

Sousa, W. P. 1984. The Role of Disturbance in Natural Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 15:353-391.

Stotz, D. F., J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker & D. K. Moskovits. 1996. *Neotropical birds: ecology and conservation*. Chicago, USA: Chicago University Press.

Tanner, E. V., F. Rodríguez-Sánchez, J. R. Healey, R. J. Holdaway & P. Bellingham. 2014. Long-term hurricane damage effects on tropical forest tree growth and mortality. *Ecology* 95(10):2974-2983.

Tórrez, M. A., W. J. Arendt & J. M. Maes. 2013. Comunidades de aves y Lepidópteros diurnos y las relaciones entre ellas en bosque nuboso y cafetal de finca Santa Maura, Jinotega. *Encuentro* 95:69-79.

**Vargas, L.** 2012. Análisis de una cronoconsecuencia de bosques tropicales del corredor biológico Osa, Costa Rica. Tesis en Licenciatura de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica

**Walsh, K. J. E., J. L. McBride, P. J. Klotzbach, S. Balachandran, S. J. Camargo, G. Holland & M. Sugi.** 2016. Tropical cyclones and climate change. *WIREs Climate Change* 7:65-89.

**Wiley, J. W. & J. M. Wunderle, Jr.** 1993. The effects of hurricanes on birds, with special reference to the Caribbean Islands. *Bird Conservation International* 3: 319-349.

**Will, T.** 1991. Birds of a severely hurricane-damaged Atlantic coast rain forest in Nicaragua. *Biotropica* 23(4a):497-507.

**Wunderle, J. M. Jr.** 1995. Responses of bird populations in a Puerto Rican forest to Hurricane Hugo: the first 18 months. *The Condor* 97:879-896.

**Wunderle, J. M. Jr. & W. J. Arendt.** 2011. Avian studies and research opportunities in the Luquillo Experimental Forest: A tropical rain forest in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 262:33-48.

**Wunderle J. M. Jr. & J. W. Wiley.** 1996. Effects of hurricanes on wildlife: implications and strategies for management. En R. M. DeGraaf y R. I. Miller, eds. *Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes*. London, Reino Unido: Editoriales Chapman & Hall. Chapter 9.

***La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X)*** es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

***The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X)*** is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

**Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:**  
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

**Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)**  
Museo Entomológico, Asociación Nicaragüense de Entomología  
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA  
Teléfono (505) 2311-6586  
[jmmaes@bio-nica.info](mailto:jmmaes@bio-nica.info)  
[jmmaes@yahoo.com](mailto:jmmaes@yahoo.com)

#### **Costos de publicación y sobretiros.**

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.