

**Distribución altitudinal y vulnerabilidad de
las aves frente al cambio climático en la
Reserva Biológica Uyuca, Honduras**

Jaqueline Chuquillanqui Gómez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Distribución altitudinal y vulnerabilidad de las aves frente al cambio climático en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jaqueline Chuquillanqui Gómez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Distribución altitudinal y vulnerabilidad de las aves frente al cambio climático en la Reserva Biológica Uyuca, Honduras

Jaqueline Chuquillanqui Gómez

Resumen. Las aves pueden tener una distribución amplia, sin embargo, la mayoría están restringidas a determinados tipos de hábitat. Es por ello que las aves son consideradas como indicadores valiosos de los cambios globales. Los objetivos en este estudio fueron evaluar la distribución altitudinal de aves y la vulnerabilidad al cambio climático para el 2050 en la Reserva Biológica Uyuca. La investigación se realizó durante el 22 de mayo, 13 de junio y 24 de julio del 2016. La técnica empleada fue por medio de grabaciones para una mayor identificación de aves a través de sus cantos. Se visitó tres veces la reserva donde se recorrió bandas altitudinales por el sendero, desde los 1,632 msnm hasta los 1,972 msnm. Se tomaron 20 puntos de grabación a lo largo de todo el recorrido. Se efectuaron 60 grabaciones en total por las tres visitas a la reserva y cada grabación se hizo por 5 minutos a partir de las 5 am a 9:30 am aproximadamente. Se identificaron 19 especies de aves y la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático con el índice proporcionado por Naturereserve indica que no son vulnerables para el 2050. Cuatro especies van a mantener su extensión o población estable y quince de ellas tendrán un probable incremento.

Palabras clave: Aves, cambio climático, distribución, grabación, vulnerabilidad.

Abstract. Birds can have a wide distribution, however, most are restricted to certain types of habitat. That is why birds are considered valuable indicators of global changes. The objectives in this study were to evaluate the altitudinal distribution of birds and vulnerability to climate change by 2050 in Uyuca Biological Reserve. The research was conducted during 22 May, 13 June, and 24 July 2016. The technique used for the bird description was through recordings for further identification through their songs. For this study, the data was collected in 20 sampling points in the reserve. The altitudinal bands ran along the main path from 1,632 m to 1,972 m. The data collection was repeated three times. A total of 60 recordings were made; each lasted 5 minutes from 5 am to about 9:30 am. The 19 species of birds studied were not characterized as vulnerable to climate change by the Naturereserve Climate Change Vulnerability Index for the year 2050. Four species are likely to maintain their populations and fifteen of them will likely increase.

Key words: Birds, climate change, distribution, recording, vulnerability.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4. CONCLUSIONES.....	14
5. RECOMENDACIONES	15
6. LITERATURA CITADA.....	16
7. ANEXOS	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Distribución altitudinal de las especies identificadas en la RBU	7
2. Distribución altitudinal de las especies en Centroamérica	8
3. Tabla de las frecuencias observadas en los puntos de grabación de las especies y la probabilidad (p) de que no hay una dependencia de cada especie con la altura.	9
4. Puntuaciones de vulnerabilidad para cada uno de los factores asociados al cambio climático.	13

Figuras	Página
1. Ubicación política y administrativa de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. Adaptado de Mora et al., 2013.	3
2. Mapa de los puntos de grabación de las aves en la RBU.	4
3. Fluctuaciones de temperatura promedio máximo y precipitación promedio anual en la región de Honduras. Fuente: National Oceanic y Atmospheric Administration 2015.	11

Anexos	Página
1. Desarrollo del Índice de vulnerabilidad al cambio climático	19
2. Lista de grabaciones del 22 de mayo del 2016	22
3. Lista de grabaciones del 13 de junio del 2016	22
4. Lista de grabaciones del 24 de julio del 2016	23

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno que provoca perturbaciones en la biodiversidad a nivel mundial (Turner, et al. 2010). Las fluctuaciones de temperatura y precipitación producen cambios en la distribución y/o abundancia de algunas especies (Chazal y Rounsevell, 2009). Como consecuencia del calentamiento, aves que están restringidas a determinados tipos de hábitat se deben adaptar trasladándose a zonas altas en busca de climas más fríos (Pearson y Dawson, 2003). El cambio climático podría afectar en la competencia de recursos entre aves residentes y migratorias, modificando el intervalo entre sus inicios de reproducción (Ahola, Laaksonen, Eeva y Lehikoinen, 2007). Además, el rápido descenso en población de algunas aves puede causar su extinción (BirdLife International, 2008).

Los bosques nublados solo representan el 2.5% de total de bosques tropicales en el mundo. Sin embargo, cuenta con una gran diversidad de aves endémicas. Estos ecosistemas están frecuentemente cubiertos de neblina por lo cual la temperatura y la precipitación tienen una influencia significativa (Bubb, May, Miles y Sayer, 2004). El calentamiento regional ha modificado la formación de las nubes ubicándolos por encima de estos bosques. El resultado es la pérdida de humedad que afecta el ciclo vital de las aves (Aldrich, Bubb, Hostettler y Han van, 2000). La estrecha relación entre el hábitat del bosque nublado y las aves hace que las amenazas aumenten para ambos por las variaciones del clima.

Según los criterios y categorías de evaluación de la Lista Roja UICN 2015, 1375 aves están con amenaza inminente (13% de todas las aves existentes en el mundo). Del total de especies evaluadas, 217 especies se encuentran en peligro crítico, 417 tienen riesgo de extinción y 741 presentan un estado vulnerable. Estas especies se enfrentan a un alto riesgo de extinción en el futuro principalmente en las zonas tropicales, en especial los bosques nublados (BirdLife International, 2015).

América Latina y el Caribe presenta una mayor vulnerabilidad al cambio climático debido a la riqueza de especies y endemismos (Sekercioglu, 2011). Uno de los países más afectados es Honduras donde la biodiversidad enfrenta severas amenazas por el cambio climático (Secretaría de los Recursos Naturales y Ambiente [SERNA], 2010). Estos cambios incluyen alteraciones en el hábitat para varias especies de aves (Anderson y Devenish, 2009).

Las aves en Honduras constituyen un grupo diverso con 770 especies registradas (Gallardo, 2014). Cinco de estas especies están en la Lista Roja de la UICN como amenazadas por la fragmentación de su hábitat y cambio climático (SERNA, 2008). Francisco Morazán es uno de los departamentos con mayor diversidad, contando con 422 especies de aves registradas. La Reserva Biológica Uyuca (RBU) es un área protegida importante en esta región que presenta 179 especies de aves registradas hasta la fecha (eBird, 2016). Las proyecciones de

incremento en la temperatura para el 2050 en este departamento es de 2 °C y la precipitación promedio anual podría disminuir en un 13% (Argeñal, 2010). Por tanto las aves de este lugar podría enfrentar severos cambios en su distribución.

El conocimiento y la investigación sobre la biodiversidad en la RBU han sido desarrollados con muchos esfuerzos particulares. Existen reportes de aves (eBird, 2016) pero se desconoce si realmente estas aves se van adaptando a los cambios del clima. La organización de NatureServe proporciona un Índice de vulnerabilidad al cambio climático (IVCC) para la evaluación de estas especies. Los resultados de esta herramienta solo es una aproximación de lo que puede ocurrir con las aves en un futuro por las variaciones del clima y otros factores (Young, Byers, Hammerson, Redder y Szabo, 2011).

Para el desarrollo del IVCC, se aplica la información disponible sobre la historia natural de las aves y su distribución para predecir la probabilidad de contracciones de un área o reducción de las poblaciones de estas especies (Young et al., 2011). Varias regiones de Norteamérica y Canadá realizaron estudios para evaluar el Índice (IVCC) en flora y fauna (Schlesinger et al., 2011). En México, se usó el IVCC para estimar la vulnerabilidad de las especies locales (March et al., 2010). En Honduras, Escobar (2011) usó el IVCC para evaluar los árboles del género *Quercus*.

La importancia del estudio radica en proveer información y sentar una línea base sobre la distribución altitudinal de las aves. Estas especies son usadas con mucha frecuencia como indicadores de salud de un ecosistema por su facilidad de monitoreo. Durante la temporada reproductiva es más fácil detectar a las aves porque son vocalmente más activas, por lo cual se deriva el valor de conocer los cantos (Wunderle, 1994). Los cambios que se producen en un hábitat por la ausencia de estas especies pueden ser significativos como la disminución de la calidad del hábitat (BirdLife International, 2013).

Es por ello que el conocimiento de aves es de suma importancia para que las autoridades locales y nacionales desarrollen estrategias apropiadas de conservación y la valoración de investigaciones realizadas en temas de biodiversidad. Además, los temas de investigación en aves tienen implicaciones en la identificación de corredores biológicos para otras especies que puede contrarrestar la fragmentación de los hábitats naturales, aumentando las probabilidades de supervivencia de las poblaciones (Wo Ching y McCarthy, 2002).

Con base en lo anterior el presente trabajo tiene como objetivos evaluar la distribución altitudinal de las aves en la RBU e identificar las especies de aves que son vulnerables al cambio climático para el 2050 usando el IVCC. El resultado del índice generará información valiosa para la planificación clave de documentos, como las revisiones de los planes de acción de la fauna de un área protegida en particular, de modo que se pueda combatir los efectos del cambio climático y crear nuevas estrategias de mitigación

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estudio se realizó en la Reserva Biológica Uyuca (RBU). Se localiza en los municipios de Tatumbla y San Antonio de Oriente en las coordenadas geográficas $87^{\circ}4'56''\text{W}$, $14^{\circ}0'53''\text{N}$ y $87^{\circ}3'49''\text{W}$, $14^{\circ}2'3''\text{N}$ (Figura 1). Está ubicada a 14 km de la Escuela Agrícola Panamericana y al sureste de Tegucigalpa a 15 km. El área total de RBU es de 816.9 ha, que abarca la zona núcleo con 237.1 ha, el área de amortiguamiento con protección forestal de 579.8 ha. La zona núcleo presenta elevaciones desde los 1,700 hasta los 2,008 msnm. La vegetación predominante es bosque de pino, bosque latifoliado y mixto. El bosque nublado es una zona importante en la RBU que representa el 29 % del área total y alberga una gran riqueza de biodiversidad de especies de flora y fauna (Mora, López, Acosta y Maradiaga, 2013).

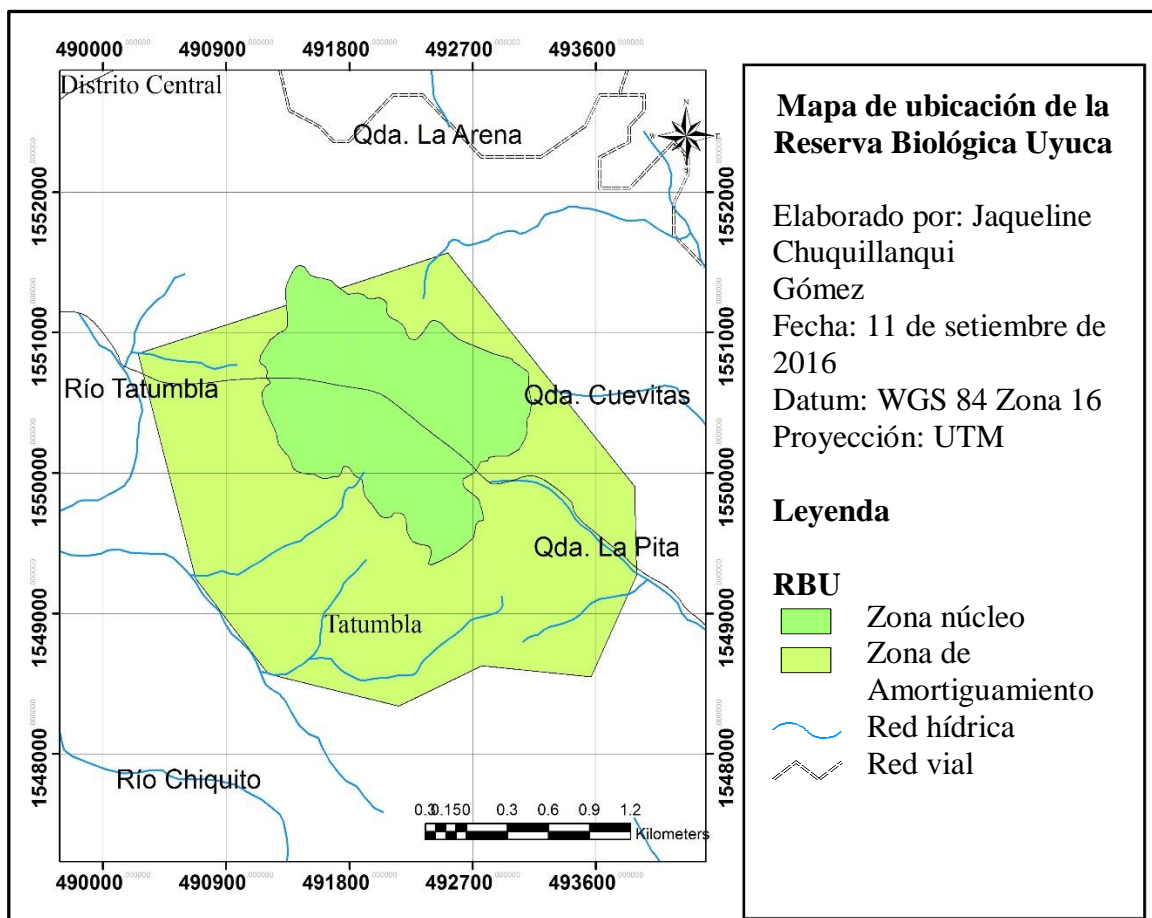


Figura 1. Ubicación política y administrativa de la Reserva Biológica Uyuca, Honduras. Adaptado de Mora et al., 2013.

Técnicas de muestreo. El estudio se realizó el 22 de mayo, 13 de junio y 24 de julio del 2016. La técnica empleada fue por medio de grabaciones para una mayor identificación de aves a través de sus cantos, ya que es considerado el mejor medio para identificarlas (Parker, 1991). Se visitaron tres veces la RBU donde se recorrió bandas altitudinales por el sendero, desde los 1,632 msnm hasta los 1,972 msnm. Se tomaron 20 puntos de grabación a lo largo de todo el recorrido (Cuadro 2). No existe una distancia específica entre cada punto ya que el objetivo fue determinar los lugares con fuertes sonidos de los cantos de las aves para identificar mejor la presencia de estas especies.

Se realizaron 60 grabaciones en total por las tres visitas a la RBU y cada grabación se hizo por un periodo de cinco minutos. Las horas del recorrido fueron de 5 am a 9:30 am aproximadamente, porque en ese intervalo de tiempo existe la probabilidad de encontrar mayor presencia de aves. Cada punto de grabación fue georreferenciado en latitud y altitud. Posteriormente las grabaciones fueron identificadas con ayuda de la base de datos online de cantos de aves (xeno-canto.org) y verificados con ayuda de especialistas, para evitar sesgos en la identificación. Luego se archivaron las grabaciones en base de datos para crear una línea base de las especies identificadas y sus rangos altitudinales.

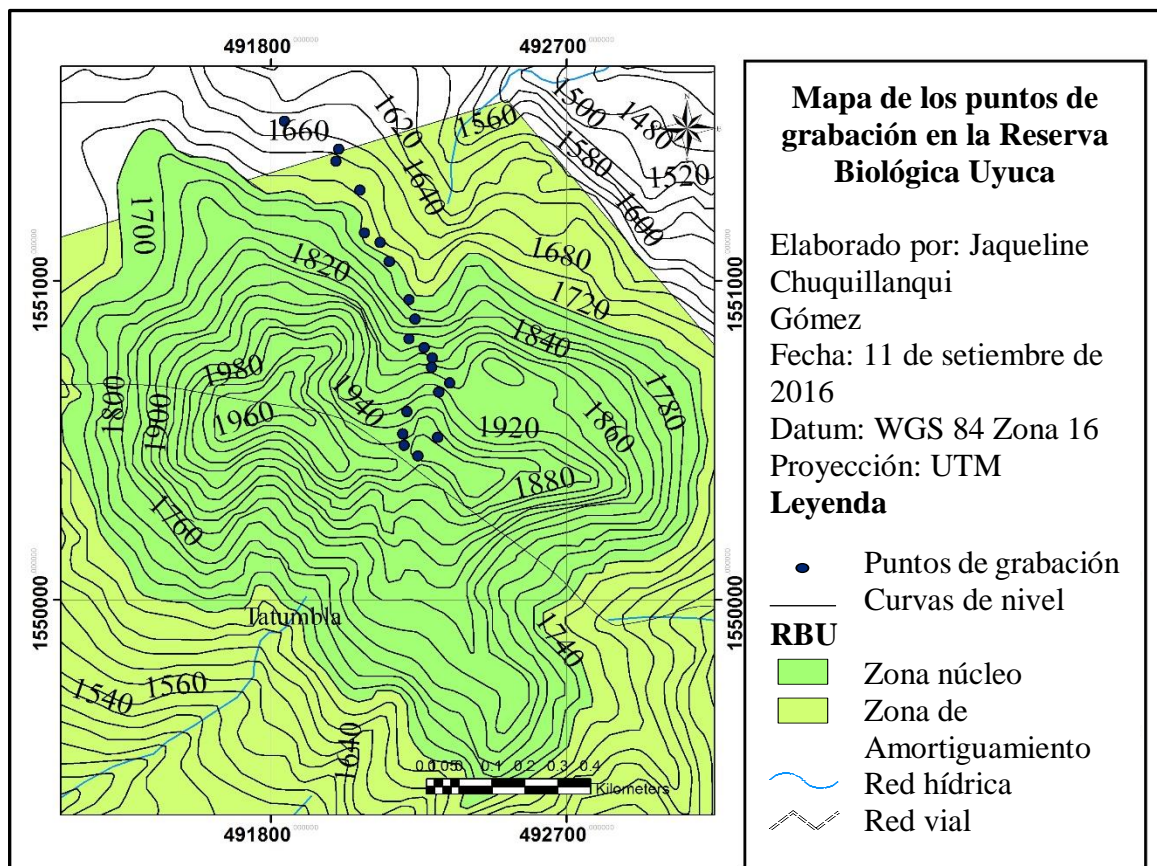


Figura 2. Mapa de los puntos de grabación de las aves en la RBU.

Diseño estadístico. Para la evaluación de los datos se usó la Prueba Exacta de Fisher debido a que la muestra es pequeña. Esta prueba analiza la asociación entre dos variables cualitativas. También estima la probabilidad asociada de los elementos presentes en las filas y columnas de la tabla de contingencia esperada que se forma en base a los datos de la tabla de contingencia observada (Díaz y Fernández, 2004). Para el análisis de los datos se planteó la siguiente hipótesis alterna: “Existe dependencia de una especie de ave por una determinada altura”, por tanto, la hipótesis nula es de independencia.

Las variables consideradas en las tablas de contingencia de los datos observados fueron el rango altitudinal ubicadas en las filas y la frecuencia presente y ausente en los puntos de muestreo en las columnas. Luego, se corrió el análisis para cada especie registrada. Como resultado final se obtiene el valor de probabilidad (p) de tener los datos observados cuando en realidad no hay dependencia (la hipótesis nula). Si esta probabilidad es menor ($p < 0.05$) se rechaza la hipótesis de independencia y por lo contrario si es mayor ($p > 0.05$) se rechaza la hipótesis de dependencia.

Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático (IVCC). El índice es proporcionado por la organización internacional NatureServe. Se encuentra programado en Microsoft Excel con factores claves asociados con la vulnerabilidad de las especies. Este índice utiliza un sistema de puntuación que integra la estimación de la vulnerabilidad solo como una aproximación de la influencia del cambio climático sobre la biodiversidad en una región en particular. Además, predice si una especie se reducirá, permanecerá estable o aumentará su distribución dentro del área de evaluación. Para ello se evaluaron tres factores importantes asociados a la sensibilidad al cambio climático.

El primer factor es la exposición local al cambio climático que se completó usando modelos de proyecciones climáticas al 2050 (Argeñal, 2010). Estos escenarios climáticos demuestran un aumento en la temperatura de 2 °C para el departamento de Francisco Morazán y una disminución del 13 % en las precipitaciones. El rango usado para el desarrollo del factor de evapotranspiración real y potencial es de 0.0028 a 0.05 según el modelo de proyecciones Hamon (AET-PET) para Honduras. Este modelo estuvo disponible en Climate Wizard hasta hace dos años (The Nature Conservancy, 2009). Actualmente no se encuentran disponibles, sin embargo, se usó como referencia los datos recopilados de este mismo modelo climático en la investigación de Escobar (2011).

El segundo factor es la exposición indirecta al cambio climático que evalúa dos elementos importantes como las barreras naturales y el cambio en el uso del suelo. Las barreras naturales se refieren a las condiciones topográficas, geográficas y barreras ecológicas que limitan la capacidad de una especie para cambiar su radio de acción en respuesta al cambio climático. Las barreras naturales se definen como características o áreas que evitan el movimiento o la dispersión de la especie en la actualidad y en el futuro previsible (Simmons et al. 2004, Thuiller et al. 2005). Las barreras deben ser identificados para cada especie (Young et al., 2011). Los cambios en el uso del suelo tienen el potencial de afectar de manera positiva o negativa grandes áreas y también a las especies que dependen de un hábitat en particular (Johnson et al., 2003). Por ser Uyuca una reserva biológica, se considera que no habrá cambios en el uso del suelo que afectará las especies en este análisis.

En el tercer factor se evalúan 10 elementos relacionados a la sensibilidad. El primer elemento es la dispersión y movimientos que se refiere a la capacidad de desplazamientos conocidos o previstos de una especie, características y capacidad de cambiar de ubicación en la ausencia de barreras naturales. El segundo y tercer elemento son el nicho térmico histórico y fisiológico. Éstos se refieren a la variación de temperatura que una especie ha experimentado los últimos 50 años. Además, se considera la dependencia de las especies a condiciones frías o calientes. El cuarto y quinto elemento son el nicho hidrológico histórico y fisiológico. Estos elementos describen la variación de precipitación que una especie ha experimentado los últimos 50 años. Se incluye la evaluación de dependencia de una especie por un régimen hidrológico (Young et al., 2011).

El sexto elemento considera las perturbaciones específicas que se refieren a la respuesta de las especies a los regímenes de perturbaciones o alteraciones, tales como incendios, vientos fuertes, los brotes de patógenos, avance de la frontera agrícola, o eventos similares. El séptimo elemento es la restricción geológica que se refiere a la necesidad de una especie en particular, para un suelo, geología, o característica específica. El octavo elemento es la dependencia interespecífica que explica la especialización ecológica y restricción a un hábitat en particular, siendo este para la reproducción, alimentación o hibernación que son necesarios para que la especie complete el ciclo de vida (Young et al., 2011).

El noveno elemento es la versatilidad de la dieta que indica la diversidad de alimentos consumidos por una especie. Las especies con limitaciones dietéticas son más propensas a ser afectadas negativamente por el cambio climático. El último elemento considera que las especies con menor variación genética serán menos capaces de adaptarse al cambio climático. Este elemento tiene relación con la distribución de una especie y la capacidad de adaptación en un área determinada y puede considerarse como baja, media o alta según criterio del investigador y la información recopilada sobre la especie (Young et al., 2011). Después de la evaluación de todos los factores y elementos, la puntuación final del IVCC puede ser definida de la siguiente manera:

- **Extremadamente vulnerable (EV):** La abundancia y/o extensión de la distribución dentro del área geográfica evaluada es muy probable que disminuya sustancialmente o desaparezca para el 2050.
- **Altamente vulnerable (AV):** La abundancia y/o extensión de la distribución dentro del área geográfica evaluada es probable que disminuya significativamente para el 2050.
- **Moderadamente vulnerable (MV):** La abundancia y/o extensión de la distribución dentro del área geográfica evaluada es probable que disminuya para 2050.
- **No vulnerable/Presumiblemente estable (PE):** La evidencia disponible no sugiere que la abundancia y/o la extensión de la distribución dentro del área geográfica evaluada cambien sustancialmente para el 2050: El límite actual de la distribución puede cambiar.
- **No vulnerable/Probable incremento (PI):** La evidencia disponible sugiere que la abundancia y/o extensión dentro del área geográfica evaluada probablemente incremente para el 2050.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron 19 especies que representan el 10.6 % del total de aves reportadas (179 especies) para la RBU (Cuadro 1). La distribución altitudinal de las aves identificadas en el estudio se encuentra desde los 1,632 a los 1,962 msnm. Las especies de *Myioborus miniatus*, *Troglodytes rufociliatus*, *Turdus infuscatus*, *Chlorospingus flavopectus*, *Myadestes unicolor* y *Empidonax flavescens* tienen presencia a lo largo del todo el sendero que alcanza los 2,000 msnm. Las 19 aves identificadas son consideradas residentes permanentes en la RBU. Del mismo modo todas estas especies están reportadas en la categoría de preocupación menor según la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza [IUCN] (2016). Los registros históricos de la especie *Troglodytes rufociliatus* recopilados por Monroe (1968) indican la presencia de esta especie por arriba de los 1700 msnm en Honduras. En el estudio su presencia abarca de los 1,632 hasta 1,972 msnm (Cuadro 1). Por otra parte, *Catharus frantzii* se registró a los 1,600 msnm en la base de datos para la RBU de Xenocanto (2014). En la investigación se encontró la presencia de esta especie solo a los 1,650 msnm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución altitudinal de las especies identificadas en la RBU

Especies	Nombre común	Rango altitudinal (msnm)
<i>Amazilia cyanocephala</i>	Colibrí coroniazul	1,650-1,819
<i>Arremon brunneinucha</i>	Rascador gorra castaña	1,650
<i>Catharus frantzii</i>	Zorzal de Frantzius	1,650
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Tanagrita de monte	1,650-1,962
<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	Serenqueque	1,632-1,650
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1,632
<i>Elaenia frantzii</i>	Elaenia montañera	1,650-1,792
<i>Empidonax flavescens</i>	Mosquerito amarillo	1,664- 1,919
<i>Icterus chrysater</i>	Chorcha	1,775
<i>Lampornis sybillae</i>	Colibrí	1,632
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Chaco de robledal	1,632
<i>Myadestes unicolor</i>	Jilguero	1,664-1,962
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito	1,650-1,942
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Parula ceja blanca	1,664
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	1,632-1,664
<i>Piranga bidentata</i>	Tanagra ala blanca	1,632-1,650
<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Chochín cejirrufo	1,632-1,972
<i>Turdus grayi</i>	Zorzal común	1,632-1,664
<i>Turdus infuscatus</i>	Mirlo	1,632-1,962

Las alturas con mayor presencia de especies identificadas fueron 1,632; 1,650; 1,664; 1,687 y 1,694 msnm con 7 especies promedio por cada altura. Esto se debe a que en estas elevaciones se realizaron las primeras grabaciones de 5 a 6:30 am aproximadamente, durante este intervalo de tiempo las aves fueron vocalmente más activas. Por lo tanto, a mayor recorrido y tiempo la presencia del canto de las aves disminuye. Se puede mejorar el entendimiento de la distribución altitudinal visitando las partes altas más temprano cuando hay mayor actividad.

Algunas especies detectadas en Uyuca son típicas de zonas bajas y se encuentran en su límite de distribución en la parte baja de la RBU (banda altitudinal 1,600-1,700). Este es el caso de *Ortalis vetula* que se halla en zonas bajas, pero ocasionalmente sube hasta los 1,800 msnm (Cuadro 2) (Fagan y Komar, 2016). Se puede encontrar a *Dives dives* en diversos hábitats, principalmente en tierras bajas, bosques de ribera y en algunas ocasiones en los bosques de pino. Esta ave parece beneficiarse de la deforestación (Orians, 1983). *Turdus grayi* habita en zonas bajas y puede llegar hasta los 2,100 msnm. *Melanerpes formicivorus* tiene preferencia en tierras bajas, pero puede alcanzar elevaciones hasta los 3,000 msnm (Fagan y Komar, 2016)

Cuadro 2. Distribución altitudinal de las especies en Centroamérica

Especies	Altura mínima	Altura máxima
<i>Amazilia cyanocephala</i>	Tb	2,900
<i>Arremon brunneinucha</i>	1,300	3,100
<i>Catharus frantzii</i>	1,500	3,050
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	1,500	3,000
<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	100	2,450
<i>Dives dives</i>	Tb	2,100
<i>Elaenia frantzii</i>	750	2,200
<i>Empidonax flavescens</i>	650	3,000
<i>Icterus chrysater</i>	800	2,350
<i>Lampornis sybillae</i>	750	2,400
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Tb	3,000
<i>Myadestes unicolor</i>	900	2,700
<i>Myioborus miniatus</i>	50	2,850
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	1,200	3,200
<i>Ortalis vetula</i>	Tb	1,800
<i>Piranga bidentata</i>	1,000	2,750
<i>Troglodytes rufociliatus</i>	1,700	2,300
<i>Turdus grayi</i>	Tb	2,100
<i>Turdus infuscatus</i>	1,000	3,050

Fuente: Fagan y Komar (2016).

Tb: Tierras bajas

De las 19 especies evaluadas un 84% representa la independencia con el rango altitudinal que va desde los 1,600 a los 2,000 msnm (Prueba Exacta de Fisher, $p > 0.05$) (Cuadro 3).

Estas especies pueden tener una distribución amplia en la RBU y encontrarse en alturas menores o mayores a la reportada en la investigación.

Mientras tanto el resto de las especies evaluadas (16%) demuestra dependencia con el rango altitudinal de los 1,600 a los 2,000 msnm ($p < 0.05$). Esto puede atribuirse a los siguientes factores: el tamaño de la muestra fue de cinco frecuencias por cada banda altitudinal, el distanciamiento entre puntos de muestreo fue menor a 100 m y algunas especies tienen preferencias por zonas bajas. Este es el caso de las especies de *Amazilia cyanocephala*, *Elaenia frantzii* y *Turdus grayi* (Cuadro 3). Estas especies tienen abundancia mayor en las bandas altitudinales de 1,600 y 1,700, siendo raro o ausente en las alturas mayores.

Cuadro 3. Tabla de las frecuencias observadas en los puntos de grabación de las especies y la probabilidad (p) de que no hay una dependencia de cada especie con la altura.

Especies	Rango altitudinal (msnm)				Valor p
	1,600-1,700	1,700-1,800	1,800-1,900	1,900-2,000	
<i>Amazilia cyanocephala</i>	4	4	1	0	0.024
<i>Arremon brunneinucha</i>	1	0	0	0	1.000
<i>Catharus frantzii</i>	1	0	0	0	1.000
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	3	3	2	2	1.00
<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	2	0	0	0	0.211
<i>Dives dives</i>	1	0	0	0	1.000
<i>Elaenia frantzii</i>	3	1	0	5	0.008
<i>Empidonax flavescens</i>	2	2	1	3	0.921
<i>Icterus chrysater</i>	0	1	0	0	1.000
<i>Lampornis sybillae</i>	3	0	1	0	0.128
<i>Melanerpes formicivorus</i>	1	0	0	0	1.000
<i>Myadestes unicolor</i>	2	2	1	1	1.000
<i>Myioborus miniatus</i>	2	0	0	1	0.561
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	1	0	0	0	1.000
<i>Ortalis vetula</i>	2	0	0	0	0.211
<i>Piranga bidentata</i>	2	0	0	0	0.211
<i>Troglodytes rufociliatus</i>	3	2	5	1	0.051
<i>Turdus grayi</i>	3	0	0	0	0.003
<i>Turdus infuscatus</i>	4	4	4	2	0.613

Datos recopilados en Honduras demuestran que la población de *Amazilia cyanocephala* son territoriales y muy comunes en tierras altas (eBird, 2016). Se tiene registros arriba de los 1,860 msnm, sin embargo, pueden descender hasta los 600 msnm después de la época de reproducción (Monroe, 1968). *Elaenia frantzii* puede habitar en tierras altas desde los 1,000 a los 2,300, pero prefiere un hábitat de 1,300 msnm (Monroe, 1968). *Turdus grayi* ocasionalmente se registra en zonas altas pero la mayoría de su población vive debajo de 1,500 m (Fagan y Komar, 2016). De hecho, el registro de esta especie solo se encontró en los 1,664 msnm en la investigación.

Resultados del índice de IVCC. En las Barreras naturales, *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* tienen un incremento de la vulnerabilidad por que viven en áreas restringidas como partes altas del bosque nublado. Estas áreas son consideradas como barreras geológicas naturales. A diferencia, el resto de las especies del estudio, no presentan barreras naturales porque no se ven confinadas aun solo tipo de hábitat (cuadro 4).

En la dispersión y movimientos, las especies de *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* tienen un ligero incremento de vulnerabilidad debido a que su dispersión se ve limitada por la presencia de barreras. Las otras 15 especies tienen una disminución en la vulnerabilidad porque tienen una excelente dispersión, ya que pueden descender a zonas bajas.

El nicho térmico histórico y fisiológico para *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* tiene un ligero incremento en la vulnerabilidad porque son aves que habitan en zonas altas como el bosque nublado. Por consiguiente, es probable que experimenten una reducción en la distribución o extensión en el hábitat por las variaciones en la temperatura. Las demás aves de este estudio, presentan una ligera disminución de la vulnerabilidad por que habitan zonas más bajas y es probable que estén siendo beneficiadas con los cambios en la temperatura.

El nicho hidrológico histórico y fisiológico tiene un ligero incremento en la vulnerabilidad para las especies de *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* por que presentan preferencias por zonas altas donde la precipitación es abundante. Mientras tanto el resto de aves de este estudio tienen una ligera disminución de vulnerabilidad porque pueden adaptarse a zonas más secas. Por el cambio climático, el bosque nublado puede experimentar periodos de sequía creando un ambiente vulnerable para las aves que dependen de este ecosistema (Gentry, 1992).

Existe escasez de información de datos históricos de temperatura y precipitación propios de la RBU, por ello se tomó de referencia los cambios que se produce en toda la región de Honduras. Esta información histórica nos ayuda a tener idea de cómo la mayoría de aves pueden tolerar los cambios producidos en el clima. Se consideró el promedio anual de temperatura máxima para Honduras lo cual se muestra un ligero patrón de aumento en la temperatura y una disminución en la precipitación (Figura 3) (National Oceanic y Atmospheric Administration [NOAA], 2015).

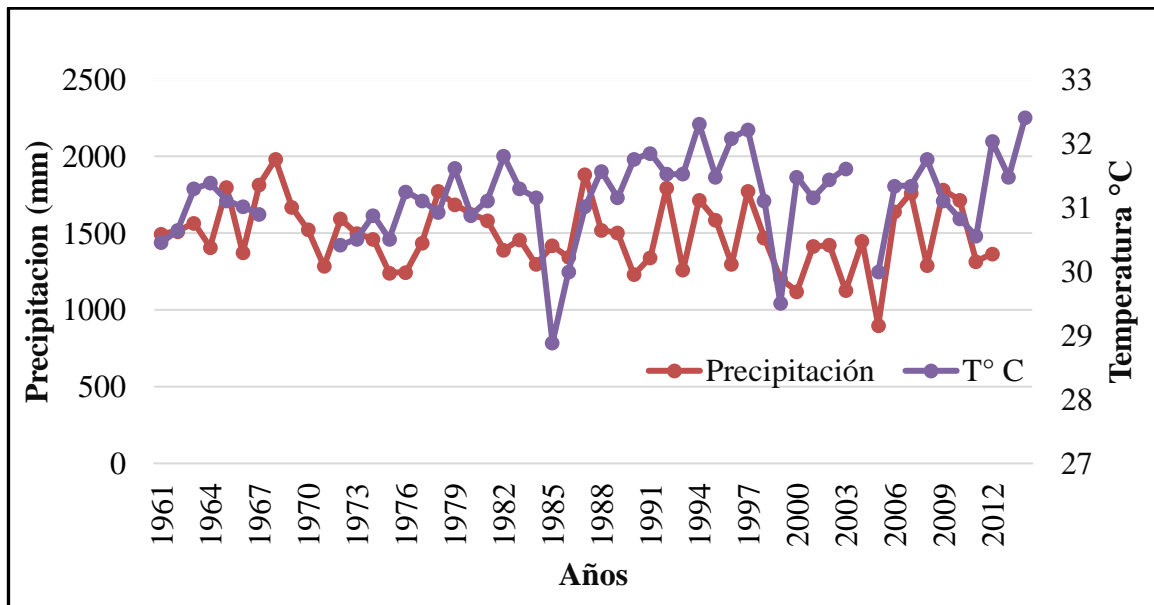


Figura 3. Fluctuaciones de temperatura promedio máximo y precipitación promedio anual en la región de Honduras. Fuente: National Oceanic y Atmospheric Administration 2015.

Las perturbaciones específicas para todas las especies de la investigación son neutras porque no serán afectadas por alteraciones como incendios forestales, brotes de patógenos o cacería de aves. Dada la categoría de Reserva Biológica estos eventos tienen que ser controlados a corto plazo y sus impactos serán mínimos.

La restricción geológica para todas las aves del estudio tiene una ligera disminución de vulnerabilidad debido a que no presentan preferencias por un tipo específico de sustrato o composición química de suelo. Este factor es específico para plantas (Young et al., 2011).

La dependencia interespecífica para las especies de *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* tiene un ligero aumento de vulnerabilidad debido a que dependen de bosques naturales de zonas altas para vivir. Las otras 15 especies son consideradas neutras porque se adaptan a las condiciones de zonas altas y bajas.

La variabilidad de la dieta de *Amazilia cyanocephala* y *Lampornis sybillae* tiene un ligero incremento de vulnerabilidad debido a que su alimentación puede estar restringida por que consumen principalmente néctar. Las demás especies del estudio son neutras porque tienen una dieta flexible. Por ejemplo, de estas especies es *Arremon brunneinucha*, un frugívoro que también consume insectos y otros invertebrados. *Dives dives* es un omnívoro que se alimenta del néctar y frutas (Orians, 1983).

La variación genética para *Amazilia cyanocephala*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus*, *Elaenia frantzii*, *Empidonax flavescens*, *Icterus chrysater*, *Myadestes unicolor*, *Myioborus miniatus*, *Oreothlypis superciliosa*, *Ortalis vetula* y *Piranga bidentata* es neutra. *Arremon brunneinucha*, *Dives dives* y *Turdus grayi* tienen una ligera disminución de

vulnerabilidad. Las especies de *Cyanocorax melanocyaneus* y *Troglodytes rufociliatus* presentan un ligero incremento de vulnerabilidad. La única especie con incremento de vulnerabilidad es *Lampornis sybillae*.

Las especies consideradas como neutras son endémicas de Centroamérica y México. Aquellas especies que tienen una ligera disminución de vulnerabilidad presentan una distribución más amplia hasta Sudamérica. Las especies con un ligero incremento en la vulnerabilidad son endémicas de Centroamérica con una distribución de menos de 50 mil km² de distribución.

Cuando el tamaño de población se mantiene en rangos pequeños por un periodo largo de tiempo causa una degradación de su variabilidad genética. Por consecuencia disminuyen los procesos de mutación, selección y migración. Todo ello produce una reducción de los alelos y puede llevar la extinción de las especies (Wright, 1931). Las especies con menor variación genética serán menos capaces de adaptarse.

Los resultados indican que las especies de *Arremon brunneinucha*, *Catharus frantzii*, *Chlorospingus flavopectus* y *Troglodytes rufociliatus* no son vulnerables al cambio climático (presumiblemente estable). Esto señala que no hay evidencias que sugieran que la abundancia y la extensión de la distribución dentro del área geográfica evaluada cambie sustancialmente para el 2050. Las otras 15 especies del estudio no son vulnerables, y es posible que beneficien, con un probable incremento en la abundancia y extensión dentro del área geográfica evaluada para el 2050.

En Nueva York se evaluaron a las especies locales en riesgo. De las 119 especies evaluadas 70 fueron definidos como vulnerables al cambio climático. El hecho de que la mayoría de las especies de esta ciudad se consideren vulnerables o extremadamente vulnerables es por la asociación con los hábitats acuáticos o estacionalmente húmedos. Además, la identificación de las barreras a la dispersión es un componente importante en las puntuaciones de vulnerabilidad (Mathews et al., 2009). Caso contrario son los resultados de la evaluación de las 19 especies de la RBU, que no serán vulnerables para el 2050. Esto se debe a que la mayoría de aves pueden adaptarse a diferentes hábitats y su capacidad de vuelo les permite tener una mayor distribución.

El Programa de Adaptación al Cambio Climático del Complejo Cuatrociénegas de México usa herramientas para la evaluación de especies acuáticas y terrestres. En el año 2014 evaluaron dos especies de tortugas usando el IVCC que también resultaron vulnerables al 2050. Por lo tanto, los índices de vulnerabilidad deben usarse como medidas para identificación de prioridades de conservación y adaptación al cambio climático (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2014).

Cuadro 4. Puntuaciones de vulnerabilidad para cada uno de los factores asociados al cambio climático.

Especie	Barreras naturales	Dispersión y movimientos	Nicho térmico histórico	Nicho térmico fisiológico	Nicho hidrológico histórico	Nicho hidrológico fisiológico	Dependencia interespecifica	Dieta	Variabilidad genética	Índice de vulnerabilidad
<i>Amazilia cyanocephala</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	SI	N	PI
<i>Arremon brunneinucha</i>	Inc	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	SD	PE
<i>Catharus frantzii</i>	Inc	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	N	PE
<i>Chlorospingus flavopectus</i>	Inc	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	N	PE
<i>Cyanocorax melanocyaneus</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	SI	PI
<i>Dives dives</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	SD	PI
<i>Elaenia frantzii</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Empidonax flavescens</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Icterus chrysater</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Lampornis sybillae</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	SI	Inc	PI
<i>Myadestes unicolor</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Myioborus miniatus</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SI	N	N	N	PI
<i>Ortalis vetula</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Piranga bidentata</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI
<i>Troglodytes rufociliatus</i>	Inc	SI	SI	SI	SI	SI	SI	N	SI	PE
<i>Turdus grayi</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	SD	PI
<i>Turdus infuscatus</i>	N	Dec	SD	SD	SD	SD	N	N	N	PI

Fuente: NatureServe (2011).

Dec: Disminución

SD: Ligera disminución

N: Neutro.

SI: Ligero incremento

Inc: Incremento

PE: No vulnerable (Probablemente estable)

PI: No vulnerable (Probable incremento)

4. CONCLUSIONES

- La evaluación de la distribución altitudinal de las 19 especies de aves identificadas en la RBU abarca desde los 1,632 a los 1,972 msnm. Esta evaluación ayudó a conocer cuáles son las especies que presentan un hábitat restringido en las zonas altas y especies que pueden adaptarse a zonas bajas.
- La Prueba Exacta de Fisher determinó la independencia de un 84% de aves de este estudio con el rango altitudinal de 1,632 a 1,972 msnm. Las especies de *Amazilia cyanocephala*, *Elaenia frantzii* y *Turdus grayi* tienen abundancia mayor en las bandas altitudinales de 1,600 y 1,700 siendo raro o ausente en las alturas mayores.
- El IVCC diseñado por NatureServe ayudó a la evaluación de las 19 aves identificadas en la RBU y a determinar los factores de mayor influencia en la vulnerabilidad de las especies como la relación interespecífica, el nicho térmico, nicho hidrológico y la distribución.
- Las 19 especies de aves evaluadas con el índice proporcionado por NatureServe indica que no son vulnerables para el 2050. Cuatro especies van a mantener su extensión o población estable y quince de ellas tendrán un probable incremento.
- La evaluación de la vulnerabilidad de las aves al cambio climático es sólo una aproximación de cómo las especies se van adaptando o modificando su rango de distribución.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una evaluación de la distribución altitudinal de las aves en alturas por debajo de los 1,600 msnm.
- Se debe seleccionar puntos de muestreo con mayor distancia para asegurar la independencia de los datos.
- Se necesitan registros de temperatura y precipitación continuos de la RBU, porque son factores que ayudan a conocer si la variabilidad climática tiene efectos en el hábitat y las especies. Por ello es importante un monitoreo constante de los datos de la estación climatológica en la Reserva.
- Se recomienda usar el IVCC en otras aves presentes en la RBU que podrían reducir su población, distribución o ser vulnerables al cambio climático para el 2050, por ejemplo, el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) que puede tener un aislamiento genético.

6. LITERATURA CITADA

- Ahola, M., Laaksonen, T., Eeva, T. y Lehikoinen, E. (2007). Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. *Journal of Animal Ecology*, 76(6), 1045-1052.
- Anderson, D. y Devenish, C. (2009). Important bird áreas Américas Honduras. BirdLife International. Ecuador. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>, 20 de julio de 2016.
- Aldrich, M., Bubb, P., Hostettler, S. y Han van, W. (2000). Decision time for cloud forests. WWF International/IUCN. Recuperado de: <http://www.iucn.org>, 5 de octubre 2016.
- Argeñal, F. J. (2010). Variabilidad climática y cambio climatico de Honduras. SERNA y PNUD Honduras. Recuperado de: <http://www.riesgosydesarrollo.org>, 8 de octubre 2016.
- BirdLife Internacional. (2008). A range of threats drives declines in bird populations. BirdLife International. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>, 5 de agosto de 2016.
- BirdLife International. (2013). Importance of birds and biodiversity. BirdLife Internacional. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>, 12 de setiembre 2016.
- BirdLife International. (2015). State of the world's birds. BirdLife International. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>, 4 de octubre 2016.
- Bubb, P., May, I., Miles, L., y Sayer, J. (2004). Cloud forest agenda. Cambridge, UK: UNEP-WCMC. Recuperado de: <http://www.unep-wcmc.org>, 2 de octubre 2016.
- Chazal, J. y Rounsevell, M. (2009). Land-use and climate change within assessments of biodiversity change. *Global Environmental Change*, 19(2), 306-315.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2014). Programa de adaptación al cambio climático del Complejo Cuatrociénegas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Recuperado de: <http://www.conanp.gob>, 25 de octubre 2016.
- Escobar, M. R. (2011). Vulnerabilidad de robles y encinos (*Quercus spp.*) al cambio climático en la región del Yeguaré, Honduras. Tesis de pregrado. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 24 p.

- Díaz, S. y Fernandez, S. (2004). Asociación de variables cualitativas. INGESA-MSSSI. Recuperado de: <http://www.ingesa.msssi.gob>, 23 de agosto 2016.
- eBird. (2016). Francisco Morazán. eBird. Recuperado de : <http://www.ebird.org>, 13 de julio de 2016.
- Fagan, J. y Komar, O. (2016). *Peterson field guide to birds of Northern Central America*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Gallardo, R. (2014). *Guide to the birds of Honduras*. Honduras: Mountain Gem Tours.
- Gentry, A. H. (1992). Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63, 19-28.
- Johnson, G. D., Wallace , P., Erickson, M., Strickland, D., Shepherd, M., Shepherd, D. y Sarappo, S. (2003). Mortality of bats at a large-scale wind power development at buffalo ridge, Minnesota. *The American Midland Naturalist*, 150, 332-342.
- March, I. , Cabral, H. y Echeverría , Y. (2010). Una metodología para diseñar estrategias y planes de accion orientados a la adaptacion al cambio climatico para la conservacion de la biodiversidad y servicios ecosistemicos. The Nature Conservancy. Recuperado de : <http://www.cakex.org>, 3 de octubre 2016.
- Mathews, K., Huguele, J., Lanning, M., Wilson, T. y Young, R. (2009). Clonal diversity of *Arundinaria gigantea* (poaceae; bambusoideae) in western North Carolina and its relationship to sexual reproduction: an assessment using aflp fingerprints. *Castanea*, 74, 213-223.
- Mawdsley, J., O'Malley , R. y Ojima , D. (2009). A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 23(5), 1080-1089.
- Monroe, B. L., Jr. (1968). *A distributional survey of the birds of Honduras*. Ornithological Monographs, 7, 1-458.
- Mora, J., López, L., Acosta, M. y Maradiaga, P. (2013). Plan de manejo Reserva Biológica Uyuca 2013-2025. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre y Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.
- National Oceanic y Atmospheric Administration. (2015). Monthly climatological summary. U.S. Department of Commerce. United States: National Environmental Satellite, Data, and Information Service.
- Orians, G. H. (1983). Notes on the behavior of the melodious blackboird (*Dives dives*). *Condor*, 85, 453-460.
- Parker, T. A. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. *Auk*, 108, 443-444.

- Pearson, R. y Dawson, T. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?. *Global Ecology and Biogeography*, 12(5), 361-371.
- Schlesinger, M., Corser, J., Perkins, K., & White, E. (2011). Vulnerability of at-risk species to climate change in New York. NatureServe. Recuperado de: <http://www.natureserve.org>, 3 de octubre 2016.
- Sekercioglu, C. H. (2011). Functional extinctions of bird pollinators cause plant declines. *Science*, 331(6020), 1019-1020.
- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2008). Especies de Preocupación Especial en Honduras. SERNA. Recuperado de: <http://www.undp.org>, 2 de octubre 2016.
- Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2010). Convención sobre diversidad biológica. Honduras: Dirección General de Biodiversidad DIBIO. Recuperado de: <https://www.cbd.int/abs/submissions/cop-11/honduras-es.pdf>.
- Simmons, R. E., Barnard, P., Dean, W., Midgley, G., Thuiller, W. y Hughes, G. (2004). Climate change and birds: perspectives and prospects from southern Africa. *Ostrich*, 75, 295-308.
- The Nature Conservancy. (2009). Climate Wizard. Recuperado de: <http://www.climatewizard.org>, 2 de octubre 2016.
- Turner, W., Bradley, B., Estes, L., Hole, D., Oppenheimer, M. y Wilcove, D. (2010). Climate change: helping nature survive the human response. *Conservation Letters*, 3(5), 304-312.
- Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza. (2016). The IUCN red list of threatened species 2012. Birdlife Internacional. Recuperado de <http://www.iucn.org>, 9 de octubre 2016.
- Wright, S. (1931). Evolution in Mendelian populations. *Genetics*, 16(2), 97-159.
- Wo Ching, E. y McCarthy, R. (2002). Biodiversidad en Mesoamérica. Recuperado de: <http://www.iucn.org>, 2 de octubre 2016.
- Wunderle, J. M. (1994). Métodos para contar aves terrestres del Caribe. Forest Service, Department of Agriculture US. New Orleans Louisiana: Department of Agriculture.
- Young, B., Byers, E., Hammerson, G., Redder, A. y Szabo, K. (2011). Guidelines for using the NatureServe climate change vulnerability index. NatureServe. Recuperado de: <http://www.natureserve.org>, 3 agosto 2016.

7. ANEXOS

Anexo 1. Desarrollo del Índice de vulnerabilidad al cambio climático

Release 2.1 7 April 2011; Bruce Young, Elizabeth Byers, Kelly Gravuer, Kim Hall, Geoff Hammerson
 With input from: Jay Cordeiro, Kristin Szabo
 Funding for Release 2.0 generously provided by the Duke Energy Corporation.

* = Required field

Geographic Area Assessed:	<input type="text"/>	*		Clear Form
	Assessor:	<input type="text"/>		
	Species Scientific Name:	<input type="text"/>	*	
	Major Taxonomic Group:	<input type="text"/>	*	
	Relation of Species' Range to Assessment Area:	<input type="text"/>		
	Check if species is an obligate of caves or groundwater aquatic systems:	<input type="checkbox"/>		



Section A: Exposure to Local Climate Change

Temperature *		Hamon AET:PET Moisture Metric *	
Severity	Scope (percent of range)	Severity	Scope (percent of range)
>5.5° F (3.1° C) warmer	<input type="text"/>	< -0.119	<input type="text"/>
5.1-5.5° F (2.8-3.1° C) war	<input type="text"/>	-0.097 - -0.119	<input type="text"/>
5.0° F (2.5-2.7° C) warmer	<input type="text"/>	-0.074 - -0.096	<input type="text"/>
4.4° F (2.2-2.4° C) warmer	<input type="text"/>	-0.051 - -0.073	<input type="text"/>
< 3.9° F (2.2° C) warmer	<input type="text"/>	-0.028 - -0.050	<input type="text"/>
Total:	0	>-0.028	<input type="text"/>
	(Must sum to 100)	Total:	0
			(Must sum to 100)

Section B: Indirect Exposure to Climate Change

(Evaluate for specific geographical area under consideration)

Mark an "X" in all boxes that apply.

Effect on Vulnerability							
Greatly increase	Increase	Somewhat increase	Neutral	Somewhat decrease	Decrease	Unknown	
						X	1
							2
						X	a
						X	b
						X	3

Factors that influence vulnerability (* at least three required)

- 1) Exposure to sea level rise
- 2) Distribution relative to barriers
 - a) Natural barriers
 - b) Anthropogenic barriers
- 3) Predicted impact of land use changes resulting from human responses to climate change

Section C : Sensitivity

Mark an "X" in all boxes that apply.

Effect on Vulnerability							
Greatly increase	Increase	Somewhat increase	Neutral	Somewhat decrease	Decrease	Unknown	
						X	1
							2
							a
						X	i
						X	ii
							b
						X	i
						X	ii
						X	c
						X	d
						X	3
							4
						X	a
						X	b
						X	c
						X	d
							5
						X	a

Factors that influence vulnerability (* at least 10 required)

- 1) Dispersal and movements
- 2) Predicted sensitivity to temperature and moisture changes
 - a) Predicted sensitivity to changes in temperature
 - i) historical thermal niche
 - ii) physiological thermal niche
 - b) Predicted sensitivity to changes in precipitation, hydrology, or moisture regime
 - i) historical hydrological niche
 - ii) physiological hydrological niche
 - c) Dependence on a specific disturbance regime likely to be impacted by climate change
 - d) Dependence on ice, ice-edge, or snow-cover habitats
- 3) Restriction to uncommon geological features or derivatives
- 4) Reliance on interspecific interactions
 - a) Dependence on other species to generate habitat
 - b) Dietary versatility (animals only)
 - c) Dependence on other species for propagule dispersal
 - d) Forms part of an interspecific interaction not covered by 4a-d
- 5) Genetic factors
 - a) Measured genetic variation

Anexo 2. Lista de grabaciones del 22 de mayo del 2016

Grabación	Hora	Altura (msnm)	Enlace de grabaciones
1	6:25:00 a. m.	1632	http://www.xeno-canto.org/332518
2	6:48:00 a. m.	1650	http://www.xeno-canto.org/332516
3	6:57:00 a. m.	1664	http://www.xeno-canto.org/332515
4	7:14:00 a. m.	1687	http://www.xeno-canto.org/332514
5	7:32:00 a. m.	1694	http://www.xeno-canto.org/332513
6	7:42:00 a. m.	1735	http://www.xeno-canto.org/332338
7	7:56:00 a. m.	1744	http://www.xeno-canto.org/332337
8	8:06:00 a. m.	1768	http://www.xeno-canto.org/332335
9	8:16:00 a. m.	1775	http://www.xeno-canto.org/332339
10	8:26:00 a. m.	1795	http://www.xeno-canto.org/332340
11	8:33:00 a. m.	1819	http://www.xeno-canto.org/332346
12	8:44:00 a. m.	1845	http://www.xeno-canto.org/332349
13	8:58:00 a. m.	1860	http://www.xeno-canto.org/332351
14	9:06:00 a. m.	1872	http://www.xeno-canto.org/332352
15	9:28:00 a.m.	1882	http://www.xeno-canto.org/332501
16	9:38:00 a. m.	1895	http://www.xeno-canto.org/332505
17	9:50:00 a. m.	1919	http://www.xeno-canto.org/332507
18	10:01:00 a. m.	1942	http://www.xeno-canto.org/332509
19	10:12:00 a. m.	1962	http://www.xeno-canto.org/332510
20	10:20:00 a. m.	1972	http://www.xeno-canto.org/332511

Anexo 3. Lista de grabaciones del 13 de junio del 2016

Grabación	Hora	Altura (msnm)	Enlace de grabaciones
1	5:10:00 a. m.	1632	http://www.xeno-canto.org/336551
2	5:18:00 a. m.	1650	http://www.xeno-canto.org/336552
3	5:25:00 a. m.	1664	http://www.xeno-canto.org/336553
4	5:33:00 a. m.	1687	http://www.xeno-canto.org/336554
5	5:42:00 a. m.	1694	http://www.xeno-canto.org/336555
6	5:54:00 a. m.	1735	http://www.xeno-canto.org/336556
7	6:03:00 a. m.	1744	http://www.xeno-canto.org/336557
8	6:12:00 a. m.	1768	http://www.xeno-canto.org/336558
9	6:21:00 a. m.	1775	http://www.xeno-canto.org/336559
10	6:31:00 a. m.	1795	http://www.xeno-canto.org/336560
11	6:43:00 a. m.	1819	http://www.xeno-canto.org/336561
12	6:51:00 a. m.	1845	http://www.xeno-canto.org/336562
13	7:02:00 a. m.	1860	http://www.xeno-canto.org/336563
14	7:14:00 a. m.	1872	http://www.xeno-canto.org/336564
15	7:28:00 a. m.	1882	http://www.xeno-canto.org/336565
16	7:39:00 a. m.	1895	http://www.xeno-canto.org/336566
17	7:48:00 a. m.	1919	http://www.xeno-canto.org/336567
18	7:58:00 a. m.	1942	http://www.xeno-canto.org/336568
19	8:09:00 a. m.	1962	http://www.xeno-canto.org/336569
20	8:26:00 a. m.	1972	http://www.xeno-canto.org/336570

Anexo 4. Lista de grabaciones del 24 de julio del 2016

Grabación	Hora	Altura (msnm)	Enlaces de grabaciones
1	5:00:00 a. m.	1632	http://www.xeno-canto.org/336571
2	5:12:00 a. m.	1650	http://www.xeno-canto.org/336572
3	5:23:00 a. m.	1664	http://www.xeno-canto.org/336573
4	5:35:00 a. m.	1687	http://www.xeno-canto.org/336574
5	5:48:00 a. m.	1694	http://www.xeno-canto.org/336575
6	5:58:00 a. m.	1735	http://www.xeno-canto.org/336576
7	6:11:00 a. m.	1744	http://www.xeno-canto.org/336577
8	6:24:00 a. m.	1768	http://www.xeno-canto.org/336578
9	6:37:00 a. m.	1775	http://www.xeno-canto.org/336579
10	6:46:00 a. m.	1795	http://www.xeno-canto.org/336580
11	6:55:00 a. m.	1819	http://www.xeno-canto.org/336581
12	7:08:00 a. m.	1845	http://www.xeno-canto.org/336582
13	7:21:00 a. m.	1860	http://www.xeno-canto.org/336583
14	7:34:00 a. m.	1872	http://www.xeno-canto.org/336584
15	7:47:00 a. m.	1882	http://www.xeno-canto.org/336585
16	7:58:00 a. m.	1895	http://www.xeno-canto.org/336586
17	8:10:00 a. m.	1919	http://www.xeno-canto.org/336587
18	8:23:00 a. m.	1942	http://www.xeno-canto.org/336588
19	8:34:00 a. m.	1962	http://www.xeno-canto.org/336589
20	8:45:00 a. m.	1972	http://www.xeno-canto.org/336590