



Figura 1. Especies de aves indicadoras del bienestar de los ecosistemas en la Zona Noroeste del estado de Chiapas. Chipe Rosado (*Cardellina versicolor*)

FUENTE: RAÚL TRUJILLO TOVAR. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/35021538](https://www.naturalista.mx/observations/35021538)



Experiencias para el reconocimiento del bienestar de los ecosistemas, mediante el uso de especies indicadoras en Chiapas

Por **MARCO ANTONIO ALTAMIRANO GONZÁLEZ ORTEGA**¹
ALEJANDRA RIECHERS PÉREZ²

Recibido: 4 de febrero del 2020

Dictamen aprobatorio: 15 de abril del 2020

Resumen

Se comparan investigaciones realizadas en Chiapas para el reconocimiento del bienestar de los ecosistemas. Se examinan los métodos empleados para la selección de especies indicadoras de conservación y perturbación. Los resultados obtenidos de estas investigaciones señalan 64 especies indicadoras: 43 aves y 21 mamíferos. Específicamente, para las aves se confronta su consideración en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Lista roja de la IUCN 2019-3, frente a criterios de vulnerabilidad. Se evidencia relevante la escala espacial local como principal criterio en la selección de especies indicadoras, así como el estatus residente y el grado de vulnerabilidad en su área de distribución.

Palabras claves: Ecosistemas, aves, mamíferos, especies indicadoras, vulnerabilidad, distribución.

Abstract

Research carried out in Chiapas is compared to recognize the well-being of ecosystems. The methods used for the selection of conservation and disturbance indicator species are examined. The results obtained from these investigations indicate 64 indicator species: 43 birds and 21 mammals. Specifically, for birds their consideration is confronted in NOM-059-SEMARNAT-2010 and in the IUCN Red List 2019-3, against vulnerability criteria. The local spatial scale is evidenced as the main criterion in the selection of indicator species, as well as the resident status and the degree of vulnerability in its distribution area.

Keywords: Ecosystems, birds, mammals, indicator species, vulnerability, distribution.

¹ Dirección de Gestión, Investigación y Educación Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). Correo: biomarc2002@yahoo.com.mx

² Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). Correo: alexriechers@yahoo.com.mx



INTRODUCCIÓN

Los estudios donde se utilizan especies para determinar el bienestar de los ecosistemas o reconocer su grado de vulnerabilidad, deben realizarse tomando en cuenta su biología y la relación con los ecosistemas que ocupan y, en el caso de que en los sitios se realice manejo del hábitat o de las especies, se debe considerar ampliamente este aspecto (Carignan y Villard 2002; Altamirano y Vázquez-Pérez, 2017). La inferencia del bienestar de los ecosistemas y su posibilidad de mejorarlo, es posible realizarlo mediante el estudio de la comunidad de especies que los ocupan, donde se evidencian aquellas que por cumplir determinados criterios pueden ser susceptibles de darles seguimiento (Altamirano *et al.* 2003).

Desde hace algunas décadas, autores como Noss (1990), señalaron en términos generales que las especies a las que se debe dar seguimiento para reconocer el bienestar de los ecosistemas deben ser suficientemente sensibles para detectar cambios ambientales, ocupar áreas geográficas amplias en su distribución, que se puedan obtener valores continuos de su registro y de las actividades que realizan, que la obtención de los datos no dependan necesariamente del tamaño de la muestra y que el método de monitoreo sea sencillo y no genere grandes costos. Estas especies deben poseer requerimientos particulares en relación con una o un conjunto de variables físicas o químicas, de tal forma que los cambios de presencia-ausencia, abundancia, morfología o conducta, indiquen

que las variables consideradas se encuentren cerca de sus límites de tolerancia (Doughty, 1994).

Recientemente y para el reconocimiento de la vulnerabilidad ecológica de los ecosistemas, se han considerado otros factores de las especies a monitorear que incluyen además el tamaño poblacional, la distribución, las amenazas, en la época reproductiva y no reproductiva y las tendencias poblacionales (Berlanga *et al.* 2015). Las aves, por presentar estas cualidades, son utilizadas ampliamente para este fin (Cooperrider *et al.* 1986, Hess y King 2002). La característica de una amplia diversidad de las aves en el mundo es realmente relevante para su consideración como indicadores de bienestar de los ecosistemas, pero también implica el cuidado de evitar la generalización al utilizarlas, por lo cual se requiere seleccionar aquellas especies que reflejen en realidad este estado o el grado de vulnerabilidad que presentan. En el caso de los mamíferos, se deben tomar semejantes consideraciones, sin embargo, su uso ha sido más dirigido hacia especies medianas y grandes, como es en el caso de los felinos (Lavariega *et al.* 2012).

En el estado de Chiapas se han realizado diferentes intentos para reconocer el bienestar de los ecosistemas o el grado de vulnerabilidad en que estos se encuentran. Se han utilizado desde métodos donde se han reconocido especies indicadoras de conservación susceptibles de monitoreo (Altamirano *et al.* 2003), hasta propuestas de estudios multitaxonómicos (González-Valdivia *et al.* 2011) y, recientemente, la aplicación directa de categorías a escala nacional propuestas por expertos como Berlanga *et al.* (2015), que han sido utilizadas en estudios específicos para determinar la vulnerabilidad de aves en áreas naturales protegidas (p.e. Altamirano y Vázquez-Pérez 2017), Figura 2. Para especies de mamíferos pequeños, existe una investigación reciente que se centra en determinar especies indicadoras

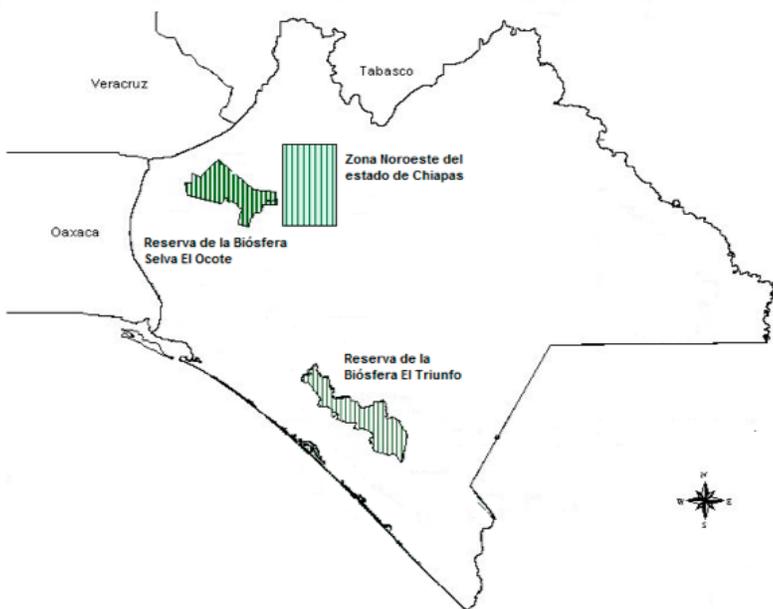


Figura 2. Áreas naturales (protegidas y no protegidas), comparadas en este estudio, en las que se han utilizado especies indicadoras para el reconocimiento del bienestar de los ecosistemas.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

de conservación y perturbación (Riechers Pérez *et al.* 2017).

LA EXPERIENCIA DE PROPONER ESPECIES, UTILIZANDO UNA ESCALA DE ANÁLISIS LOCAL

Durante la ejecución del proyecto “Obtención de la riqueza de aves y selección de especies susceptibles de monitoreo en la zona noroeste del estado de Chiapas” (clave CONABIO, Y018), en el año 2002, se propuso un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo, para la región entre los municipios de Ocozocoautla de Espinoza y Coapilla. En esta experiencia se utilizó una matriz de valor numérica en la que se consideraron criterios de selección por la sensibilidad de las especies a los cambios ambientales, la especialización a un hábitat, ser especies de taxonomía bien conocida y estable, de fácil muestreo y manipulación en el campo, de biología e historia natural bien conocidas y por reflejar información de otras especies con las

En el estado de Chiapas se han realizado diferentes intentos para reconocer el bienestar de los ecosistemas o el grado de vulnerabilidad en que estos se encuentran. Se han utilizado desde métodos donde se han reconocido especies indicadoras de conservación susceptibles de monitoreo (Altamirano *et al.* 2003), hasta propuestas de estudios multitaxonómicos (González-Valdivia *et al.* 2011).

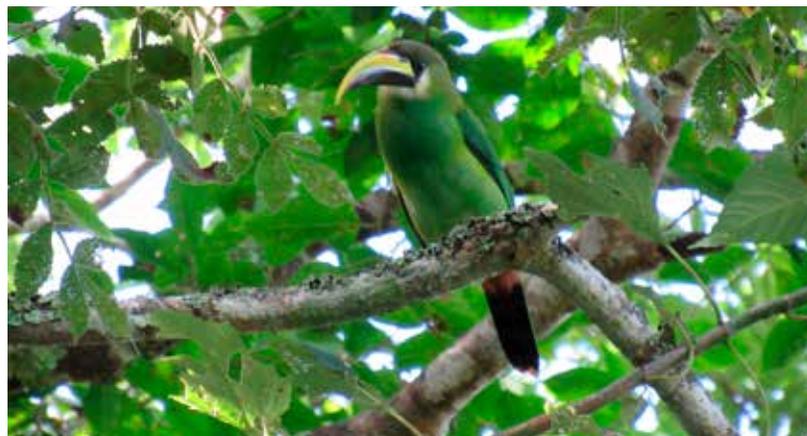


Figura 3. Tucancillo Verde (*Aulacorhynchus prasinnus*)
FUENTE: BELÉN JIMÉNEZ. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/34485765](https://www.naturalista.mx/observations/34485765)



Figura 4. Picochueco Vientre Canela (*Diglossa baritula*)
FUENTE: LUIS GUILLERMO. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/17462455](https://www.naturalista.mx/observations/17462455)

que tienen relación, así como del hábitat que ocupan (Altamirano *et al.* 2003). El resultado señaló a 14 especies de aves indicadoras de conservación: Chipe Rosado, Saltarín Toledo, Trepatroncos Corona Punteada, Mirlo Cuello Canela, Chipe Cejas Negras, Chipe Cachetes Amarillos, Ocotero Enmascarado, Paloma Canela, Matraca Tropical, Picochueco Vientre Canela, Tucancillo Verde, Musguero Garganta Pálida, Picolezna Común y Chinchinero Común (Figura 3 y 4).

En el año de 2006, dentro de las actividades del proyecto “Conservación de aves y manejo de hábitat en la Reserva de la Biosfera El Triunfo”, se realizó la priorización de sitios y especies de aves a monitorear donde se combinaron tres métodos: el método utilizado en el proyecto Y018 antes mencionado, un segundo método denominado Valor del indicador (InVal), que mide el valor de las especies en el ecosistema con base en sus abundancias, pero considerando la especificidad a los hábitats y un tercer método que



tomó en cuenta la experiencia directa de los monitores comunitarios de la reserva, donde se consideraron aquellas especies de elevada abundancia, de fácil observación y manejo y/o que fueran carismáticas (IHN/Pronatura A.C., 2006). Los resultados señalaron a siete especies indicadoras de conservación: Clarín Jilguero, Loro Corona Blanca, Pavito Alas Negras, Mirlo Garganta Blanca, Saltarín Toledo, Coa Violácea Nor-teña y Carpintero Bellotero. Como indica-doras de perturbación, se determinaron 13 especies: Mielero Patas Rojas, Titira Puerquito, Saltador Cabeza Negra, Chara Verde, Colibrí Berilo, Piranga Alas Blancas, Carpintero Cheje, Mirlo Café, Zanate Ma-yor, Garrapatero Pijuy, Tordo Cantor, Lui-sito Común y Tortolita Cola Larga, Figura 5, 6 y 7.

Entre los años 2013 y 2015, durante la ejecución del proyecto CONACYT PD-CAPN-2013-01/214659 “Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote”, a cargo de El Colegio de la Frontera Sur, en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas, se determinaron especies de mamíferos pequeños silvestres como indicadoras de conservación y perturbación, con base a una propuesta numérica para su selección, que consistió en utilizar a especies de murciélagos y roedores, que fueron calificados mediante el método de Valor de Especies Indicadoras de Conservación (Riechers *et al.* 2017). Los resultados señalaron a ocho especies de murciélagos (Murciélago Labio Verrugoso, Murciélago Lanza de Cozumel, Murciélago de Lomo Pelón Mayor, Murcié-lago de Hoja Nasal, Murcielaguito Norte-ño de Orejas Amarillas, Murciélago Ojón, Murciélago Cara Rayada y Murciélago Len-gua Larga) y cuatro de roedores (Rata Ca-ñera, Rata Arrocera de Veracruz, Ratón de Meseta y Rata Trepadora Orejas Grandes) como indicadoras de conservación. En el caso de las indicadoras de conservación se encontraron siete especies de murciélagos



Figura 5. Clarín Jilguero (*Myadestes occidentalis*).
FUENTE: JOSÉ ANTONIO LINAGE E. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/3034883](https://www.naturalista.mx/observations/3034883)



Figura 6. Piranga Alas Blancas (*Piranga leucoptera*)
FUENTE: JOSÉ ANTONIO LINAGE E. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/23085608](https://www.naturalista.mx/observations/23085608)



Figura 7. Saltarín Toledo (*Chiroxiphia linearis*)
FUENTE: BELÉN JIMÉNEZ. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/34213432](https://www.naturalista.mx/observations/34213432)

(Murciélago Frutero, Murciélago Frugívoro Tolteca, Murciélago Frugívoro de Cola Corta, Murciélago de Charreteras Menor, Murciélago de Charreteras, Murciélago Vampiro y Murciélago Frugívoro Gigante) y dos de roedores, también indicadores de perturbación (Ratón Mexicano y Rata Algodonera), Figura 8, 9 y 10.

LA EXPERIENCIA DE PROPONER ESPECIES, UTILIZANDO UNA ESCALA DE ANÁLISIS GLOBAL

Dentro de las actividades del proyecto CONACYT PDCAPN-2013-01/214659, mencionado anteriormente, se reconocieron aves vulnerables a cambios ambientales, mediante la asignación directa de una clasificación que se basa en la sensibilidad a cambios ambientales de carácter continental propuesta por Stotz *et al.* (1996), que las ubican en sensibilidad baja, media y alta. De esta forma se determinaron 10 especies vulnerables que presentaron una alta sensibilidad (Altamirano *et al.* 2017), siendo consideradas especies indicadoras de conservación: Colibrí Ermitaño Pico

Se reconocieron aves vulnerables a cambios ambientales, mediante la asignación directa de una clasificación que se basa en la sensibilidad a cambios ambientales de carácter continental propuesta por Stotz *et al.* (1996), que las ubican en sensibilidad baja, media y alta. De esta forma se determinaron 10 especies vulnerables que presentaron una alta sensibilidad (Altamirano *et al.* 2017).



Figura 8. Especies de mamíferos indicadoras del bienestar de los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Murciélago Labio Verrugoso (*Trachops cirrhosus*)
FUENTE: JUAN CRUZADO CORTÉS. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/31673502](https://www.naturalista.mx/observations/31673502)



Figura 9. Ratón de Meseta (*Peromyscus melanophrys*)
FUENTE: EHECATLHELODERM. [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/36339165](https://www.naturalista.mx/observations/36339165)



Figura 10. Murciélago de Charreteras Menor (*Sturnira lilium*)
FUENTE: COMUNEROSCHILAC [HTTPS://WWW.NATURALISTA.MX/OBSERVATIONS/15048303](https://www.naturalista.mx/observations/15048303)



Figura 11. Especies de aves indicadoras del bienestar de los ecosistemas en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. De izquierda a derecha: Pajuil (*Penelopina nigra*), © Roberto González. <https://www.naturalista.mx/observations/1899775>, Cuevero de Nava (*Hylorchilus navai*), © Raúl Trujillo Tovar. Colibrí Ermitaño Pico Largo (*Phaethornis longirostris*), © Carlos Alvarez N. <https://www.naturalista.mx/observations/31217268>, Piranga Hormiguera Corona Roja (*Habia rubica*), © Luis Guillermo. <https://www.naturalista.mx/observations/4942914>

Largo, Pajuil, Codorniz Bolonchaco, Hoja-rasquero Pecho Canela, Trepatroncos Sepia, Trepatroncos Canelo, Mosquerito Pico Chato, Cuevero de Nava, Saltapared Rui-señor y Piranga Hormiguera Corona Roja, Figura 11.

ANÁLISIS COMPARATIVO

Se realizó un cuadro comparativo de las especies resultantes como indicadoras en los proyectos analizados (“Obtención de la riqueza de aves y selección de especies susceptibles de monitoreo en la zona noroeste del estado de Chiapas”, “Conservación de aves y manejo de hábitat en la Reserva de la Biosfera El Triunfo” y “Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote”), considerando su calidad de indicador

La confrontación con el valor de vulnerabilidad sólo se realizó para el caso de las especies de aves, considerando como punto de inflexión el valor de 10 (valor medio), donde especies ubicadas en los números mayores se consideraron como indicadoras de conservación y menores a este valor, como indicadoras de perturbación. Para el caso de los mamíferos, no existe evidencia que señale la existencia de una clasificación semejante para este grupo taxonómico, que permita hacer la comparación.

(Conservación o Perturbación); el status de residencia (Residente o Transitoria/migratoria); categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (En peligro de extinción, Amenazada o En protección especial); su consideración en la Medida de Evaluación de Riesgo (MER) de la NOM-059-SEMARNAT-2010; la categoría de riesgo en la Lista roja de las especies de la UICN, 2019-3 (En Peligro, Vulnerable o Bajo riesgo) y el grado de vulnerabilidad de acuerdo con Berlanga et al. (2015), que las ubica en una escala de valores entre el 1 y el 20, siendo los números más altos los relacionados con la mayor vulnerabilidad y viceversa, para los valores más bajos. La confrontación con el valor de vulnerabilidad sólo se realizó para el caso de las especies de aves, considerando como punto de inflexión el valor de 10 (valor medio), donde especies ubicadas en los números mayores se consideraron como indicadoras de conservación y menores a este valor, como indicadoras de perturbación. Para el caso de los mamíferos, no existe evidencia que señale la existencia de una clasificación semejante para este grupo taxonómico, que permita hacer la comparación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El total de especies resultantes como indicadoras en los proyectos analizados fue de 64 (43 aves y 21 mamíferos); de estas, 42 se consideran indicadoras de conservación y 22 indicadoras de perturbación. Con relación a su status de residencia, 63 son residentes y 1 transitoria/migratoria invernal. En cuanto al estatus de conservación, 4 especies se encuentran en Peligro de extinción (P), 5 Amenazadas (A), 9 en Protección especial (Pr) y 46 están sin categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. De la totalidad de las especies solo en 5 de ellas fue utilizada la MER. En la IUCN 2019-3, se considera a 1 especie En Peligro (EN), 3 como Vulnerable (VU) y 60 en Bajo riesgo (LC), ver Anexo 1.

Los métodos analizados señalan a la mayoría de las especies en la categoría residente como las más adecuadas para ser utilizadas como especies indicadoras de bienestar de los ecosistemas.

Los resultados de la confrontación realizada con el valor de vulnerabilidad de Berlanga et al. (2015) señalan, entre las 43 especies de aves indicadoras analizadas, 15 especies con valores menores o igual al punto de inflexión y 28 especies con valores mayores a este punto. Con base en este valor discriminativo, la correspondencia de ser una especie considerada indicadora de conservación por los métodos aplicados, con relación a la escala de Berlanga et al. (2015), fue del 79.1% (34 especies) y de perturbación (9 especies), fue del 20.9%.

Con este análisis se hace evidente lo señalado por los especialistas que revisaron la NOM-059-SEMARNAT-2010, previamente a su publicación, que indican que existe subestimación de muchas de las especies al ser ubicadas en alguna de las categorías de riesgo, ya que el Método de Evaluación del Riesgo de Extinción de las Especies Silvestres en México (MER) es escasamente aplicado en esa Norma (SEMARNAT, 2010). En este análisis, solamente en cinco de las 64 especies analizadas fue utilizada la MER para la asignación de las categorías dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A pesar de esta deficiencia y debido a que esta Norma, se utiliza también para reflejar la situación de conservación de las especies a nivel estatal, esperaríamos encontrar una amplia coincidencia de la categoría de riesgo con la propuesta de vulnerabilidad de Berlanga et al. (2015). No obstante, de las 64 especies analizadas hay tres especies que sobrepasan el punto de inflexión de 10, que corresponderían a las especies con alta vulnerabilidad y que por el contrario se ubican como especies indicadoras de perturbación (Saltador Cabeza Negra, Chara Verde y Piranga Alas Blancas). De igual forma sucede con otras cinco especies que están por debajo del punto de inflexión y que están ubicadas como especies indicadoras de conservación (Coa Violácea Norteña, Carpintero Bellotero, Piranga Hormiguera Corona Roja, Chipe



Cejas Negras y Paloma Canela).

A pesar de que las categorías que se utilizan en la lista roja de la IUCN 2019-3 son mundiales, existe coincidencia para una especie (Chipe Cachetes Amarillos) con categoría En Peligro (EN), con el valor más alto que utiliza Berlanga et al. (2015) a nivel país, que es de 20, y de la categoría Vulnerable (VU) con los valores 18 y 20, para cuatro especies (Cuevero de Nava, Chipe Rosado, Pajuil y Saltapared Ruiseñor). Las demás especies están consideradas con baja preocupación (LC) en la IUCN 2019-3; sin embargo, presentan una variedad de valores entre 5 y 18, que refleja su debilidad para ser aplicada en la selección de especies a nivel nacional, por falta de criterios de tipo poblacional a esta escala y que por el contrario, en la propuesta con la que se confronta, fueron ampliamente considerados.

En lo que respecta al status de residencia de las especies analizadas, se refleja lo expresado por Altamirano *et al.* (2003), Altamirano y Vázquez-Pérez (2017) y Riechers Pérez *et al.* (2017) que señalan la importancia de seleccionar y dar seguimiento poblacional a especies con carácter residente, ya que son las que se encuentran expuestas a factores de presión locales, a lo largo de todo el año; por consiguiente, son las que pudieran estar siendo afectadas en el tamaño de sus poblaciones y que en un mediano o largo plazo afecten también las categorías de riesgo y de vulnerabilidad que actualmente presentan. En este sentido, los métodos analizados señalan a la mayoría de las especies en la categoría residente como las más adecuadas para ser utilizadas como especies indicadoras de bienestar de los ecosistemas, ya que en investigaciones recientes han resultado presentar una mayor sensibilidad fenológica (cambios físicos) ante los efectos del cambio climático (Samplonius *et al.* 2018).

Los resultados obtenidos para Chiapas deben utilizarse de manera precautoria, ya que el comportamiento en la distribución de las especies en áreas protegidas es diferente al que ocurre en sitios fuera de estas áreas de conservación.

Para el caso de mamíferos pequeños y medianos se requiere realizar un trabajo colegiado para la selección de especies indicadoras, que genere una propuesta análoga a la que existe para las aves.

CONCLUSIONES.

Reconocemos a la escala espacial local como el principal criterio de selección de especies indicadoras, así como el estatus residente y el grado de vulnerabilidad que presentan dentro de su área de distribución.

La propuesta de vulnerabilidad utilizada a nivel nacional para el análisis comparativo de las aves, tiene una alta correspondencia con la selección de las especies de aves indicadoras de conservación/perturbación, realizadas a una escala local. No obstante, los resultados obtenidos para Chiapas deben utilizarse de manera precautoria, ya que el comportamiento en la distribución de las especies en áreas protegidas es diferente al que ocurre en sitios fuera de estas áreas de conservación.

Para el caso de mamíferos pequeños y medianos se requiere realizar un trabajo colegiado para la selección de especies indicadoras, que genere una propuesta análoga a la que existe para las aves.

La realización de estudios multitaxonómicos para la selección de especies indicadoras, podría ser el método más eficiente para inferir de manera más acertada en el bienestar de los ecosistemas ■

BIBLIOGRAFÍA

Altamirano González-Ortega, M. A., A., Hernández, J. G., Gómez, M. F. M., & Velázquez, L. E. D. (2003). Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo. *Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología*, 4(2), 10-16.

Altamirano González-Ortega, M. A. & J.R. Vázquez-Pérez (2017). *Aves vulnerables a cambios ambientales en cuatro localidades de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México*, Pp. 449-480, En: Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Eds. Ruiz-Montoya, L., G. Álvarez-Gordillo, N. Ramirez-Marcial & B. Cruz-Salazar. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R., & Calderón-Parra, R. (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. Conabio. México, DF.

Carignan, V., & Villard, M. A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 78(1), 45-61.

Cooperrider, A. Y., Boyd, R. J., & Stuart, H. R. (1986). *Inventory and monitoring of wildlife habitat*. US. Dept. Inter., Bur. Land. Manage. Service Center. Denver, Co., USA.

Doughty, R. (1994). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, edited by Rosenberg and Resh. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 4(1), 92-96.

González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Pozo, C., Gordon Ferguson, B., Rangel-Ruiz, L. J., Arriaga-Weiss, S. L., ... & Kampichler, C. (2011). Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1433-1451.

Hess, G. R., & King, T. J. (2002). Planning open spaces for wildlife: I. Selecting focal species using a Delphi survey approach. *Landscape and Urban Planning*, 58(1), 25-40.

IHN/Pronatura A.C. (2006). Proyecto "Conservación de aves y manejo de hábitat en la Reserva de la Biosfera El Triunfo", Subgrupo: Línea de base para el monitoreo de hábitat, especies y poblaciones (Aves). Informe Final enviado a The Neotropical Migratory Bird Conservation Act (NMB-CA), Fish and Wildlife Service (FWS). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Lavariaga M.C., M. Briones-Salas & R.M. Gómez-Ugalde (2012). Mamíferos medianos y grandes de la Sierra de Villa Alta, Oaxaca, México. *Mastozoología Neotropical*, 19(2):225-241.

Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.

Riechers Pérez, A., V.H. Mendoza Sáenz & A. Horváth (2017). *Mamíferos pequeños silvestres como indicadores de conservación en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México*, Pp. 481-520, En: Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Eds. Ruiz-Montoya, L., G. Álvarez-Gordillo, N. Ramirez-Marcial & B. Cruz-Salazar. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.

Samplonius, J. M., Bartošová, L., Burgess, M. D., Bushuev, A. V., Eeva, T., Ivankina, E. V., ... & Mänd, R. (2018). Phenological sensitivity to climate change is higher in resident than in migrant bird populations among European cavity breeders. *Global change biology*, 24(8), 3780-3790.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la federación (DOF). 30 de Diciembre de 2010.



Anexo 1. Condición de las especies de aves (α) y mamíferos (μ), con relación a su calidad de Indicador (**Cons**=Conservación, **Pert**=Perturbación), Residencia (**R**=residente, **MI**=Migratorio invernacional, **T**=transitoria), ubicación en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**P**=Peligro de extinción, **A**=Amenazadas, **Pr**=Protección especial), Medida de Evaluación de Riesgo **MER (Si/No)**, ubicación en la UICN 2019-3 (**En**=En Peligro, **VU**=Vulnerable, **LC**=Bajo riesgo) y grado de Vulnerabilidad **GV** (Berlanga *et al.*, 2015).

Zona Noroeste del estado de Chiapas								
Especie	Nombre común	Clase	Calidad de Indicador	Residencia	NOM-059-SEMARNAT-2010	MER	UICN 2019-3	GV
<i>Cardellina versicolor</i>	Chipe Rosado	α	Cons	R	P	No	VU	18
<i>Chiroxiphia linearis</i>	Saltarín Toledo	α	Cons	R	Pr	No	LC	15
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos Corona	α	Cons	R	-	No	LC	15
<i>Turdus rufitorques</i>	Mirlo Cuello Canela	α	Cons	R	A	Si	LC	15
<i>Basileuterus culicivorus</i>	Chipe Cejas Negras	α	Cons	R	-	No	LC	10
<i>Setophaga chrysoparia</i>	Chipe Cachetes Amarillos	α	Cons	T,MI	P	Si	EN	20
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero Enmascarado	α	Cons	R	-	No	LC	12
<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Canela	α	Cons	R	-	No	LC	10
<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca Tropical	α	Cons	R	-	No	LC	12
<i>Diglossa baritula</i>	Picochueco Vientre Canela	α	Cons	R	-	No	LC	12
<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo Verde	α	Cons	R	Pr	No	LC	14
<i>Automolus ochrolaemus</i>	Musguero Garganta Pálida	α	Cons	R	Pr	No	LC	12
<i>Xenops minutus</i>	Picolezna Común	α	Cons	R	Pr	No	LC	12
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Chinchinero Común	α	Cons	R	-	No	LC	12

Reserva de la Biosfera El Triunfo								
Especie	Nombre común	Clase	Calidad de Indicador	Residencia	NOM-059-SEMAR-NAT-2010	MER	UICN 2019-3	GV
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	α	Cons	R	Pr	No	LC	13
<i>Pionus senilis</i>	Loro Corona Blanca	α	Cons	R	A	No	LC	14
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras	α	Cons	R	-	No	LC	11
<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	α	Cons	R	-	No	LC	13
<i>Chiroxiphia linearis</i>	Saltarín Toledo	α	Cons	R	Pr	No	LC	15
<i>Trogon caligatus</i>	Coa Violácea Norteña	α	Cons	R	-	No	LC	8
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	α	Cons	R	-	No	LC	9
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas	α	Pert	R	-	No	LC	10
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	α	Pert	R	-	No	LC	9
<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	α	Pert	R	-	No	LC	11
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde	α	Pert	R	-	No	LC	11
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	α	Pert	R	-	No	LC	10
<i>Piranga leucoptera</i>	Piranga Alas Blancas	α	Pert	R	-	No	LC	14
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	α	Pert	R	-	No	LC	9
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	α	Pert	R	-	No	LC	8
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	α	Pert	R	-	No	LC	5
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	α	Pert	R	-	No	LC	7
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	α	Pert	R	-	No	LC	8
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	α	Pert	R	-	No	LC	5



Reserva de la Biosfera El Triunfo								
Especie	Nombre común	Clase	Calidad de Indicador	Residencia	NOM-059-SEMAR-NAT-2010	MER	UICN 2019-3	GV
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	α	Cons	R	Pr	No	LC	13
<i>Pionus senilis</i>	Loro Corona Blanca	α	Cons	R	A	No	LC	14
<i>Myioborus miniatus</i>	Pavito Alas Negras	α	Cons	R	-	No	LC	11
<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo Garganta Blanca	α	Cons	R	-	No	LC	13
<i>Chiroxiphia linearis</i>	Saltarín Toledo	α	Cons	R	Pr	No	LC	15
<i>Trogon caligatus</i>	Coa Violácea Norteña	α	Cons	R	-	No	LC	8
<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero	α	Cons	R	-	No	LC	9
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero Patas Rojas	α	Pert	R	-	No	LC	10
<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Puerquito	α	Pert	R	-	No	LC	9
<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	α	Pert	R	-	No	LC	11
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara Verde	α	Pert	R	-	No	LC	11
<i>Amazilia beryllina</i>	Colibrí Berilo	α	Pert	R	-	No	LC	10
<i>Piranga leucoptera</i>	Piranga Alas Blancas	α	Pert	R	-	No	LC	14
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	α	Pert	R	-	No	LC	9
<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	α	Pert	R	-	No	LC	8
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	α	Pert	R	-	No	LC	5
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	α	Pert	R	-	No	LC	7
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	α	Pert	R	-	No	LC	8
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	α	Pert	R	-	No	LC	5

Reserva de la Biosfera Selva El Ocote								
Especie	Nombre común	Clase	Calidad de Indicador	Residencia	NOM-059-SEMAR-NAT-2010	MER	UICN 2019-3	GV
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago Frutero	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Dermanura tolteca</i>	Murciélago Frugívoro Tolteca	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Carollia sowelli</i>	Murciélago Frugívoro de Cola Corta	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Sturnira parvidens</i>	Murciélago de Charreteras Menor	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Sturnira hondurensis</i>	Murciélago de Charreteras	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago Vampiro	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago Frugívoro Gigante	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Scotinomys teguina</i>	Rata Cañera	μ	Cons	R	-	No	LC	-
<i>Handleyomys rostratus</i>	Rata Arrocera de Veracruz	μ	Cons	R	-	No	LC	-
<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón de Meseta	μ	Cons	R	-	No	LC	-
<i>Ototylomys phyllotis</i>	Rata Trepadora Orejas Grandes	μ	Cons	R	-	No	LC	-
<i>Peromyscus mexicanus</i>	Ratón Mexicano	μ	Pert	R	-	No	LC	-
<i>Sigmodon zanjonensis</i>	Rata Algodonera	μ	Pert	R	-	No	LC	-