



Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología

ISSN: 1870-7459

editor1@huitzil.net.

Sociedad para el Estudio y Conservación de
las Aves en México A.C.
México

Altamirano González-Ortega, Marco Antonio; Guzmán Hernández, Jaqueline; Martín Gómez, Martín
Francisco; Domínguez Velázquez, Luis Enrique

Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo

Huitzil. Revista Mexicana de Ornitología, vol. 4, núm. 2, 2003, pp. 10-16

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C.

Xalapa, Veracruz, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75640201>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Un método para la selección de aves bioindicadoras con base en sus posibilidades de monitoreo

Marco Antonio Altamirano González Ortega¹, Jaqueline Guzmán Hernández, Martín Francisco Martín Gómez y Luis Enrique Domínguez Velázquez

¹Dirección de Investigación, Instituto de Historia Natural y Ecología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 29000, México. Correo electrónico: biomarc2002@yahoo.com.mx

Resumen

Considerando criterios propuestos por algunos especialistas para caracterizar aves terrestres que respondan a cambios ambientales, diseñamos una matriz de selección de especies de tipo numérico con el objetivo de reconocer aquellas con mayores posibilidades de ser monitoreadas. El mecanismo de evaluación consistió en la asignación de criterios de calificación con valores ponderados que permitieron calificar individualmente a cada una de las 272 especies registradas en la zona noroeste del estado de Chiapas, en el año 2002. El resultado de la aplicación de este método señaló a 14 especies con posibilidades de monitoreo. El método propuesto, además de tomar en cuenta la mayoría de las consideraciones básicas para la selección de especies indicadoras, tiene la capacidad de discernir entre la comunidad de especies registradas al utilizar valores numéricos ponderados. Se describe el método utilizado y las recomendaciones para su uso.

Palabras clave: Chiapas, indicadores biológicos, monitoreo, método de selección.

Abstract

A method to select bird indicator species taking into account its monitoring possibilities

Based on criteria proposed by some specialists to characterize terrestrial birds that respond to environmental changes, we designed a numeric matrix for the selection of indicator species with the objective of recognizing those with more possibilities of monitoring. We assigned weighted values that allowed to evaluate through this matrix, each species recorded in sampling sites from an area located in North-western Chiapas, visited during the year 2002. The result of its application pointed out 14 species with possibilities of monitoring, of a universe of 272 species recorded. The proposed method, besides taking into account most of the basic considerations for the selection of indicator species, it has the capacity to discern among the community of species recorded to use pondered numeric values. We described the method and some recommendations for its use.

Keywords: Chiapas, indicator species, monitoring, selection method.

Résumé

Une méthode pour la sélection des oiseaux bio-indicateurs en fonction des possibilités de suivi

Regroupant les critères de sélection des oiseaux susceptibles aux changements climatiques, nous avons dessiné une matrice qui met en évidence les espèces faciles à suivre. L'évaluation a été réalisée par une qualification de critères pour chaque une des 272 espèces connues dans le Nord Est du Chiapas, et ce durant l'année 2002. Un total de 14 espèces sont susceptibles de suivi. De plus de prendre en compte la majorité des considérations basiques pour la sélection des espèces indicatrices, la méthode proposée a la capacité de discernir entre les groupes d'espèces enregistrées en utilisant des valeurs numériques. Cet article décrit la méthode utilisée et les recommandations pour son application.

Mots clés: Chiapas, indicateurs biologiques, méthode de sélection, suivi.

HUITZIL (2003) 4:10-16

En las ciencias biológicas el concepto “indicador” ha sido ampliamente utilizado para determinar la calidad del hábitat y así poder evidenciar los efectos de la contaminación en los ecosistemas (Hall y Grinnell 1919). Los indicadores biológicos se han utilizado, por ejemplo, con el propósito de generar información que permite mantener la integridad ecológica de los sistemas acuáticos, utilizando a los peces como organismos sensibles al cambio (Karr 1981), en donde cambios acontecidos en éstos, se relacionan directamente con los que están sucediendo en su hábitat. Actualmente, el uso de indicadores implica su monitoreo y son frecuentemente utilizados por conservacionistas, administradores de tierras

e instituciones gubernamentales para formular planes de manejo de recursos naturales. A pesar de su utilidad, la selección de indicadores, en muchos de los casos, se ha hecho sin tomar en cuenta aspectos fundamentales relacionados con la biología y el manejo de los organismos a monitorear (Carignan y Villard 2002).

Las características que debe cumplir un indicador para poder ser monitoreado incluyen (sensu Noss 1990): 1) ser suficientemente sensible para detectar señales de cambio, 2) estar distribuido sobre una amplia área geográfica, 3) que al ser medidos se puedan obtener valores continuos sobre un amplio rango de estrés, 4) que sea factible implementar en el métodos relativamente

independientes del tamaño de la muestra, 5) que las mediciones, colectas, experimentaciones y/o cálculos que se le apliquen sean fáciles y económicos y 6) que su estudio permita diferenciar entre ciclos naturales y tendencias. En este sentido las aves han sido utilizadas desde hace mucho tiempo como indicadores por excelencia, precisamente porque cumplen la mayoría de esas exigencias, además de ser fácilmente manejables (Cooperrider et al. 1986). Las aves son un grupo extremadamente diverso en sus características biológicas y de distribución, por lo que al seleccionar determinadas especies como indicadores se debe tener particular cuidado en que realmente permitan evaluar las condiciones de un aspecto del ambiente o de los factores que lo afectan; asimismo, se debe procurar que existan valores de normalidad (derivados de un estudio inicial de sus poblaciones) que sirvan como una base comparativa (Hess y King 2002).

En este artículo se presenta un método para seleccionar especies de aves como indicadores biológicos, que a su vez son susceptibles de monitoreo. Este método tiene como base un taller realizado en Mérida, Yucatán en 1999, por el Instituto de Historia Natural y Ecología, que tuvo como objetivo la calificación y reconocimiento de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (Arizmendi y Márquez 2000). En este trabajo previo se calificaron sitios susceptibles de ser conservados de acuerdo a una escala numérica utilizando una matriz de selección. El método utilizado, fue modificado para poder ser aplicado a la selección de aves indicadoras en un estudio que realizamos en el noroeste de Chiapas.

Nuestro objetivo en este artículo es proponer un mecanismo de selección en donde, de manera sistematizada, para especies registradas en campo, se pueda discernir las especies posibles de ser bioindicadoras y susceptibles de monitoreo, considerando aspectos de su biología y sus posibilidades de manejo.

Método

Entre enero y diciembre del 2002 realizamos un estudio avifaunístico en un área de 13,095 hectáreas de la

zona noroeste del estado de Chiapas (17°11'15.35 y 93°29'36.99 Norte y los 16°51'10.61 y 93°09'39.65 Oeste; Figura 1). El trabajo de campo se llevó a cabo en seis localidades del área de estudio, efectuando una salida cada mes, con una duración de ocho días cada una. En cada localidad se realizaron recorridos de observación en transectos de longitud variable (2-3 km de extensión), realizándose conteos diurnos, entre las 6:00 y las 10:30 horas, para lo cual se utilizaron binoculares de 7 x 35 (Buckland et al. 1993). La identificación se realizó a nivel específico, con apoyo de las guías de campo de Peterson y Chalif (1989), Robbins et al. (1983) y Howell y Webb (1995).

Los criterios utilizados para calificar a cada especie registrada fueron: estado de conservación, endemismo, distribución geográfica, especialización a un hábitat, susceptibilidad de muestreo, facilidad de determinación y manipulación en campo, grado de conocimiento de su biología e historia natural y posibilidad de que refleje información del hábitat (Cooperrider et al. 1986, EcoNatura 1998). En esta calificación consideramos, además, para cada especie, su abundancia relativa como un valor de opción, ya que esta se ve afectada por el entorno ambiental y las actividades antropogénicas (Carignan y Villard 2002). Para estado de conservación se considero la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002), para grado de endemismo se tomo en cuenta a Navarro y Benítez (1993) y para estacionalidad a Howell y Webb (1995). La abundancia relativa de cada especie se calculó como el número total de registros de cada especie entre el número total de individuos registrados de todas las especies presentes en el área durante el periodo de estudio. Para los criterios restantes se considero la experiencia de los autores. Esta información, sirvió de base para analizar de manera particular a cada una de las especies registradas de acuerdo a los criterios para la consideración de especies indicadoras de cambios en el hábitat y susceptibles de ser monitoreadas (Noss 1990).

Para establecer los valores de calificación de los criterios definidos, se consultó bibliografía especializada y normativa (Alvarez del Toro 1980, AOU 1983, Navarro y Benítez 1993, Howell y Webb 1995, Baicich y Harrison 1997, Ceballos y Márquez 2000, SEMARNAT 2002) y se consideró la experiencia de los autores de este artículo, decidiéndose por la asignación de valores numéricos ponderados donde cada uno tiene el doble del valor de importancia del anterior (v.gr., 0.5, 1, 2, 4). A diferencia de los valores numéricos de tipo lineal, los valores numéricos ponderados permiten que se generen distancias amplias entre los valores finales, lo que permite discernir y priorizar entre estos (Hernández et al. 1999). Los valores más altos se asignaron a las características buscadas en una especie bioindicadora y con posibilidades de tener monitoreo. Una definición más detallada de cada criterio, así como los valores asignados a cada categoría, se presenta en el Apéndice 1.

Posteriormente se diseñó una matriz de selección de especies, conformada por una sección que califica su biología y otra a su manejo. Las filas corresponden a las

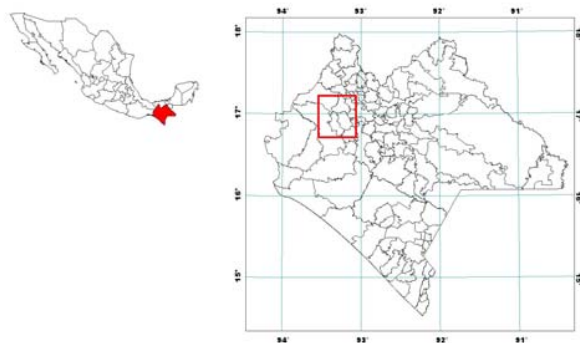


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.

especies y las columnas a los criterios o características a ser cuantificados (Figura 2). En el llenado de las secciones, se asignaron los valores numéricos ponderados a cada criterio permitiéndose así calificar individualmente a cada una de las especies de aves registradas en campo y obtener valores globales estándar para un ordenamiento y selección de las mismas. Una segunda matriz compiló las abundancias relativas de las especies registradas.

Finalmente, para cada especie se obtuvo un valor total final (valor de selección) resultante de la adición de los valores obtenidos para cada uno de los criterios de su biología (valor de especie) y posibilidad de ser manejada

(valor de manejo). Las especies de aves con un valor superior al 80% del valor máximo obtenido de la calificación en la matriz de selección, se consideraron susceptibles de ser monitoreadas. Las especies que resultaron con un valor en el límite inferior de un porcentaje esperado (en este caso 80%), y que, en nuestra consideración, no reflejan cambios en el hábitat, fueron eliminadas a pesar de haber obtenido altos valores de abundancia relativa.

Resultados

De las 272 especies de aves que se encontraron en

Matriz de Biología

ESPECIE	Estado de Conservación	Endemismo	Distribución	Historia Natural	Especialización a un Hábitat	Total	%
<i>Ergaticus versicolor</i>	4	0.5	4	2	4	14.5	0.69
<i>Chiroxiphia linearis</i>	1	0.5	4	2	4	11.5	0.55
<i>Chlorospingus ophtalmicus</i>	0.5	0.5	0.5	4	4	9.5	0.45
<i>Cyanocorax morio</i>	0.5	0.5	4	4	0.5	9.5	0.45

+

Matriz de Manejo

ESPECIE	Posibilidades de Muestreo	Posibilidades de Manipulación	Posibilidades de Determinación	Total	%
<i>Ergaticus versicolor</i>	4	4	4	12	0.53
<i>Chiroxiphia linearis</i>	4	4	4	12	0.53
<i>Chlorospingus ophtalmicus</i>	4	4	4	12	0.53
<i>Cyanocorax morio</i>	4	4	4	12	0.53

+

Matriz de Abundancia (valor de opción)

ESPECIE	Localidad 1 % abund.	Localidad 2 % abund.	Localidad 3 % Abund.	Localidad n % abund.
<i>Ergaticus versicolor</i>	0.00	0.00	0.00	0.07
<i>Chiroxiphia linearis</i>	0.00	0.10	0.00	0.22
<i>Chlorospingus ophtalmicus</i>	0.00	0.61	0.00	0.00
<i>Cyanocorax morio</i>	3.98	6.07	3.81	8.73

=

MATRIZ DE SELECCIÓN DE ESPECIES

ESPECIE	Especie	Manejo	Total	%
<i>Ergaticus versicolor</i>	14.5	12.0	26.5	100
<i>Chiroxiphia linearis</i>	11.5	12.0	23.5	90
<i>Chlorospingus ophtalmicus</i>	9.5	12.0	21.5	81.60
<i>Cyanocorax morio</i>	9.5	12.0	21.5	81.60

Figura 2. Estructura de la matriz de selección de especies susceptibles de monitoreo.

el área, 15 registraron valores superiores al 80% del valor máximo de calificación alcanzado en la matriz de selección. De estas especies eliminamos a *Cyanocorax morio* por considerar que es una especie que no refleja cambios en el hábitat, reduciéndose a 14 especies la selección (13 residentes y una migratoria). Estas especies, se consideran con altas posibilidades de monitoreo (Cuadro 1).

Discusión y consideraciones al método

Ventajas del método

El método aquí presentado califica a las especies de aves terrestres por su importancia biológica dentro del ecosistema, pero también lo hace por sus posibilidades de manejo, considerando además su abundancia como un valor de opción (Carignan y Villard 2002). Los resultados obtenidos en nuestra investigación señalan la eficiencia del método al poder discernir, de entre más de 270 especies, a sólo un 5% de las aves, que son las que presentan posibilidades de ser monitoreadas. Por lo tanto, consideramos que el método puede ser utilizado en la selección de otros grupos animales y vegetales, en apego a la biología y posibilidades de manejo de cada taxón elegido.

El método que proponemos permite, de manera sencilla, hacer una selección de especies de aves indicadoras de cambios ambientales, tomando como base los criterios más aceptados en la literatura especializada (Noss 1990, Cooperrider et al. 1986) y aplicando una escala de calificación numérica que, a diferencia de otras propuestas, es de tipo ponderado. Creemos que esta propuesta cubre con la mayoría de los argumentos básicos para realizar un monitoreo (Cooperrider et al. 1986), y que los valores ponderados utilizados permiten diferenciar entre las especies probables de ser consideradas. Al respecto, existen pocos estudios que han sido diseñados para la selección de especies indicadoras de cambios en el hábitat, con escasos representantes que propongan escalas numéricas de calificación (Komar y Domínguez 1999, Carter et al. 2000, McNally y Fleishman 2002). Antes se ha propuesto (Wilson y McCranie 2003) el uso de medidas compuestas de vulnerabilidad ambiental mediante escalas numéricas, aunque sólo se han usado tres variables a estimar.

Conservacionistas, administradores de tierras e instituciones gubernamentales han intentado utilizar especies indicadoras en diferentes actividades de manejo, sin embargo, los resultados no han sido completamente exitosos debido a la falta de criterios establecidos para seleccionarlas en sus programas de monitoreo (Marcot et al. 1994). El método que aquí se presenta intenta cubrir esta carencia, proporcionando una herramienta que permita determinar especies de aves terrestres indicadoras de cambios en el ambiente al reconocer aquellas que dependen de un hábitat y que al carecer de recursos específicos pueden sufrir cambios cuando no existe un suministro mínimo temporal o espacial de estos (Noss 1999). En este sentido, los resultados obtenidos en este estudio (93% de especies residentes) concuerdan con lo

señalado por Dufrêne y Legendre (1997) que conjeturan que las especies locales pueden ser más sensibles a los cambios ambientales, debido a que se encuentran sujetas a las mismas condiciones del hábitat todo el año.

Desventajas del método

Se argumenta que existen varias dificultades al seleccionar especies indicadoras (Landres et al. 1988), donde el criterio ecológico utilizado es, a menudo, por sí mismo, ambiguo y falible. Sin embargo, otras posturas señalan que para seleccionar un indicador deben considerarse ampliamente los aspectos ecológicos, como es el caso de las abundancias relativas y los rangos de distribución en hábitat específicos (Dufrêne y Legendre 1997). Criterios que fueron utilizados considerablemente en nuestra investigación. Otra de las dificultades reconocidas en la selección y uso de especies clave es la que señalan Mills et al. (1993) al observar que hace falta incluir una consideración operacional de la especie dentro del ecosistema. Este señalamiento es aplicable sólo para las especies clave (keystone), y ya es reconocido por Noss (1990) en los criterios que propone. Cabe señalar que en nuestro estudio la selección se basó en especies que se especulan vulnerables, lo que sustituye un poco a la consideración de operacionalidad, si se toman en cuenta las consideraciones de Noss (1990).

A pesar de las limitaciones expuestas, sugerimos el uso de las especies indicadoras, ya que los resultados obtenidos en este estudio permitieron seleccionar especies que presentan tolerancias estrechas a las condiciones ambientales; y es este tipo de especies las que se ha sugerido que son las más recomendables a utilizar (Caro y O'Doherty 1999). Caro y O'Doherty (1999) señalan que aunque una especie indicadora sólo tiene la capacidad de responder a un cuestionamiento ambiental, una elección adecuada puede permitir usar esta especie de manera general. De hecho se ha sugerido (McNally y Fleishman 2002) que su uso puede ser un mecanismo por el cual se pueda llegar a determinar, incluso, patrones de riqueza específica a nivel paisaje.

Consideraciones para el uso del método

Debido a que los indicadores biológicos pueden funcionar, o no, en diferentes niveles organizacionales, por ejemplo comunidad o paisaje, y que pueden variar de una escala a otra en un análisis espacial, por ejemplo a nivel sitio, paisaje y región, recomendamos que si se deseara emplear este método en otras áreas, se necesita realizar la medición de parámetros de diagnóstico apropiados a los grupos taxonómicos elegidos (e.g., sucesos reproductivos, probabilidad de persistencia de las especies). Con ello se podrá determinar sus posibilidades de monitoreo a diferentes escalas y en un mismo sitio, tal y como lo recomiendan Landres et al. (1988) y Brunner y Clarke (1997).

Agradecimientos

Agradecemos a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por



el financiamiento otorgado para el estudio avifaunístico realizado en Chiapas (Proyecto Y018) y al personal del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE) que participó con sus comentarios para el diseño de la matriz

de selección de las especies. A Laura Márquez, Adolfo Navarro y Eduardo Morales por la asesoría al proyecto, así como a tres revisores anónimos por sus opiniones a una versión inicial del manuscrito.

Cuadro 1. Especies de aves susceptibles de monitoreo para el área de estudio (zona noroeste del estado de Chiapas).

Familia	Especie	Valor de Especie	Valor de Manejo	Valor de Selección	% de Selección
Parulidae	<i>Ergaticus versicolor</i>	14.5	12	26.5	100.00
Pipridae	<i>Chiroxiphia linearis</i>	11.5	12	23.5	90.00
Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes affinis</i>	13	10	23	86.66
Turdidae	<i>Turdus rufiglorus</i>	11	12	23	86.66
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	11	12	23	86.66
Parulidae	<i>Dendroica chrysoparia</i>	14.5	8	22.5	85
Parulidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	13	9	22	83.33
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	10	12	22	83.33
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	10	12	22	83.33
Emberizidae	<i>Diglossa baritula</i>	10	12	22	83.33
Rhamphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	11.5	10	21.5	81.60
Furnariidae	<i>Automolus ochrolaemus</i>	11.5	10	21.5	81.60
Furnariidae	<i>Xenops minutus</i>	11.5	10	21.5	81.60
Thraupidae	<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	9.5	12	21.5	81.60

Literatura citada

- AOU (American Ornithologists' Union). 1983. Check-list of North American Birds. 6^a Edition. American Ornithologist's Union. Washington D.C.
- Álvarez del Toro, M. 1980. Las aves de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Arizmendi, M. C. y Márquez, L. (comp). 2000. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. Proyecto AICAS. CIPAMEX/CONABIO. México D.F.
- Baichich, P. J y Harrison, C. J. O. 1997. A guide to the nests, eggs, and nestling of North American Birds. Academic Press. San Diego, California, USA.
- Brunner, R. D. y Clarke, T. W. 1997. A practice-based approach to ecosystem management. Conservation Biology 11: 48-58.
- Buckland, S.T., Anderson, D. R., Burnham, K. P. y Lake, J. L. 1993. Distance sampling: Estimating abundance of biological population. Chapman & Hall, London, UK.
- Carignan, V. y Villard, M. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. Environmental Monitoring and Assessment 78: 45-61.
- Caro, T. M. y O'Doherty, G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. Conservation Biology 13: 805-814.
- Carter, M. F., Hunter, W. C., Pashley, D. N. y Rosenberg, K. V. 2000. Setting conservation priorities for landbirds in the United States: The Partners in Flight Approach. Auk 117: 541-548.
- Ceballos, G. y Márquez, L. 2000. Las aves de México en peligro de extinción. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Cooperrider, A. Y., Boyd, R. J. y Stuart, H. R. (comp.). 1986. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co., USA.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 para la protección ambiental - Especies de flora y fauna silvestre de México - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo del 2002.
- Dufrêne, M. y Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67: 345-366.
- EcoNatura. 1998. Manual de Monitoreo del Sistema Nacional de Parques de Venezuela. EcoNatura, Tacarigua, Venezuela.
- Hall, H. M. y Grinnell, J. 1919. Life-zone indicators in California. Proceedings California Academy of Sciences 9: 37-67.
- Hernández, M. A., Abril, G. M. y Hernández, A. 1999. Guía de análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales. The Nature Conservancy. México, D. F.
- Hess, G. R y King, T. J. 2002. Planning open spaces for wildlife. I. Selecting focal species using a Delphi survey approach. Landscape and Urban Planning 58: 25-40.



- Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern and Central American. Oxford university Press. Oxford, USA.
- Karr, J. R. 1981. Assesment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6: 21-27.
- Komar, O. y Domínguez, J. P. 1999. Índice de importancia de conservación de la biodiversidad. Mesoamericana 4: 101.
- Landres, P. B., Verner, J. y Thomas, J. W. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. Conservation Biology 2: 316-328.
- Marcot, B. G., Wisdom, M. J., Li, H. W. y Castillo, G. C. 1994. Managing for featured, threatened, endangered, and sensitive species and unique habitats for ecosystem sustainability. General Technical Reports Prior to 1995 (GTR-329 93-207). Pacific Northwest Research Station. USDA Forest Service. Portland, Oregon, USA
- McNally, R. y Fleishman, E. 2002. Using indicator species to model species richness: model development and predictions. Ecology Applications 12: 79-92.
- Mills, L. S., Soulé, M. E. y Doak, D. F. 1993. The keystone-species concept in ecology and conservation. Bioscience 43:219-224.
- Navarro, A. G. y Benítez, H. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. Revista Ciencias, número especial. UNAM. México, D. F.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355-36.
- Noss, R. F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. Forest Ecology Management 115: 135-146.
- Peterson, T. y Chalif, E. L. 1989. Aves de México. Editorial Diana. México, D.F.
- Robbins, C. S., Bruun, B. y Zim, H. 1983. Birds of North America. Golden Press. New York, USA.
- Wilson, L. D. y MacCranie, J. R. 2003. Herpetofaunal indicator species as measures of environmental stability in Honduras. Caribbean Journal of Science 39: 50-67.

Recibido: 27 de marzo del 2003; Revisión aceptada: 28 de agosto del 2003.
Editora asociada: Patricia Manzano Fisher

Apéndice 1

Criterios y valores utilizados en la matriz para la selección de aves terrestres indicadoras de cambios en el hábitat de la zona noroeste del estado de Chiapas

a) Biología de la especie

Estado de conservación (NOM-059-ECOL-2001):

- 4 Especie en Peligro de extinción.
- 2 Especie Amenazada.
- 1 Especie sujeta a Protección especial.
- 0.5 Especie no presente en la NOM-059-ECOL-2001.

Endemismo (Navarro y Benítez 1993).

- 4 Especie endémica de México
- 0.5 Especie no endémica de México.

Distribución (Howell y Web 1995):

- 4 Distribuida en más del 50% del territorio nacional.
- 0.5 Distribuida en menos del 50% del territorio nacional.

Historia natural conocida (AOU 1983, Howell y Web 1995, Álvarez del Toro 1980, Ceballos y Márquez 2000 y Baicich y Harrison 1997) :

- 4 Especie de la que se conoce la mayor parte de información de su ciclo de vida (alimentación, hábitat, reproducción y coexistencia con otras especies – 4 características).
- 2 Especie de la que se conocen algunos aspectos de su ciclo de vida (3 características).
- 1 Especie de la que se conocen pocos aspectos de su ciclo de vida (2 características).
- 0.5 Especie de la que se conocen escasos aspectos de su ciclo de vida (1 característica).

Especialización a un hábitat (AOU 1983, Howell y Web 1995, Álvarez del Toro 1980):

- 4 Especie que depende de sitios con vegetación original.
- 2 Especie que puede ocupar sitios con vegetación original, acahuales o sitios transformados, con actividades compatibles con la naturaleza.
- 1 Especie que ocupa eventualmente sitios transformados.
- 0.5 Especie que por lo general ocupa sitios totalmente transformados o urbanos.

b) Manejo de la especie

Posibilidades de muestreo:

- 4 Especie que puede ser recolectada con redes de niebla y observada fácilmente.
- 2 Especie que puede ser observada y/o escuchada.
- 1 Especie que es más escuchada que observada.
- 0.5 Especie que sólo puede ser detectada por rastros.

Posibilidades de manipulación:

- 4 Especie fácilmente manipulable en red sin que aparentemente el organismo sufra de estrés.
- 2 Especie fácilmente manipulable en red, aunque exista estrés en el organismo.
- 1 Especie difícil de manipular en red y/o alta probabilidad de estrés.
- 0.5 Especie de escasa captura en red.

Posibilidades de determinación:

- 4 Especie de fácil determinación en un intervalo de 0 a 25 metros de distancia al observador, con o sin binoculares o de forma auditiva.
- 2 Especie en la que su determinación depende de su captura en red.
- 1 Especie determinable sólo con el uso de binoculares a más de 25 metros de distancia al observador.
- 0.5 Especie determinable sólo por rastros