

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

---

Estudios en Biodiversidad

Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of

---

2015

## Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del estado de Tamaulipas, México. Caso de estudio: Aves

René Bernardo Elías Cabrera-Cruz  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*

Marco Antonio González-González  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*

Julio César Rolón-Aguilar  
*Universidad Autónoma de Tamaulipas*

Juan Carlos Gaytán-Oyarzún  
*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad>



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Botany Commons](#), and the [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#)

---

Cabrera-Cruz, René Bernardo Elías; González-González, Marco Antonio; Rolón-Aguilar, Julio César; and Gaytán-Oyarzún, Juan Carlos, "Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del estado de Tamaulipas, México. Caso de estudio: Aves" (2015). *Estudios en Biodiversidad*. 11.  
<https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/11>

This Book Chapter is brought to you for free and open access by the Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Estudios en Biodiversidad by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

---

# Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del estado de Tamaulipas, México.

## Caso de estudio: Aves

René Bernardo Elías Cabrera-Cruz, Marco Antonio González-González, Julio César Rolón-Aguilar, y Juan Carlos Gaytán-Oyarzún

### Resumen

Este trabajo plantea una evaluación de prioridad biológica para la conservación de aves en la región sur de Tamaulipas, México. La metodología empleada fue la técnica Evaluación Rápida de Prioridad Biológica (ERP BIO). Esta permite determinar las principales zonas y grupos a conservar en flora y fauna para amplias zonas de estudio de manera rápida y precisa. La región sur de Tamaulipas comprende los municipios de Aldama, Altamira, Ciudad Madero, González y Tampico, con una superficie total de 8,969.05 km<sup>2</sup>. Dentro de los resultados obtenidos se elaboró una base de datos por municipio, encontrando una amplia cantidad de estudios con un total de 494 registros. Para Aldama 48, Altamira, en Ciudad Madero y Tampico 176 registros, González con 48, en cuanto a las especies con algún status en la NOM 059; Aldama y Altamira, Ciudad Madero y Tampico cuentan con 3 c/u, González 2. La fragmentación del hábitat y el impacto de las actividades humanas de esta zona, así como lugar de especies migratorias, debe ser considerado una prioridad biológica.

**Palabras clave:** Evaluación de Impacto Ambiental, Biodiversidad, Indicador biológico, Conservación

### Introducción

El uso y aprovechamiento de los recursos naturales y en específico de la diversidad biológica representa para los países con alta diversidad biológica uno de los ejes fundamentales para su desarrollo. Son varios los servicios que proporciona la biodiversidad, entre ellos la degradación de desechos orgánicos, la formación de suelo y control de la erosión, fijación del nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de dióxido de carbono entre otros.

Diversas son las actividades humanas que alteran los procesos naturales, en la mayoría de los casos su remedio es muy costoso e incluso imposible. En este

sentido, se deben tomar medidas que prevengan los daños. Una de tales medidas es asignar el valor de uso y no uso a los servicios, para lo cual es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones: a) los servicios ecológicos son tan importantes para la supervivencia humana como los servicios tecnológicos; b) reemplazar de los servicios naturales con tecnología equivalente (sistemas tecnológicos) es un esfuerzo muy grande y costoso; c) el mantenimiento del planeta es imposible sin los servicios ecológicos; d) la cantidad de servicios ambientales per cápita puede incrementarse por medio de la restauración ecológica de ecosistemas dañados (Cairns, 1995).

La pérdida de hábitat ha sido la principal amenaza a la biodiversidad en la región. El reto estriba en evitar la destrucción de hábitat y la consecuente extinción de especies, muchas de las cuales aún no han sido

descritas por la ciencia. La pérdida de hábitat es debido a la expansión de la agricultura en regiones semiáridas, a la tala de los bosques y a la disminución de pantanos ha reducido la población de muchas especies (Dellsperger, 2003).

América Latina y el Caribe ocupan el segundo lugar en el mundo en especies de aves amenazadas (después de Asia y el Pacífico), y el tercero en especies de mamíferos en peligro (después de Asia, el Pacífico y África). Asimismo, la región tiene el mayor número de especies marinas amenazadas (después de Asia y el Pacífico, y América del Norte), el segundo en especies de reptiles en peligro y también el segundo en anfibios amenazados (después de Asia y el Pacífico). Se cree que hay 1,244 especies de vertebrados en peligro de extinción. Los ecosistemas y su vegetación también están amenazados (Dellsperger, 2003).

La diversidad biológica mundial está cambiando a un ritmo sin precedentes (Pimm *et al.*, 1995). Los motores más importantes de este cambio son la conversión del uso de las tierras, los cambios del clima, la contaminación, la explotación no sostenible de recursos naturales y la introducción de especies foráneas (Sala *et al.*, 2000). Las causas fundamentales de la pérdida de la diversidad biológica son el crecimiento de la población humana, las pautas de consumo no sostenibles, el aumento de la producción de desechos y contaminantes, el desarrollo urbano, los conflictos internacionales, y las desigualdades constantes en la distribución de la riqueza y los recursos.

En cuanto a los Indicadores Ambientales, de las definiciones existentes, es muy importante la establecida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que considera que un indicador es un parámetro, o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno con un significado añadido mayor que el directamente asociado a su propio valor. A su vez, este organismo define el concepto de índice como un conjunto agregado o ponderado de parámetros o indicadores (Aguirre, 2001).

En el campo específico de indicadores ambientales los significados asignados al concepto son aún más variados. Un indicador ha sido definido como una variable, un parámetro, una medida estadística (Tunstall, 1992), un proxy para una medida, un valor, un metro o instrumento de medida (Adriaanse, 1993), una fracción que compara una cantidad con una medida seleccionada científicamente o arbitrariamente,

un índice (Hammond *et al.*, 1995), una pieza de información (UNEP/RIVM, 1994), una cantidad única derivada de una variable y utilizada para reflejar algún atributo, un modelo empírico de la realidad, un signo (Ott, 1978; Marcus, 1983). Por otro lado, los Indicadores Biológicos Ambientales, contemplan que las especies indicadoras son aquellos organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente.

El estado de Tamaulipas cuenta con más de 400 Km de costas y una gran biodiversidad en sus distintos ecosistemas, lo cual le da un alto valor en materia de recursos naturales. La gran riqueza de los recursos naturales del estado, constituidos por bosques, planicies, montañas, humedales y hábitats marinos; su estratégica ubicación geográfica que confluye en tres regiones fisiográficas: la Planicie Costera Nororiental, la Sierra Madre Oriental y la Altiplanicie Mexicana concuerda con la existencia de una gran variedad de ecosistemas y una alta riqueza en flora y fauna.

La diversidad de la flora, a lo largo de su territorio y dentro de sus diferentes zonas biogeográficas, es abundante y muy relevante; existen aproximadamente 22,000 especies en el país; de las cuales Tamaulipas tiene un poco más de 5,000. Dentro de esta gran riqueza vegetal, existe una cantidad considerable de especies clasificadas como endémicas, amenazadas y en peligro de extinción.

En cuanto a los muestreos de las comunidades de aves son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats. Además, aportan información técnica para la identificación de comunidades que necesitan protección e información científica para el desarrollo de estudios en biogeografía, sistemática, ecología y evolución. El estudio de la estructura de las comunidades de aves proporciona un medio rápido, confiable y replicable de evaluación del estado de conservación de la mayoría de hábitats terrestres y acuáticos. También permite realizar comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a la riqueza, recambio y abundancia de especies. Con la información recopilada en los inventarios también se pueden documentar algunos aspectos de la historia natural de las especies como dietas, periodos reproductivos, migraciones, estructuras sociales y hábitos entre otros. Las aves poseen una serie de características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un

buen grado de certeza, y así caracterizar los ecosistemas y los hábitats en que residen (Stotz *et al.*, 1996).

La biodiversidad tamaulipeca ha sido atribuida al resultado de la confluencia de dos regiones biogeográficas (Neártica y Neotropical) y la confluencia de tres grandes provincias (Las grandes llanuras de Norteamérica, las llanuras costeras del Golfo norte y la Sierra Madre Oriental). Una de las primeras expediciones a Tamaulipas fue realizada entre 1892 y 1906, a cargo de los estadounidenses Edward W. Nelson y Edward A. Goldman comisionados por el United State Biological Survey, quienes dieron paso al conocimiento de esta gran diversidad. A partir de estas exploraciones, se describieron varias especies y subespecies de aves, algunas de las cuales son especies endémicas del noroeste de México o de la Sierra Madre Oriental (Goldman, 1951; Friedmann *et al.*, 1950; Miller *et al.*, 1957).

La gran riqueza avifaunística de Tamaulipas, se ha dado a conocer principalmente por Richmond (1895), Phillips (1911), Sutton *et al.* (1950), Zimmerman (1957), Gehlbach *et al.* (1976), y Hedges (1990), autores que proporcionaron listados puntuales o bien, registraron la presencia de especies para la entidad como es el caso de: Richmond (1895), Eaton y Edwards (1947), Mayfield (1948), Saunders (1953), Sutton (1960), Banks (1974) y Olson (1978). Para la sección de la costa tamaulipeca, específicamente resaltan los trabajos de Baker y Fleming (1962), quienes trabajaron en las barras marinas de la Laguna Madre y los de Contreras-Balderas *et al.* (1990); Contreras-Balderas (1993) quienes reconocen para la Laguna Madre un total de 86 especies de aves. Estudios más recientes de Vargas-C. *et al.* (1998), Garza-Torres (1998), Rodríguez-Ruíz *et al.* (2012), Garza-Torres y Navarro-Sigüenza (2003) y Garza-Torres *et al.* (2003), están enfocados todos ellos en la parte noroeste de Tamaulipas.

El objetivo principal de esta investigación fue: Estimar indicadores de calidad ambiental basados en la riqueza de biodiversidad de aves en la región Sur de Tamaulipas, México, mediante la aplicación de criterios contenidos en la legislación ambiental mexicana; así como los propuestos por la Técnica de Evaluación Rápida de Biodiversidad para Estimar la Prioridad Biológica (ERP BIO), para proponer un instrumento de impacto ambiental que permita medir los efectos de la actividad antropogénicas sobre el entorno.

Es importante la realización de esta investigación, ya que la pérdida de la diversidad biológica tiene

consecuencias alarmantes para la persistencia de la humanidad, las zonas protegidas son el pilar de gran parte de todas las propuestas de políticas encaminadas a mantenerla, pero la eficiencia de éstas es muy debatida (Zamora-Tovar, 2007). El inventario de la biodiversidad es un tema altamente complejo por la cantidad de problemáticas que incluye, desde aspectos puramente científicos (por ejemplo, taxonómicos) hasta los instrumentales (por ejemplo, los informáticos, que permiten asegurar el acceso a la información generada). La factibilidad de ejecución, la fiabilidad de la información obtenida, la forma de acceso a los datos, la calidad del relevamiento, entre otras cosas, dependen en gran medida de los modelos de ejecución propuestos para el desarrollo de un inventario.

Debido a esto, ante la falta de datos confiables sobre la biodiversidad y su distribución en la zona sur de Tamaulipas, es necesario hacer un esfuerzo sistemático y consistente para elaborar dicha base de datos, de tal manera que permita la construcción de indicadores de calidad ambiental que a su vez puedan complementar los criterios oficiales para auxiliar a los tomadores de decisiones en sus funciones y contribuir a un mejor conocimiento y mejora de la calidad ambiental de la región.

## Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en el estado de Tamaulipas en el periodo 2009-2012, se divide en seis regiones que son: Franja Fronteriza, Valle de San Fernando, Centro, Altiplano, Mante y Sur. La zona de estudio seleccionada fue el Sur del Estado, el cual está conformado por los municipios de Aldama, Altamira, González, Madero y Tampico (Figura 1).

Se utilizaron los criterios contenidos en el método ERP BIO, así como los registros de riqueza de la biodiversidad que marca la NOM-059-SEMARNAT-2010. El método ERP BIO consiste en generar indicadores de estado de calidad ambiental (Gaytán-Oyarzun *et al.*, 2012). Con esto indicadores se realizó una evaluación rápida del estado de la riqueza de diversidad de especies y su calidad ambiental en la zona de estudio (Figura 2).

Los climas de Tamaulipas responden fundamentalmente a la influencia de tres condiciones geográficas, que son: la latitud a las que se encuentra la entidad, su cercanía al Golfo de México, y la altitud de sus tierras (Figura 3).

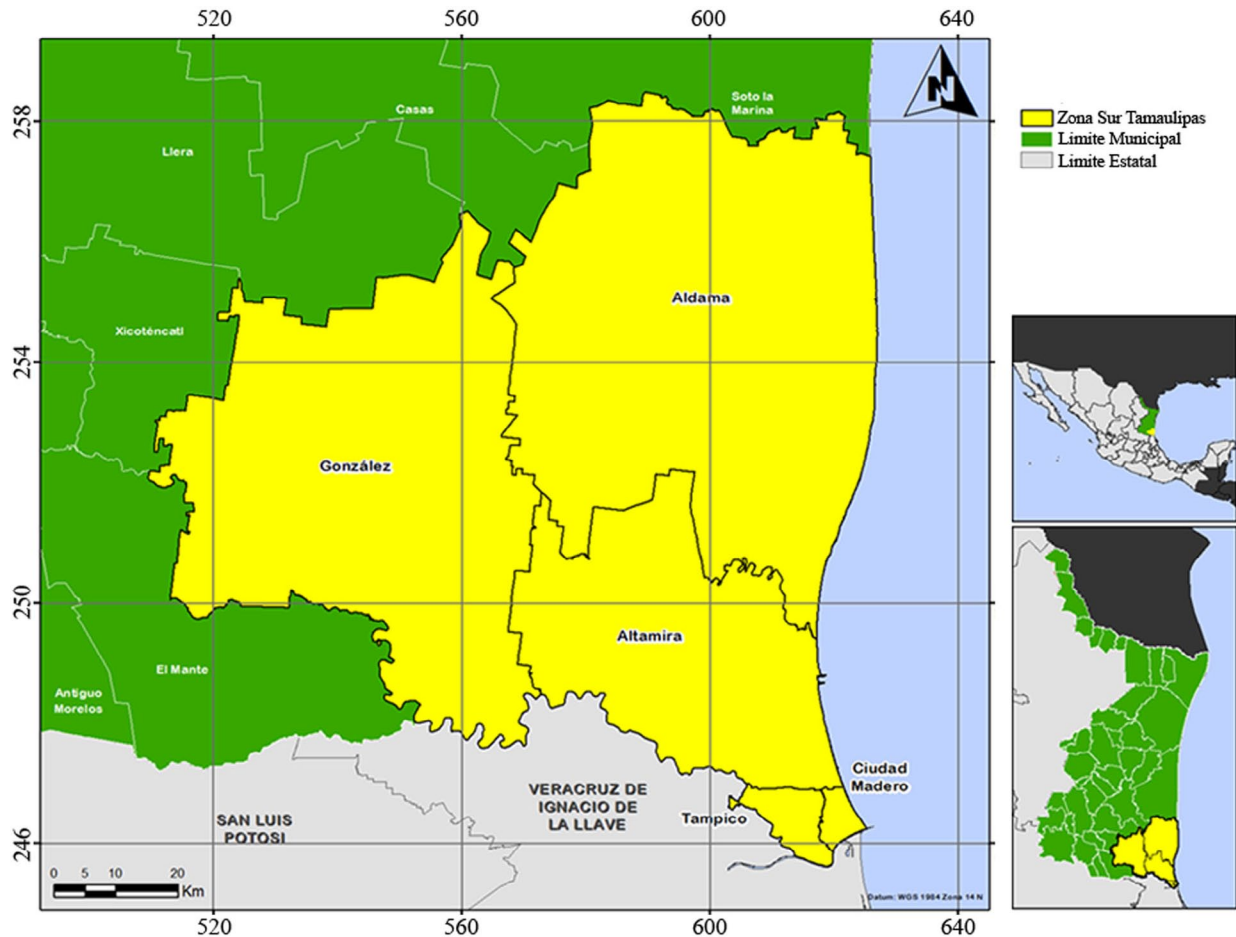


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

En la zona sur de los municipios de Tampico y Madero se localiza el clima tropical con invierno seco, el mes más lluvioso del verano supera al menos en 10 veces las precipitaciones del mes más seco del invierno (aW1). La mayor parte de la zona de estudio es aWo el cual es parecido con el anterior con la diferencia de que las precipitaciones son menores. Al norte de Aldama se encuentra clima templado con inviernos secos Cw.

Las especies de aves sin duda unas de las más vulnerables y frágiles, las actividades antropogénicas ponen en riesgo su supervivencia, por lo cual las acciones para la conservación de las especies y sus hábitat deberían encaminarse principalmente a estas especies, lo cual garantizaría la conservación de muchas otras especies asociadas a sus hábitat.

Tamaulipas conserva aún gran parte de su riqueza avifaunística, así como sus bosques, lagunas, mares y ríos, por lo cual aún es posible rescatar y salvaguardar mucha de las especies y ecosistemas de la entidad.

Lugares como la Laguna Madre, los humedales del sur, y la Reserva de la Biosfera El Cielo, albergan y conservan un gran diversidad. Quedan sitios, sin embargo, de gran importancia por estudiar y por salvaguardar como son: la Sierra de Tamaulipas, la Sierra de San Carlos, los humedales del sur, y la zona norte con el matorral espinoso tamaulipeco. Estos sitios, entre otros, prevalecen sin protección y sin ser aún decretados como áreas naturales protegidas, en apoyo a la conservación de esta gran riqueza (Figura 4).

La priorización de áreas para la conservación puede ser particularmente útil para diseñar estrategias de conservación adecuadas en países megadiversos en desarrollo como México, Tamaulipas cuenta con diversas áreas de conservación de aves como son: los humedales del sur de Tamaulipas que incluye a los municipios de Altamira, Madero y Tampico. En Aldama se encuentra el cerro del Metate y el rancho los Colorados, hacia el norte y considerando una parte de González se encuentra la sierra de Tamaulipas.

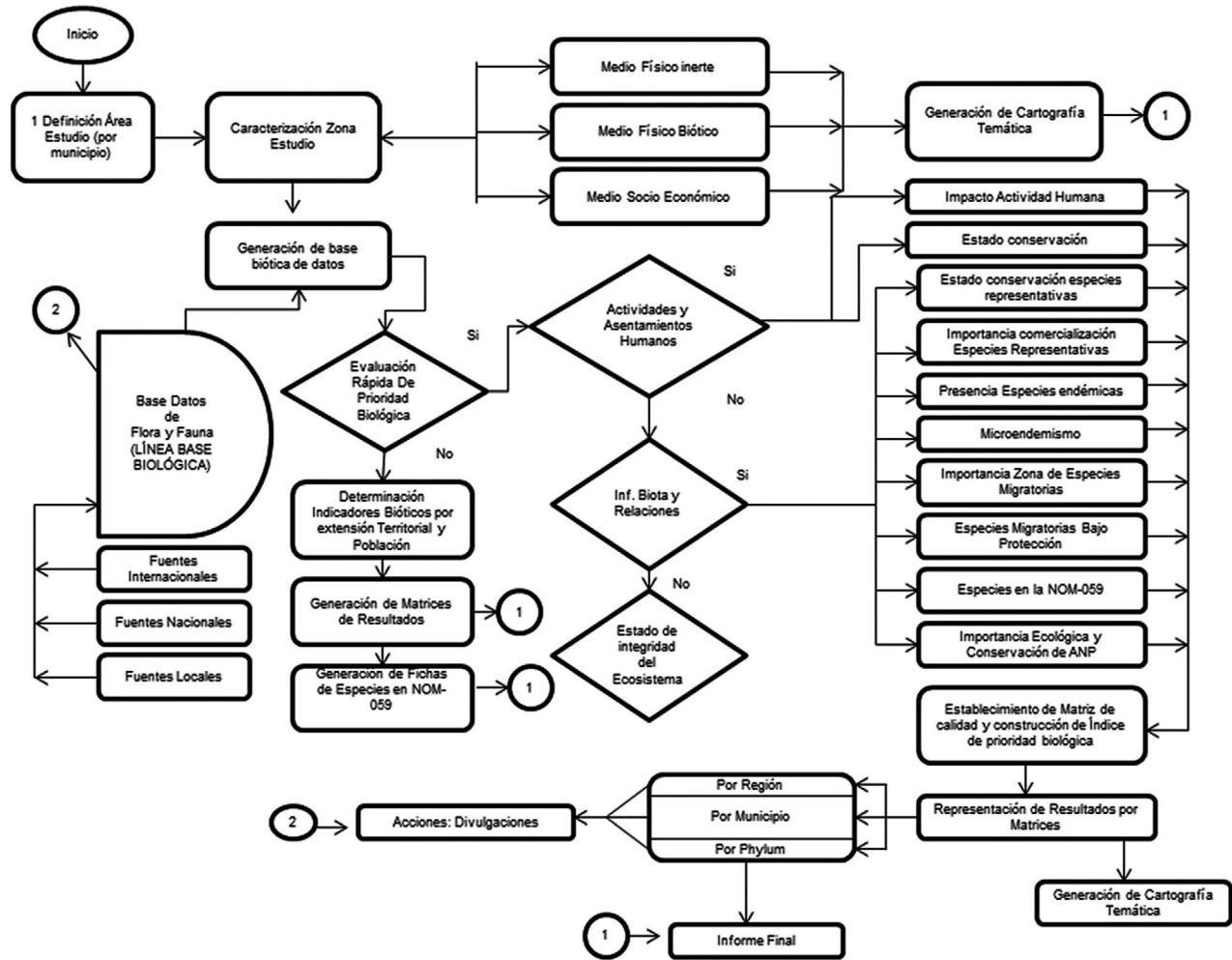


Figura 2. Metodología utilizada. Fuente propia.

**Resultados y Discusión**

En el sur de Tamaulipas se encuentra una gran variedad de aves, con un total de 494 especies registradas, 46 aparecen en alguno de los *status* que marca la NOM-059-SEMARNAT 2010 y 15 son endémicas (Tablas 1, 2 y 3). El municipio con mayor cantidad de registros es Ciudad Madero y Tampico con 176 cada uno,

y de estas 17 se encuentran en algún *status* en la NOM-059-SEMARNAT 2010, 3 de ellas son endémicas.

En el municipio de Aldama de sus 46 especies registradas, 5 se encuentran en algún *status* de la NOM-059-SEMARNAT 2010, y son endémicas. Para el municipio de Altamira, de las 28 especies registradas, 10 se encuentran en algún *status* de la norma oficial

Tabla 1. Número de especies registradas, por grupo y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	48	46	176	48	176	494

Tabla 2. Número de especies registradas en algún *status* de la NOM-059-SEMARNAT 2010, por grupo y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	5	3	17	4	17	46

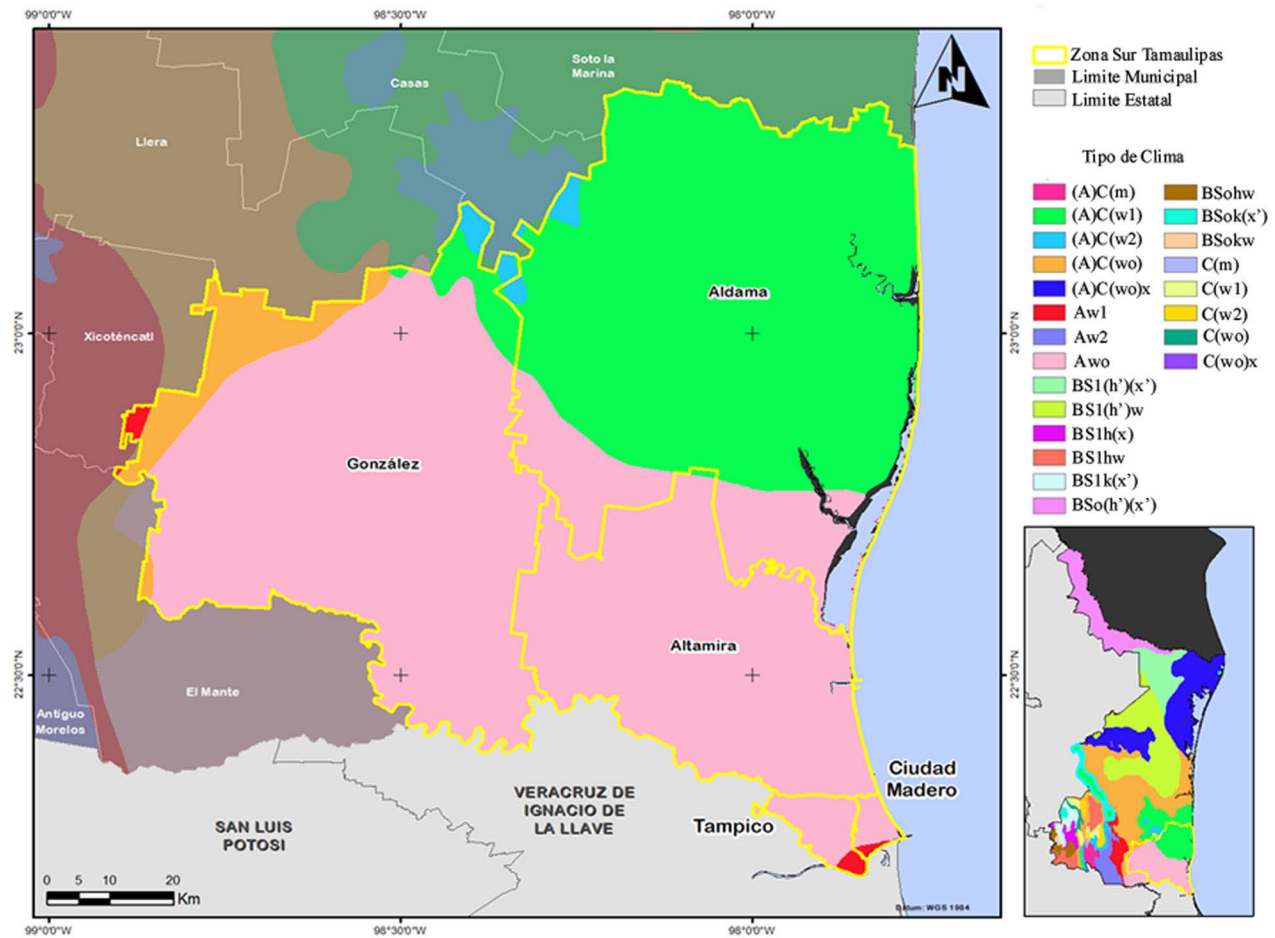


Figura 3. Tipos de Clima del Sur de Tamaulipas.

mexicana y 3 son endémicas. El municipio de González cuenta con 48 registros, 4 se encuentran en algún status de la Norma y 2 endémicas. Se elaboró una descripción de las especies que se encuentran en la NOM-059, con datos esenciales como: nombre común, taxonomía, hábitat, alimentación, comportamiento, distribución, descripción reproducción y el estatus de protección.

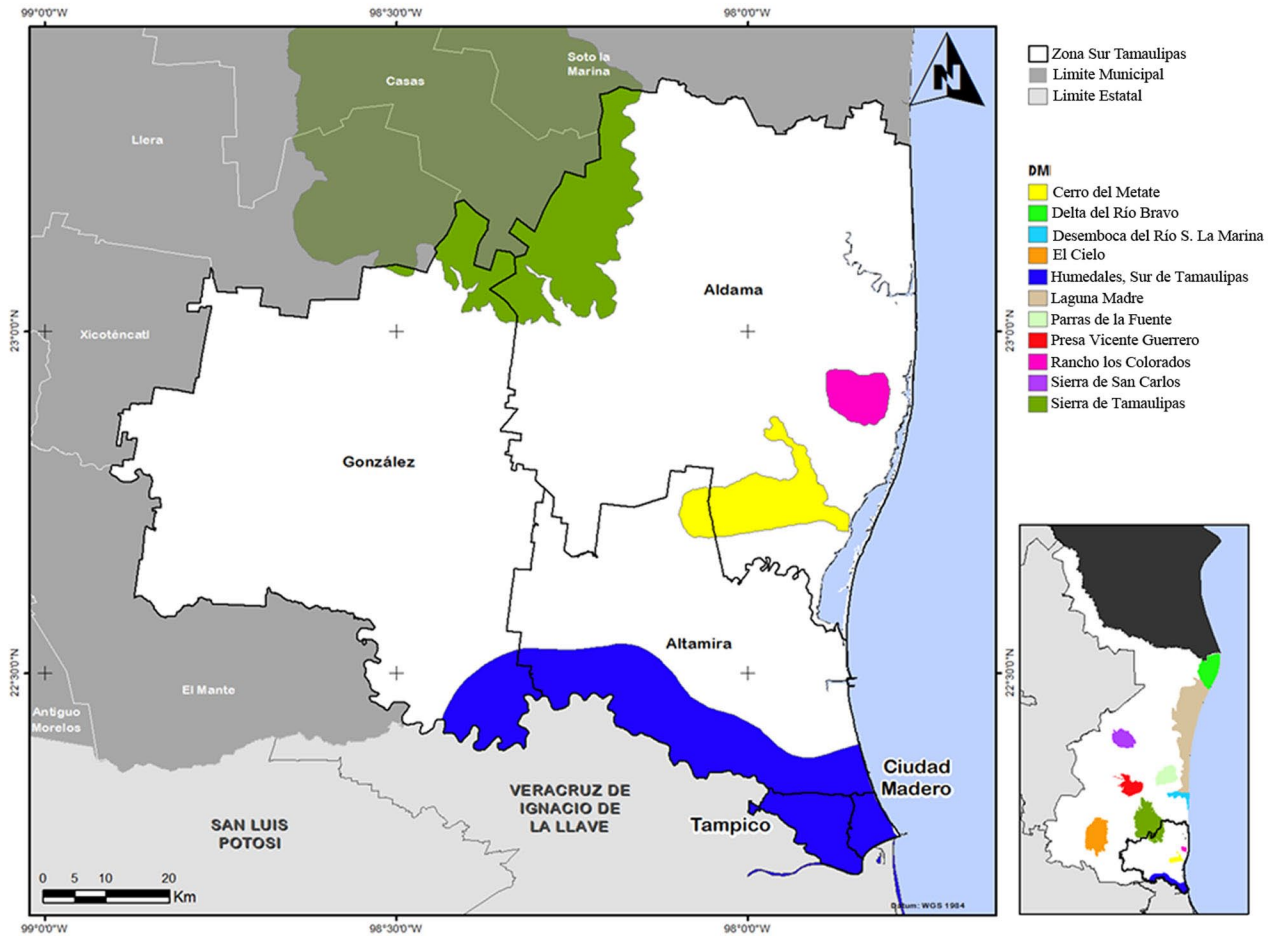
En relación a los datos que se obtuvieron de acuerdo al método ERPBIO, se encontró que el municipio de Aldama es de mayor prioridad de conservación biológica al hacer la comparación con los otros municipios. Si bien es cierto que las actividades humanas han ocasionado un mediano impacto en la biota

de la zona, provocando que el área este bajamente fragmentada, y la conservación de la especie representativa esta medianamente conservada, en cuanto a la comercialización de especies representativas no es explotada. Se localizan entre una y tres especies endémicas a nivel nacional, y la zona es de importancia para especies migratorias que están bajo protección especial. Además se localizan más de tres especies en peligro de extinción y cuenta con cinco áreas de importancia biológica que son: los cenotes de Aldama, Rancho Nuevo, Laguna de San Andrés, la Sierra de Tamaulipas y Encinares tropicales de Lomas las Pitás.

Para el municipio de Altamira se detectó que la actividad humana tiene un alto impacto en la biota,

Tabla 3. Número de especies registradas en Endemismo en la NOM-059-SEMARNAT 2010, por Phylum y municipio de la Zona Sur de Tamaulipas

Grupo/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	3	3	3	2	3	15



**Figura 4.** Áreas de importancia para la conservación de las aves de la zona de estudio.

por lo cual el estado de conservación de la zona está altamente fragmentada y/o aislada. La conservación de la especie representativa es baja, y no es explotada comercialmente; en la zona se localizan de una a tres especies endémicas a nivel nacional. Esta zona no cuenta con especies microendémicas, y en relación a las especies migratorias no se localiza ninguna. Por lo tanto no es un sitio de reproducción para las mismas. Además, se encuentran seis especies indicadas en la norma oficial mexicana bajo el *status* de amenazadas, y considera un área de importancia biológica que es la Laguna de San Andrés.

Asimismo en Ciudad Madero, se encontró que hay un alto impacto de la actividad humana sobre la biota de esta zona, está altamente fragmentada y/o aislada. El estado de conservación de la especie representativa es bajamente conservada, y no es explotada comercialmente; ninguna especie es endémica y no cuenta con registros de especies con algún *status* en

la NOM-059-SEMARNAT 2010. Además este municipio se considera parte de los humedales del sur de Tamaulipas.

En lo que respecta a González existe un mediano impacto por la actividad humana, el estado de conservación esta bajamente fragmentado. La especie representativa es bajamente conservada, y no es explotada comercialmente; cuenta con más de tres especies endémicas a nivel nacional y en esta no se encuentran especies migratorias que la utilizan como zona de reproducción. Además, se localizan más de tres especies en algún *status* de la norma, y la mayoría se encuentra amenazada. Por otro lado en la zona se localiza un área natural protegida denominada Bernal de Horcasitas.

En Tampico el impacto ocasionado por la actividad humana es alto, y el estado de conservación de esta zona se encuentra altamente fragmentado y/o aislado. El estado de conservación de la especie representativa es bajo, y no es explotada comercialmente;



**Tabla 4.** Evaluación del Sur de Tamaulipas del grupo aves, y por municipio

Indicador de Evaluación ERPBIO	Municipio				
	2	3	9	12	38
1.- Impacto de la actividad humana sobre la biota del área de interés: Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre biota en un área determinada que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso de suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros.	3	1	1	3	1
2.- Estado de conservación del área de interés: Es una estimación numérica de la magnitud del grado de impacto humano sobre el estado en que se encuentra el ecosistema del área de interés. Considera aspectos de fragmentación del hábitat y/o pérdida de bioma característico.	3	1	1	3	1
3.- Estado de conservación de la "especie representativa" del área de estudio: Es una estimación de especie más representada en un bioma, que cuando desaparece produce una transformación en la estructura de la comunidad	3	1	1	3	1
4.- Importancia comercial de la "especie representativa": La especie actualmente está sujeta a la explotación.	1	5	5	1	5
5.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies endémicas a nivel nacional: Es una estimación basada en una "Especie endémica", es aquella especie que habita en una limitada área geográfica.	2	2	2	2	2
6.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies endémicas en la zona de estudio: Es una estimación basada en una "Especie microendémica", es aquella especie que habita en una muy reducida área geográfica.	0	0	0	0	0
7.- Importancia biológica de la zona con base en su relación con especies migratorias: Estimación que se basa en datos reportados de especies migratorias y/o sitios de reproducción. Se refiere a la migración y a los viajes estacionales regulares realizados por muchas especies a sitios de alimentación, reproducción o en busca de mejores condiciones ambientales.	5	5	5	3	5
8.- Importancia biológica de la zona con base en la presencia de especies migratorias que estén bajo protección por acuerdos nacionales o internacionales.	5	5	5	5	5
9.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia del número de especies en algún estatus de protección. Esta estimación es referida en las "categorías de protección de la normatividad mexicana" (NOM).	5	3	5	5	5
10.- Importancia biológica del área de estudio con base en la presencia de especies según el estatus de protección. Es una estimación referida en las "categorías de protección de la normatividad mexicana" (NOM).	5	5	5	5	5
11.- Importancia ecológica y de conservación del área de interés. Estimación que se basa en las áreas naturales protegidas (ANP), que constituyen el instrumento total en la conservación de la biodiversidad, de los bienes y servicios ecológicos.	4	4	4	5	5
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

Fuente: Propia

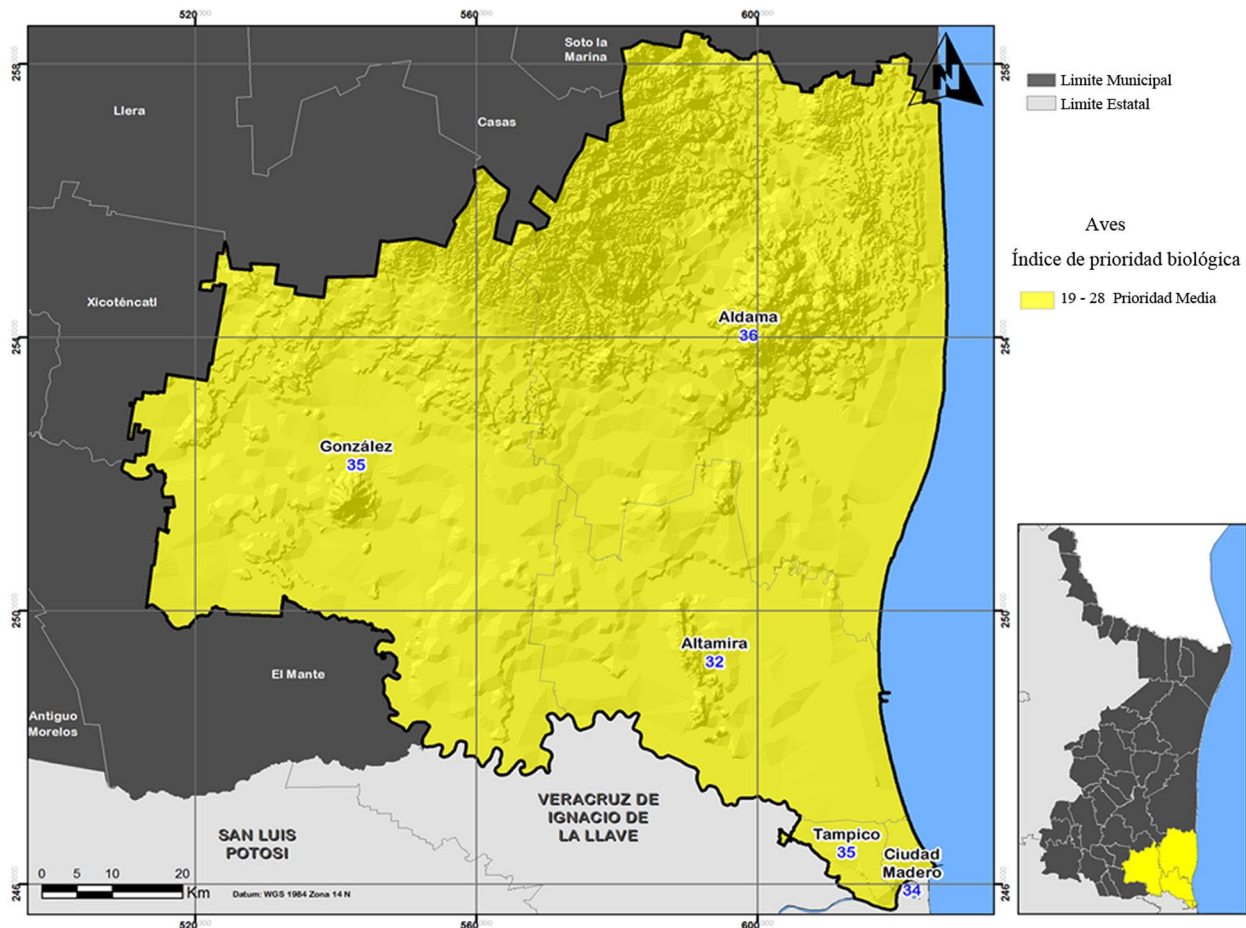
Nota: 2= Municipio de Aldama; 3= Municipio de Altamira; 9= Municipio de Ciudad Madero; 12= Municipio de González; 38= Municipio de Tampico

no se localizan de una a tres especies endémicas y no hay registros de especies microendémicas. Tampoco cuenta con especies migratorias, tiene más de tres especies en algún *status* de la norma que por lo general es amenazada. Cuenta con un área natural protegida a nivel municipal denominada laguna La Vega Escondida (Tabla 4).

En la Figura 5, se observan los resultados de la aplicación de la técnica ERPBIO para cada municipio observándose valores homogéneos con una valoración de un índice de prioridad biológica de prioridad media.

## Conclusiones

No existe una base de datos biológica que sea confiable, y que se pueda utilizar como una herramienta para la evaluación de impactos ambientales. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) cuenta con registros, pero no está actualizada la información y muchos de los registros de las especies solo se localizan en instituciones educativas o centros de investigación, por lo que esta investigación ayuda a reducir el sesgo de registros de



**Figura 5.** Índice de valoración de la prioridad biológica para la conservación en la Zona Sur de Tamaulipas.

especies. Las evaluaciones de impacto ambiental consideran más aspectos fisicoquímicos que biológicos, y el utilizar la técnica ERPBIO presenta varias ventajas y desventajas como son: la evaluación es rápida, siempre y cuando se cuenten con los datos confiables; es barata su aplicación ya que no es necesario hacer colecta de campo; trata de ser objetiva para resultados reales; es necesaria la participación de especialistas para aplicar la técnica.

Aunque México ocupa el octavo lugar en cantidad de especies de aves, se observa que los registros encontrados son limitados. Para la zona sur de Tamaulipas, solamente hay 494 especies y se considera que de acuerdo a las condiciones tanto de orografía, hidrología, climática, tipo de vegetación y uso de suelo, esta cantidad debería ser mayor.

En Aldama se presenta un gradiente altitudinal, y tomando en cuenta toda el área del municipio, así como su extenso litoral; la riqueza de aves es amplia

ya que la diversidad de aves son marinas, de aguas interiores y no se reproducen en el continente (Sapoznikow *et al.*, 2010).

La gran cantidad de aves en Altamira, Ciudad Madero y Tampico, se debe principalmente a la humedad de la zona, el tipo de selva que se encuentra como selva baja caducifolia que están estrechamente relacionados con la disponibilidad de recursos principalmente de alimento y seguridad. La alta humedad del ambiente provista por las lluvias puede ser necesaria para las migraciones desde los hábitats terrestres a los sitios de apareamiento. Las aves acuáticas constituyen uno de los componentes más carismáticos de la fauna que habita los humedales. No obstante, y con una flexibilidad mayor que la de los peces, las aves pueden hacer uso de estos ambientes durante sólo parte del año y para cubrir una determinada etapa de su ciclo anual, como ser la nidificación y cría, o la muda del plumaje (Blanco, 2010).

**Tabla 5.** Número de especies por kilómetro cuadrado, por municipio

Phylum/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	0.013	0.027	3.859	0.137	1.897	0.055

**Tabla 6.** Número de especies por habitante, por municipio

Phylum/Municipio	Aldama	Altamira	Ciudad Madero	González	Tampico	Total
Aves	0.0016	0.00002	0.00089	0.0011	0.00059	0.00063

Entre los indicadores que se identificaron se encuentran los correspondientes a la cantidad de especies por kilómetro cuadrado, como se observa para el caso de Ciudad Madero corresponden 3,859 especies por km<sup>2</sup> y para Tampico es de 1,897 por km<sup>2</sup>, el total para el sur de Tamaulipas es de 0.055 especies por km<sup>2</sup> estos datos tan variados se debe a que los municipios presentan las siguientes extensiones territoriales Aldama cuenta con 3,671.78 km<sup>2</sup>; Altamira tiene 1,666.53 Km<sup>2</sup>; González cuenta con 3,491.41 Km<sup>2</sup>; Madero con 45.60 Km<sup>2</sup> y Tampico cuenta con 92.73 Km<sup>2</sup>. Total de la zona de estudio 8,968.05 Km<sup>2</sup> (Tabla 5).

Con respecto a el número de especies por habitante, en el municipio de Tampico se encuentran 0.00059 especies por habitante, y para Ciudad

Madero es de 0.00089. Estos datos se obtienen por la cantidad de habitantes que tiene cada municipio que son: Aldama 29,470; Altamira 212,001; Ciudad Madero 197,216; González 43,435; Tampico 297,554 y el total para la zona de estudio es 779,676 (Tabla 6).

En lo que respecta a el número de especies en algún *status* de la NOM-059, en total se localizan 18, de las cuales 4 están en el estatus de amenazada, 2 en peligro de extinción, y 12 sujetas a protección especial. Destacando *Geothlypis flavovelata*, que solo se localiza en el municipio de Altamira, de ahí su nombre común que es mascarita de Altamira (Tabla 7).

### Literatura citada

- Adriaanse, A. 1993. Environmental policy performance indicators: A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands. SDU Publishers, The Hague. 175 p.
- Aguirre, M. A. 2001. Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. Punto Focal Nacional de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Subdirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. Página en red: [http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo\\_II/T2p1231.pdf](http://www.ciccp.es/webantigua/icitema/Comunicaciones/Tomo_II/T2p1231.pdf); (consultada 30 noviembre, 2013).
- Baker, R. H., y R. L. Fleming. 1962. Birds near La Pesca, Tamaulipas, Mexico. Southwest Naturalist 7(3-4):253-261.
- Bank, R. C. 1974. Clapper rail in Tamaulipas, Mexico. Wilson Bulletin 86(1):76-74.
- Blanco, D. 2010. Los Humedales como hábitat de aves acuáticas. Humedales Internacional-Américas. UNESCO Buenos Aires, Argentina. Página en red: <http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/13.pdf>; (consultada 23 octubre, 2013).
- Cairns, J. 1995. Ecosystem services: an essential component of sustainable use. Environmental Health Perspectives 103(6):534.
- Contreras-Balderas, A. J., J. A. García-Salas, y J. I. González-Rojas. 1990. Aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Otoño-Invierno 1988-1989,

**Tabla 7.** Especies de aves y su *status* en la NOM-059-SEMARNAT 2010, en la zona sur de Tamaulipas

Municipio	Nombre científico	Status en la NOM-059
12, 38	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Pr
12, 38	<i>Accipiter striatus</i>	Pr
12, 38	<i>Campephilus guatemalensis</i>	Pr
12, 38	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
12, 38	<i>Falco peregrinus</i>	Pr
2, 9, 12, 38	<i>Amazona viridigenalis</i>	P
2, 3, 9, 12, 38	<i>Amazona oratrix</i>	P
9, 38	<i>Athene curriculara</i>	Pr
9	<i>Geothlypis flavovelata</i>	Pr
9, 38	<i>Leptodon cayanensis</i>	Pr
9, 38	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Pr
9, 38	<i>Psarocolius montezuma</i>	Pr
9, 38	<i>Ixobrychus exilis</i>	Pr
9, 38	<i>Aratinga holochlora</i>	A
9, 38	<i>Falco femoralis</i>	A
2, 12, 38	<i>Crax rubra</i>	A
2, 9, 38	<i>Bubo virginianus</i>	A
2, 3, 9, 12, 38	<i>Passerina ciris</i>	Pr

A= Amenazada; P= En Peligro de Extinción; Pr= Sujetas a Protección Especial; 2= Municipio de Aldama; 3= Municipio de Altamira; 9= Municipio de Ciudad Madero; 12= Municipio de González; 38= Municipio de Tampico.

- su Aprovechamiento Cinegético. *BIOTAM* 2(2):23-30.
- Contreras-Balderas, A. J. 1993. Avifauna de la Laguna Madre, Tamaulipas. *En: Salazar-Vallejo S. I. (Ed.) Biodiversidad Marina y Costera de México.* pp. 553-558.
- Dellsperger, V. 2003. Manual de ecología básica y de educación ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. Mesa México-Suiza. 20 p.
- Eaton, S. W., y E. P. Edwards. 1947. The Mangrove Cuckoo in interior Tamaulipas, Mexico. *Wilson Bulletin* 59(2):110-111.
- Friedmann, H., L. Griscom, y R. T. Moore. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part I. Pacific Coast Avifauna 29:1-202.
- Gaytán-Oyarzún, J. C., G. Pulido-Flores, S. Monks, A. L. López-Escamilla, M. López-Herrera, L. Romero-Bautista, M. A. Villavicencio-Nieto, y B. E. Pérez-Escandon. 2012. Evaluación Rápida de Biodiversidad para estimar prioridad biológica (ERBIO). *En Sampedro-Rosas, M. L., y J. González-González. Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable: Indicadores. Tomo II. Universidad Autónoma de Guerrero e INDAUTOR. México, Distrito Federal.* pp. 29-41.
- Garza-Torres, H. A. 1998. Contribución al conocimiento avifaunístico en Soto La Marina, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria.
- Garza-Torres, H. A., y A. G. Navarro-Sigüenza. 2002. Avifauna de la laguna Madre de Tamaulipas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. So85. México, Distrito Federal. 103 p.
- Garza-Torres, H. A., y A. G. Navarro-Sigüenza. 2003. Breeding records of the Sooty Tern in Tamaulipas and its distribution on the Gulf of Mexico. *Revista de Ornitología Mexicana* 4(2):22-25.
- Garza-Torres, H. A., J. R. Herrera-Herrera, G. Escalona-Segura, J. A. Vargas-Contreras, y A. A. G. Navarro-Sigüenza. 2003. New bird records from Tamaulipas, Mexico. *Southwestern Naturalist* 48 (4):707-710.
- Gehlbach, F. R., D. O. Dillon, H. L. Harrell, S. E. Kennedy, y K. R. Wilson. 1976. Avifauna of the Rio Corona, Tamaulipas, Mexico: Northeastern limit of the tropics. *Auk* 93(1):53-65.
- Goldman, E. A. 1951. Biological investigations in Mexico. Washington. Smithsonian Institution. 445 p.
- Hammond, A., A. Adriaanse, E. Rodenburg, D. Bryant, y R. Woodward. 1995. Environmental indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development, World Resources Institute, Washington, D. C. 43 p.
- Hedges, H. 1990. Gómez Farias, Tamaulipas, México. *American Birds* 44(4):1007-1008.
- Marcus, S. 1983. Towards a Semiotic Approach to social Indicators. Paper presented at the International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science 11-16.
- Mayfiel, H. F. 1948. Boat-billet heron in central Tamaulipas, Mexico. *The Condor* 50:228.
- Miller, A. H., H. Friedmann, L. Griscom, y R. T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico. Part 2. Pacific Coast Avifauna 33:1-436.
- NOM: Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT. 2010. Protección Ambiental, especies nativas de Mexico de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusion, exclusion o cambio - Lista de especies en riesgo. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010. Distrito Federal, México. pp. 77.
- Olson, S. L. 1978. Greater ani (*Crotophaga major*) in Mexico. *Auk* 95(4):766-767.
- Ott, W. R. 1978. Environmental indices: Theory and practice. *Annals Arbor Science, Michigan.* 371 p.
- Pimm, S. I., G. J. Russell, J. L. Gittelman, y T. M. Brooks. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269:347-350.
- Phillips, J. C. 1911. A year's collecting in the state of Tamaulipas. *Auk* 28:67-89.
- Richmond, C. W. 1895. Partial list of birds collected at Altamira, México, by Mr. Frank B. Armstrong. *Proceedings of the United States National Museum* 18:627-632.
- Rodríguez-Ruíz, E. R., J. F. Gómez-Rodríguez, J. Treviño-Carreón, S. Terán-Treviño, F. A. Enríquez-Medina, A. Sánchez-González, H. A. Garza-Torres, C. Páramo-Mendoza, y H. Gómez-Ramírez. 2012. Nuevos avistamientos de aves para Tamaulipas, México. *HUITZIL* 13(2):162-168.
- Sala, O. E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, R. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, y D. H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287:1770- 1774.
- Sapoznikow, A., C. Revees, G. Sessa, L. Mansur, y M. De la Reta. 2010. Aves Marinas y Playeras. Programa de Educación Ambiental de la Fundación Patagonia Natural. Buenos Aires, Argentina. Página en red: [http://www.patagonianatural.org/attachments/187\\_Aves%20Marinas%20y%20Playeras.pdf](http://www.patagonianatural.org/attachments/187_Aves%20Marinas%20y%20Playeras.pdf); (consultada 12 noviembre, 2013).
- Saunders, G. B. 1953. The Tule Goose (*Anser albifrons gambelli*), Blue Goose (*Chen caerulescens*) and Mottle Duck (*Anas fulvigula maculosa*) added to the list of the birds of Mexico. *Auk* 70 (1):84-85.

- Stotz, D., T. Parker, J. Fitzpatrick, y D. Moskovits. 1996. Neotropical birds: Ecology and Conservation. Chicago University Press. 481 p.
- Sutton, G. M. 1960. *Semipalmated sandpiper* and western sandpiper in Tamaulipas. *Auk* 77:83.
- Sutton, G. M., R. B. Lea, y E. P. Edwards. 1950. Notes on the ranges and breeding habits of certain Mexican birds. *Bird Banding* 21(2):45-59.
- Tunstall, D. 1992. Developing environmental indicators: definitions, framework and issues. (draft paper). Background materials for the World Resources Institute. Workshop on global environmental indicators, Washington, D.C., December 8, 1992. World Resources Institute, Washington, D. C. 39 p.
- UNEP/ RIVM. 1994. An Overview of environmental indicators: State of the art and perspectives. UNEP/EATR. 94-01; RIVM/402001001. Environmental Assessment Sub-Programme; UNEP, Nairobi. 72 p.
- Vargas-C., J. A., A. Mora-O., J. R. Herrera-H., A. Cardona-E., V. Vargas-T., S. Casas-G., y L. González-R. 1998. Caracterización ambiental del noreste de Tamaulipas. Reporte Técnico. CONACYT – SÍREYES. 47 p.
- Zamora-Tovar, C. 2007. Restauración de la Cuenca Hidrográfica de la Laguna Madre. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Instituto de Ecología Aplicada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJO69. México, Distrito Federal. 127 p.
- Zimmerman, D. A. 1957. Notes on Tamaulipas birds. *Wilson Bulletin* 69(3):273-277.