



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“Relación entre actividades humanas, grado de conservación y  
diversidad de aves por entidad federativa en la República Mexicana”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

**P R E S E N T A**

**XAVIER LÓPEZ MEDELLÍN**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza**

**MÉXICO, D.F.**

**FEBRERO 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Reconocimientos**

Agradezco el apoyo otorgado por el CONACYT por la beca con número de registro 182089, otorgada para mis estudios de maestría de Septiembre de 2003 a Junio de 2005.

Un sincero reconocimiento a la Facultad de Ciencias de la UNAM, quien me formó como biólogo, y ahora como Maestro en Ciencias.

Quiero agradecer a mi comité académico: Dr. Adolfo Navarro, Dra. María del Coro Arizmendi y Dr. Gerardo Bocco por su apoyo y orientación, por las discusiones y contribuciones que fueron construyendo esta tesis. A la Dra. Alicia Castillo y a la M. en C. Irene Pisanty que integraron mi comité evaluador y enriquecieron la tesis con sus correcciones y comentarios.

A la administración de posgrado en la UNAM, Dolores Rodríguez Guzmán, Lilia Judith Espinoza Sánchez, Gonzalo Valdéz Madero y Alejandro Rebollar Villagomez, por todo el apoyo brindado para los trámites correspondientes.

Del Instituto Nacional de Ecología quiero agradecer a José Luis Pérez Damián, Roberto Márquez Huitzil Eduardo Peters, Ernesto Vega Peña, Josefina Gabriel Morales, Gloria L. Portales Betancourt y Gerardo Negrete.

Al personal a cargo de la biblioteca y servicios al público del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) en Aguascalientes, por la ayuda en la búsqueda de datos, impresión de cartas y referencias bibliográficas.

A los curadores de las colecciones científicas de las siguientes instituciones: A los curadores de las colecciones científicas de las siguientes instituciones: American Museum of Natural History, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Bell Museum (University of Minnesota), Natural History Museum (British Museum), Carnegie Museum of Natural History, California Academy of Sciences, Canadian Museum of Nature, Denver Museum of Natural History, Delaware Museum of Natural History, Florida Museum of Natural History, Fort Hays State College, Field Museum, Iowa State University, University of Kansas, Los Angeles County Museum, Leiden Natuurhistorische Museum, Louisiana State University Museum of Zoology, Museum of Comparative Zoology (Harvard University), Moore Laboratory of Zoology, University of Michigan, Museo de Historia Natural de París, Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Museum of Vertebrate Zoology (Berkeley Univ.), Museo de Zoología (Facultad de Ciencias UNAM), University of Nebraska, Royal Ontario Museum, San Diego Natural History Museum, Southwestern College, Texas A&M

University, University of Arizona, University of British Columbia, University of California Los Angeles, University of Oklahoma, Western Foundation of Vertebrate Zoology, United States National Museum y Peabody Museum (Yale University), por brindarnos el acceso a sus datos. Apoyo financiero para la construcción de la base de datos de aves fue obtenido de CONABIO, CONACYT, DGAPA-UNAM (IN 233002), y el Fondo Sectorial SEMARNAT-CONACYT (C01-0265).

A Rodrigo Medellín, por haber echado a andar la concepción de este estudio.

## Agradecimientos

Mucho pasó durante el desarrollo de esta tesis, y mucha gente se ha visto involucrada en el proceso. Quiero agradecer a mi familia como siempre por su amor y respaldo entrañable.

A mis padres Queta y Xavier por su amor y apoyo incondicionales. A Mariana por todo lo que nos une y por todas sus aventuras que comparte por el Internet. A mis abuelos, por seguir siendo un referente muy importante en mi vida, los quiero.

La Wehncke quien es mi motor y mi fuerza para seguir adelante, por su amor y ternura, por su sonrisa y sus ganas de vivir, por su optimismo y comprensión, por toda la ayuda que me dio para concluir esta tesis. Che, mi camino comienza y termina en vos, te amo.

A la familia Wehncke, a Rosa, Ernesto, María, Mecky, Lara, Vicky y Tiny, por recibirme con los brazos abiertos como parte de su familia, por todas las risas y las molestadas en Córdoba, los asados, la música, las clases de historia, los bailes del obelisco y la popular canción del Caballo Lechero.

A los amigos de siempre y a los que siguen saliendo. A los compas del DF, por tanta risa y reventón, por el Risk y las excursiones fuera del chilango, por echarnos la mano en el éxodo de la capirucha y los eventuales regresos y visitas. A los amigos de Aguascalientes, también por las risas y las fiestas. A los amigos de Ensenada por recibirnos tan bien en aquellas tierras y hacernos sentir tan cómodos. A los amigos de San Diego por las risas, los asados y las salidas varias. A los amigos de Argentina, por las paseadas, el cordero, los choripan el tequila y las risas compartidas desde Ushuaia hasta Glaciares. Que grande!

A todos ellos, y a quienes por las prisas sin querer omití, les doy el agradecimiento mas profundo y sincero porque sin ellos no la hubiese podido terminar.

## INDICE

Reconocimientos.....	3
Agradecimientos .....	5
Introducción .....	6
Antecedentes .....	8
Objetivos .....	14
Métodos .....	15
Resultados .....	19
Discusión .....	39
Conclusiones .....	48
Literatura citada .....	51

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas son la principal causa de las extinciones de especies vegetales y animales (Soulé 1991, Ehrlich 1995, Waide *et al.* 1999, Seabloom *et al.* 2002). Algunas de estas actividades tienen impactos directos e indirectos sobre los ecosistemas, interfiriendo en el desarrollo natural de poblaciones vegetales y animales, lo que favorece la extinción de muchas de ellas (Maurer 1996, Soulé y Sanjayan 1998, Thomson y Jones 1999). El cambio climático, la contaminación, la fragmentación de hábitat, la sobreexplotación de recursos, introducción de especies exóticas, la cacería no controlada, el tráfico de especies, son algunos de los resultados de las prácticas inadecuadas de estas actividades (Iñigo-Elías y Ramos 1991, Soulé 1991, Ehrlich 1995, Ceballos y Márquez 2000). La población humana ha intervenido a los ecosistemas de diversas maneras en la historia; en su crecimiento, genera presiones para satisfacer las demandas que genera (Kerr y Currie 1995, Maurer 1996). Se calcula que en cincuenta años la población crecerá 50%, alcanzando los nueve billones de seres humanos (Ehrlich 1995). Por ello se espera que de continuar las tendencias de crecimiento poblacional, la demanda, producción y consumo de recursos naturales, ocasionará graves consecuencias ambientales (Seabloom *et al.* 2002, Luck *et al.* 2004, Vázquez y Gaston, en prensa).

Particularmente en los trópicos, las actividades agropecuarias mal practicadas y la explotación inadecuada de recursos naturales causan severas transformaciones, con la pérdida de millones de hectáreas de bosques, selvas y pastizales o sabanas (Soulé 1991, Ehrlich 1995). Los trópicos tienen las tasas más altas de conversión de hábitat con fines agropecuarios, lo que vincula estrechamente la pérdida de hábitat con la composición y diversidad de las especies presentes (Waide *et al.* 1999, Balmford *et al.* 2001, Seabloom *et al.* 2002). Un estimado de la transformación de uso del suelo en las regiones tropicales en el mundo alcanzó en promedio 15.5 millones de hectáreas de 1981 a 1990 (Tilman *et al.* 2001, Velázquez *et al.* 2002). Estas transformaciones se asocian a una creciente deforestación, que fragmenta el hábitat y restringe la distribución de diversas especies (Brooks *et al.* 1999, Harcourt *et al.* 2001). Particularmente para el grupo de las aves, McKinney (2002) estimó que el crecimiento de la población humana es responsable en un 31% que las aves silvestres amenazadas hayan variado. Tres cuartas partes de estas especies de aves silvestres se distribuyen en Brasil, Colombia, México y Perú (Iñigo-Elias y Enkerlin-Hoeflich 2002). Las actividades humanas se desarrollan

con mayor intensidad en los terrenos con suelos más productivos, mismos que contienen los hábitat naturales en los que se distribuyen muchas especies. Esto ocasiona un conflicto de intereses, pues las actividades humanas implican la remoción del hábitat, representando una amenaza seria para la conservación de la biodiversidad (Brooks *et al.* 1997, Tilman *et al.* 2001).

En México las causas de deforestación varían según la región, tipo de vegetación, clima y suelo en donde se practiquen. No obstante, las actividades agropecuarias son la causa principal de transformación de la vegetación natural y la degradación del suelo (Ceballos 1993, Ehrlich y Ceballos 1997). Desde 1970, las actividades agrícolas han incrementado su superficie en un 39% y la ganadería lo hizo en un 15% perdiéndose entre 1976 y 1993 casi 12.7 millones de hectáreas, 747 000 ha. anualmente lo que coloca a México en el cuarto lugar a nivel mundial en deforestación (FAO 1995, INEGI-SEMARNAP 1998). Velázquez y colaboradores (2002), realizaron un estudio para evaluar la confiabilidad de la calidad de las bases de datos de uso de suelo y vegetación disponibles para México, y compararon estas bases cartográfica y estadísticamente, para obtener predicciones de la dinámica de la cubierta del suelo y las tasas de pérdida del capital natural. En este estudio encontraron que las selvas, seguidas de la vegetación hidrófila, los pastizales naturales, los matorrales y los bosques son las formaciones que más terreno pierden proporcionalmente. Los cultivos y los pastizales inducidos y cultivados representan actualmente más de 41 millones de hectáreas (Velázquez *et al.* 2002).

El crecimiento de la población hace imperativo conocer la relación entre actividades humanas y biodiversidad, y poder predecir los efectos que tendrá la conversión de hábitat en los ecosistemas, identificando las áreas con mayor diversidad y que enfrentan riesgos de conservación. Esta información será útil en la planeación del desarrollo de estas actividades en los sitios adecuados, de una manera ordenada y sustentable (Waide *et al.* 1999, Seabloom *et al.* 2002, Luck *et al.* 2003).

Existen varios trabajos que estudian la relación entre actividades humanas y el impacto que éstas tienen en el medio ambiente. Sin embargo, en ellos se miden escalas geográficas muy pequeñas (áreas grandes) y se utilizan cuadrículas sobrepuestas en la región a estudiar que se toman como unidades experimentales. En estas cuadrículas se registra la biodiversidad y diversas variables seleccionadas para medir las actividades humanas (Peterson *et al.* 2000, Balmford *et al.* 2001, Bawa y Dayanandan 1997). Estos trabajos coinciden en que la relación entre las variables ambientales y socio-económicas



varía dependiendo de la región, por lo que concluyen que es necesario analizar dichas relaciones con mayor detalle geográfico (a una escala más fina), lo que permitirá identificar con mayor certeza las interacciones entre la población y sus efectos (Peterson *et al.* 2000, Balmford *et al.* 2001, Bawa y Dayanandan 1997). Otros estudios, como el de Chown y colaboradores (2003), analizaron la relación entre la biodiversidad y la población humana a escala más detallada. Utilizaron Sudáfrica como unidad de estudio superponiendo cuadrículas distribuidas en todo el país, sin tener en cuenta los límites geo-políticos del mismo, lo que ocasiona que en un mismo cuadrante confluyan dos o más límites políticos, con realidades socio-económicas y toma de decisiones diferentes. Estos límites son manejados por distintas administraciones, lo cual crea conflictos debido a la aplicación de leyes diferentes para el desarrollo económico de la región, y/o para la conservación de los recursos naturales.

En este estudio se analiza la relación entre las actividades humanas, la riqueza de avifauna y la vegetación natural, tomando en cuenta los límites geopolíticos de los treinta y un estados y el Distrito Federal de la República Mexicana. Posteriormente se realiza el mismo análisis a una escala geo-política más detallada, involucrando los treinta distritos políticos en que se divide el Estado de Oaxaca. Este análisis busca clasificar cada unidad experimental (los estados y distritos) de acuerdo a las oportunidades y amenazas para la conservación que presente. Con esta información se pretende identificar las unidades experimentales más vulnerables y con mayores riesgos para la conservación de sus recursos naturales en México.

## **Resumen**

Las actividades humanas son causa directa e indirecta de la extinción de especies. Estas actividades remueven la vegetación, siendo una amenaza para la conservación de la biodiversidad. En México las actividades agropecuarias son la causa principal de transformación de la vegetación y degradación del suelo. El crecimiento poblacional demanda conocer la relación entre actividades humanas y biodiversidad, para predecir los efectos de la conversión de hábitat en los ecosistemas, identificando áreas con mayor diversidad que enfrentan riesgos de conservación. Esta información es útil en la planeación del desarrollo adecuado de estas actividades. Este estudio analiza la relación entre actividades humanas, avifauna y vegetación, tomando en cuenta los estados de la República Mexicana. Posteriormente se realiza el análisis a una escala más detallada involucrando los distritos de Oaxaca. El análisis de variables ambientales y socio-económicas de los estados, permitió agruparlos por un lado, de acuerdo a la riqueza de aves y a la superficie de vegetación natural presentes y por el otro, según las presiones antrópicas. Michoacán resulta prioritario para la conservación, pues presenta mayores oportunidades, pero a la vez enfrenta mayores amenazas. De igual manera Veracruz y Puebla son estados ricos en avifauna, pero que han perdido mucha de su vegetación natural, no cuentan con suficientes áreas naturales protegidas y enfrentan diversas amenazas que amenazan su conservación. Los resultados del análisis estatal identificaron los distritos con mayor biodiversidad y los que enfrentan más amenazas para la conservación. A este nivel resulta evidente que la información ambiental disponible es insuficiente. Por ello se deben promover esfuerzos de prospección y muestreo, además de facilitar la cooperación científica y técnica dirigidos al conocimiento detallado de la biodiversidad del país a este nivel.

## **ANTECEDENTES**

- **Riqueza de especies de aves en México**

México ocupa el décimo primer lugar a nivel global en número de especies de aves con 1,076 especies, 11% de las 9,600 descritas a nivel global (Howell y Webb 1995). Setenta por ciento de éstas son residentes permanentes en el territorio mexicano y el restante son residentes temporales. De la riqueza total de aves en México, alrededor de 104 especies son endémicas al país y 329 están consideradas bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (Ceballos y Márquez 2000, DOF 2002, Navarro y Sánchez-González 2003, González-García y Gómez de Silva 2003).

La riqueza de especies en México aumenta hacia latitudes menores y es tan variable como la heterogeneidad ambiental local, encontrándose mayormente en Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Guerrero (Howell y Webb 1995, Ceballos y Márquez 2000, Navarro y Sánchez-González 2003). La mayor diversidad de endemismos en la República Mexicana se concentra en la selva baja caducifolia de la vertiente del Pacífico: Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán, en las zonas áridas y semiáridas del centro norte del país: San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro y Veracruz y en los bosques templados de la Sierra Madre Occidental, Madre del Sur y Eje Neovolcánico Transversal: Sinaloa, Sonora, Nayarit, Durango, Sonora, Michoacán, Estado de México, Puebla y Oaxaca (Escalante *et al.* 1998, Ceballos y Márquez 2000, Gómez-García y Gómez de Silva 2003).

- **Principales problemas que enfrentan en su conservación**

Muchas poblaciones silvestres han desaparecido debido a la presión ejercida por las actividades humanas sobre ellas o su entorno. Dichas actividades modifican los ecosistemas, interviniendo en sus procesos naturales, contaminando, fragmentando, introduciendo especies y enfermedades exóticas, etc. Se calcula que esto afecta al 82% de las aves amenazadas en el mundo, estimándose que alrededor de 2,000 especies de aves se han extinguido por actividades humanas en los últimos 1,000 años (Temple 1986, Hughes *et al.* 1997, Ceballos 1999, McPhee 1999, Ceballos y Márquez 2000).

Las principales causas que ponen en riesgo especies silvestres y su hábitat se derivan de actividades como agricultura, ganadería, extracción mineral y forestal (Temple 1986, Ceballos 1993, Block y Brennan 1993, Bulte y Van Kooten 2001, Arizmendi 2003). Se estima que se han extinguido 23 especies y subespecies de aves,

de las cuales 15 eran endémicas, a causa del impacto humano en México (Navarro y Sánchez-González 2003).

- **México: demografía humana y las actividades que transforman el hábitat natural**

El crecimiento de la población humana ha tenido como consecuencia una mayor demanda por recursos. Esto ha ocasionado que los procesos de extracción tengan efectos drásticos en procesos naturales que resultan en un marcado desequilibrio ecológico (Luck *et al.* 2003).

La población humana se disparó en las últimas décadas del siglo XX, ya que de una población de 8 millones a principios de siglo aumentó a 19.7 millones en 1940 y a 98 millones en 1998 (INEGI-SEMARNAP 1998). Ello obliga a observar las tendencias demográficas en México, la distribución de la población y las consecuencias de esta sobre la producción y demanda de productos agropecuarios y forestales (Toledo *et al.* 1989).

Este impacto ambiental tiene diferentes niveles de intervención en los distintos ecosistemas y según el asentamiento humano de influencia en la zona. Así las ciudades y sus actividades industriales transforman materiales con altos consumos energéticos, generando residuos y emitiendo contaminantes a la atmósfera (Thompson y Jones 1999, Cincotta *et al.* 2000, Luck *et al.* 2003). Por otro lado, los asentamientos rurales viven del manejo directo de los recursos naturales y tienen una influencia local. Los asentamientos dedicados a la producción comercial agrícola transforman el suelo para monocultivos, que requieren el uso de maquinaria y químicos especiales. Las zonas ganaderas extensivas en general erradican la vegetación natural, ya sea estableciendo pastizales para alimentación del ganado, o permitiendo al ganado alimentarse libremente en las extensas superficies de vegetación árida y semiárida del norte del país (Toledo 1993).

La transformación de hábitat tiene dos efectos directos: al remover las masas originales de vegetación se pierde flora y fauna de todo el país; también se modifica el ciclo hidrológico cambiando la captación y el movimiento de aguas, almacenando grandes cantidades en presas y extrayéndola de sustratos cada vez más profundos. Estos cambios influyen en la erosión y en la formación de incendios forestales, al disminuir la humedad natural de ciertas áreas (Toledo *et al.* 1989).

La deforestación y el cambio de uso de suelo tienen mayores avances en regiones con selvas tropicales, principalmente impulsado por actividades agrícolas, ganaderas y de tala forestal (Ehrlich 1995, SEMARNAP 2000, Velázquez *et al.* 2002). En 1981 cerca del 75% del país estaba cubierto por vegetación natural en diferentes condiciones y el 24% del territorio nacional se destinaba a actividades productivas. Para 1990 el porcentaje de vegetación se redujo a 72% y la superficie bajo coberturas no primarias se expandió un 26% (Flores-Villela y Geréz 1994).

Los ecosistemas del país se utilizan de diferentes maneras, dependiendo las actividades humanas que se practiquen en ellos, por lo que resultan unos más afectados que otros. Así, en 1976 se contaba con 352,049 ha de bosque, 377,598 ha de selva y 607,472 de matorral; en contraste, en el 2000 quedaban 331,236 ha de bosque, 314,340 de selva y 560,791 de matorral (Velázquez *et al.* 2002).

- **Nuevos esquemas de gobierno**

Los gobiernos regulan las actividades y asentamientos humanos en el territorio de su jurisdicción. Estas regulaciones en general, han seguido un patrón que incentiva las actividades de desarrollo, subordinando las decisiones ambientales en su planeación (Margules y Gaston 1994).

Existen muchas razones por las que los países no dan mayor fortaleza a sus políticas de conservación y aprovechamiento sustentable. Por un lado está la reacción que despierta la intervención externa para el manejo de recursos naturales en la población local, pues generalmente van mal dirigidas, planeadas o aplicadas; por otro lado, los intereses actuales de desarrollo contrarios a la conservación de los sistemas naturales; dichos intereses propician la existencia de oligarquías y favorecen la corrupción a distintos niveles (Soulé 1991, Guimaraes y Bárcena 2002).

Los críticos a estos sistemas de gobierno proponen esquemas que incorporan nuevas técnicas de producción y consumo, considerando el crecimiento económico como un medio y no como un fin y respetando los sistemas naturales. Además de ampliar la discusión a sectores como el académico y el privado, reforzando el papel de la sociedad civil en la toma de decisiones dirigidas al desarrollo sustentable, que redundará en un mayor beneficio económico y ambiental (Guimaraes y Bárcena 2002).

Un proceso planteado para reducir la pérdida de biodiversidad es el establecimiento de sistemas de reservas en el que se excluya cualquier tipo de asentamiento humano (Parks y Harcourt 2002). Sin embargo, en un país como México

con alta población rural, se requieren estrategias que incluyan a la población en el aprovechamiento y manejo de los recursos naturales. Estas estrategias combinarán el conocimiento científico y el tradicional, creando nuevas bases para el manejo de los recursos. Para ello es necesario integrar la investigación, educación y participación social, permitiendo el desarrollo de nuevas alternativas sustentables que beneficien a las comunidades, que normalmente cargan con los costos de la conservación (Gómez-Pompa y Kaus 1990, Western y Wright 1994, Merino y Hernández 2004).

- **Políticas públicas de conservación en México**

En México se han adoptado diversas medidas para la protección y aprovechamiento de los recursos naturales bajo esquemas sustentables. Éstas ubican a la legislación ambiental mexicana como una de las más avanzadas en el mundo (Jiménez-Ortega 1997). Sin embargo, en México, se mantiene la contradicción entre seguir impulsando actividades productivas de manera intensiva y que generen ingreso a corto plazo, subordinando las decisiones ambientales por un lado, o integrar políticas de desarrollo socioeconómico con las ambientales, por otro. De este modo, el gobierno no ha sido capaz de aplicar políticas de desarrollo que aseguren una mejor calidad de vida para la población rural, coordinando acciones entre los sectores de desarrollo y conservación del país, comprometiendo la existencia presente y futura de los recursos naturales (Gómez-Pompa y Kaus 1990, Merino y Hernández 2004).

El desarrollo de la legislación ambiental mexicana ha ido incorporando elementos diversos, para mitigar y revertir deterioro ambiental. En 1971 surge la Ley Federal para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental; en 1987 se incorporan modelos de aprovechamiento de recursos naturales y medidas para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, con contenidos derivados de los compromisos internacionales adquiridos a través de convenios. Como resultado se promulga en 1988 la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), que junto con la Ley General de Vida Silvestre, contienen disposiciones referentes a la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

La LGEEPA fomenta el desarrollo sustentable y establece bases para preservar, restaurar y mejorar el ambiente. Esta Ley basa el ordenamiento del territorio en características de los ecosistemas naturales, en la vocación de la zona en función de sus recursos naturales y en el impacto de asentamientos u otras actividades humanas (SEMARNAP 1997). La LGEEPA contiene elementos de participación social

innovadores que la ubican como una de las leyes ambientales más importantes en el contexto internacional; tal es el caso del desarrollo social y la preferencia a los pueblos indígenas para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. La LGEEPA sugiere que el uso del territorio se derive de un diagnóstico y pronóstico basados en la aptitud territorial para diversos usos por parte de las comunidades humanas, a partir de esquemas de tipo participativos de planeación regional. Esta es una estrategia para mitigar los problemas sociales, por procesos de industrialización y urbanización mal dirigidos (INE 2000), y establece la debida articulación entre Federación y niveles de gobierno estatales y municipales.

La Ley General de Vida Silvestre surge en el 2000, y es la primera ley federal que regula las actividades relacionadas con la vida silvestre y su hábitat; establece la relación entre el gobierno federal, los estados y municipios, y las respectivas competencias en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de vida silvestre (SEMARNAP 2000<sup>a</sup>). Otro paso importante es la publicación en el Diario Oficial de la Federación, de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1999, que determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestre y acuática en el país, que se encuentran en alguna categoría de riesgo.

El Instituto Nacional de Ecología surge en 1989 para apoyar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el cumplimiento de sus objetivos. Es un organismo público líder en la investigación ambiental aplicada, que desarrolla y promueve proyectos de cooperación científica para apoyar la conservación y restauración del medio ambiente de todo el país ([www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx), consultado en Nov. 2005).

La creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1992 genera mayor conocimiento de la biodiversidad del país, las amenazas que enfrenta y las acciones necesarias para conservarla. Esta comisión coordina las acciones y estudios relacionados con el conocimiento, promoción y fomento de actividades científicas para la exploración, estudio, protección y utilización de los recursos biológicos ([www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx) consulta Nov. 2003).

La Comisión de Áreas Naturales Protegidas, creada en el 2000, decreta y maneja áreas naturales protegidas con importancia ambiental, y que su preservación sea viable en términos sociales. Actualmente cuenta con 154 áreas naturales protegidas registradas que cubren un total de cerca de 18,727,860 Has ([www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx) consulta Feb 2006).

México es parte de compromisos internacionales, encaminados a la protección de los recursos naturales. Entre éstos, la adhesión en 1991 a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), de la cual forman parte 150 países. CITES monitorea y regula el comercio internacional de especies amenazadas.

- **Los Estados de la Federación y su ingerencia en la conservación**

Los 31 estados que conforman la República Mexicana, tienen la atribución de redactar leyes, normas y reglamentos en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo Federal vigente. Cada estado es responsable del seguimiento de la normativa federal mediante constituciones estatales, formuladas de acuerdo a las necesidades y requerimientos específicos de cada estado.

Por ello, los procesos descentralización de funciones son un elemento presente en las gestiones políticas. La SEMARNAT está desarrollando una estrategia de descentralización de funciones hacia los estados y municipios, con el objetivo de fortalecer las capacidades de gestión a nivel local. Esta descentralización, está basada en la LGEEPA y se enfoca en lograr el desarrollo sustentable desde el nivel local, profesionalizando a las autoridades para cumplir estas disposiciones ambientales (<http://portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal> consultado en Diciembre de 2005).



## **OBJETIVO GENERAL**

Explorar las relaciones entre las actividades humanas, la riqueza de especies de aves y la superficie de vegetación natural para cada estado de la República Mexicana y para un estado prioritario en particular (Oaxaca) a nivel distrital, buscando establecer prioridades de conservación basado en límites político-administrativos

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Evaluar la relación de las actividades agropecuarias y del aprovechamiento de aves silvestres, con la riqueza de especies de aves y la superficie de vegetación natural a nivel de cada entidad federativa de la República Mexicana y para una entidad en particular, a nivel distrital.
2. Evaluar la relación de la población humana con la riqueza de especies de aves y la superficie de vegetación natural a nivel de cada entidad federativa de la República Mexicana y para una entidad en particular, a nivel distrital.
3. Evaluar la relación de la superficie de áreas naturales protegidas con las actividades agropecuarias, la riqueza de especies de aves y la superficie de vegetación natural por entidad federativa de la República Mexicana.
4. Clasificar las entidades de ambos niveles (nacional y estatal), según los elementos que presenten reoportunidades y amenazas para la conservación de los recursos naturales.
5. Discutir la utilidad de un enfoque basado en límites político-administrativos para facilitar el manejo de los recursos naturales en un estado o país.

## MÉTODOS

- **Análisis Nacional**

Se elaboró una base de datos para cada entidad federativa de la República Mexicana (Fig. 13), en la que se incluyó la siguiente información: superficie territorial, porcentaje respecto al total nacional, actividades agropecuarias (superficie sembrada, producción ganadera y producción de carne), demografía humana (población total, población rural y densidad de población rural), riqueza de especies de aves (total de especies de aves, especies endémicas y especies en riesgo), índice de marginación, grado de conservación (superficie con vegetación original y superficie decretada área natural protegida) y el aprovechamiento de aves silvestres (número de permisos otorgados).

Los datos referentes a la superficie territorial se tomaron del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)). La información de actividades agropecuarias se obtuvo del libro INEGI-SEMARNAP 1999 e INEGI 2003. La información de la demografía humana se obtuvo de INEGI 2003. El índice de marginación utilizado, fue desarrollado por el Consejo Nacional de Población en el año 2000 (CONAPO 2001) que considera para su elaboración diferentes elementos tales como localidad, condición de alfabetismo, nivel de exclusión educativa, tipo de vivienda, disponibilidad de agua entubada y electricidad, número de habitaciones y sanitarios por vivienda, material de la vivienda y ocupación de las personas de la vivienda.

La información de las aves se obtuvo de Morales-Pérez y Navarro (1991), Navarro *et al.* (1993) y (1993<sup>a</sup>), Howell y Web (1995), Figueroa-Esquivel *et al.* (1997), Navarro y Peterson (1999), Rojas-Soto y Navarro (1999), Rojas-Soto *et al.* (1999, 2001, 2002), Garza-Torres *et al.* 2003 y de las bases de datos contenidas en Atlas de Aves de México de Navarro *et al.* (2003a, en preparación; ver reconocimientos); los listados de endemismos se obtuvieron de González-García y Gómez de Silva (2003); las categorías de especies en riesgo se obtuvieron de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (DOF 2002). En este estudio se incluyen dos categorías: aves en peligro de extinción y amenazadas, que son las que tienen mayor riesgo para la conservación. El grado de conservación estatal se obtuvo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y del libro Estadísticas del Medio Ambiente, además de INEGI 2003. Para el aprovechamiento de aves silvestres se consideró el número de

permisos emitidos por la Dirección General de Vida Silvestre en la temporada 1999-2000.

Se aplicó un análisis de factores (FA) (Statistica v. 5.5) con el fin tanto de reducir el número de variables a utilizar, como de crear un nuevo conjunto de variables no correlacionadas entre sí. Asimismo, este análisis nos permitió determinar patrones de relación entre estas nuevas variables y agrupar las unidades experimentales en subconjuntos definidos por estos factores.

De los factores que resultaron de este análisis se extrajeron, de acuerdo al criterio de Kaiser, aquellos que presentaron eigenvalores superiores a 1 (Johnson 1998). Posteriormente para facilitar la observación de la relación que guarda cada variable dentro de cada factor, y permitir una mejor interpretación de los factores, se aplicó una rotación Varimax, la cual maximiza la varianza de las variables.

Para poder determinar el significado de los nuevos factores en el estudio, se analizaron las cargas de las variables dentro de cada factor determinando cuáles de ellas tuvieron mayor peso en los factores. Las variables con cargas muy bajas en los factores, se utilizaron como variables independientes, pues no guardan relación con ninguno de ellos.

Las variables analizadas fueron:

1. Superficie (SUP\_HAS)
2. Porcentaje del total nacional (%\_NAL)
3. Superficie sembrada (SUP\_SEMB)
4. Porcentaje del estado (%\_SEMB)
5. Producción de ganado (GAN\_TON)
6. Producción de carne (CARNE\_TN)
7. Población humana total (POBL\_TOT)
8. Población rural (POBL\_RUR)
9. Densidad de población rural (DENSRUR)
10. Índice de marginación de la CONAPO (IND\_MAR)
11. Especies totales (SP\_TOTAL)
12. Especies endémicas a México (END\_MEX)
13. Especies en alguna categoría de riesgo (NOM059)
14. Superficie de vegetación (SUP\_VEG)
15. Porcentaje de la superficie del estado (%\_EDO)
16. Superficie declarada área natural protegida (SUP\_ANP)
17. Porcentaje del estado (%ANPS)
18. Aprovechamientos autorizados 1999-2000 (APROVECH)

- **Análisis Estatal**

Para este análisis se eligió al estado de Oaxaca por ser el único que cuenta con una base de datos, resultado de una compilación de registros de colecciones científicas, literatura reciente y trabajo intensivo en campo (Navarro *et al.* 2004, datos no publicados). Esta es una base con los registros de aves georreferenciados, por lo que fue posible corresponderlo con un municipio y así calcular el total de aves por distrito.

Oaxaca está dividido en 30 distritos, que contienen un total de 570 municipios (Fig. 21). Esto lo convierte en el estado con más municipios del país. La mayor parte de la información está reportada a nivel municipal, por lo tanto, como este estudio toma al distrito como unidad experimental, sumamos la información municipal para obtener los valores por distrito.

Se generó una base de datos con las siguientes variables: superficie territorial de cada distrito, su porcentaje con respecto al estado, las actividades agropecuarias (superficie parcelada, porcentaje parcelado del distrito y unidades de producción ganadera), población humana (población total y densidad de población), riqueza de especies de aves (total de especies, especies endémicas y en riesgo), superficie con vegetación natural, índice de marginación e inversión económica para el desarrollo de agricultura, ganadería, pesca y silvicultura.

Los datos de superficie total, superficie parcelada, unidades de producción ganadera, población total y densidad de población, se obtuvieron del Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD) del INEGI y provienen del VII Censo Ejidal 1991, VII Censo Agrícola-Ganadero 1991, XI Censo General de Población y Vivienda 1990 y el XI Censo General de Población y Vivienda 1990.

Los datos de superficie con vegetación natural e inversión pública autorizada para agricultura, ganadería, pesca y silvicultura, se obtuvieron a través del Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Proviene del Marco Geoestadístico Municipal 2000 y el Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca 2002.

Por último, el índice de marginación utilizado fue desarrollado por el Consejo Nacional de Población en el año 2000 (CONAPO 2001) y es el mismo que utilizamos para el análisis nacional.

Las variables analizadas fueron:

1. Superficie total (SUP\_HAS)
2. Porcentaje del total de la superficie estatal (%\_EDO)
3. Superficie parcelada (SUP\_PAR)
4. Porcentaje del distrito (%\_DTO)

5. Unidades de producción ganadera (U\_PROD)
6. Población total (POBL\_TOT)
7. Densidad de población (DENS\_POBL)
8. Especies totales (SP\_TOTAL)
9. Especies endémicas a México (END\_MEX)
10. Especies en alguna categoría de riesgo (NOM059)
11. Superficie con vegetación natural (SUP\_VEG)
12. Porcentaje del distrito (%V\_DTO)
13. Índice de marginación (MARG))
14. Inversión pública autorizada por región, distrito y municipio para agricultura, ganadería, pesca y silvicultura (IN A\_G\_P)

En este estudio se aplicó el análisis de factores de la misma manera que en el estudio nacional.

## **RESULTADOS**

### **ANÁLISIS NACIONAL**

Los cuatro factores del análisis nacional, explican un total de 72.31% de la varianza en los datos (Cuadro 1). En el cuadro 2 se observan las cargas estadísticas de las variables analizadas. En ella se observa que en el Factor 1 las variables superficie total del estado, porcentaje de la superficie nacional que ocupa el estado, superficie de vegetación natural y porcentaje que ocupa la vegetación dentro del estado, tuvieron cargas positivas mayores, por lo que el factor se denominó “Factor superficie de vegetación natural”. En el Factor 2 las variables con mayor carga positiva fueron: actividades ganaderas y población total, por lo que se lo denominó “Factor ganadería y población”. El Factor 3 está caracterizado por las variables: índice de marginación, especies de aves en la NOM 059 y población rural, por lo tanto, se le denominó “Factor marginación-NOM-rural”. Finalmente al Factor 4, caracterizado por la superficie de áreas naturales protegidas y el porcentaje de ellas respecto al estado, se le denominó “Factor áreas naturales protegidas”. Cuatro de las variables originales: superficie sembrada, especies totales, especies endémicas y aprovechamiento de aves silvestres, no tuvieron cargas importantes en ningún factor, por lo que se consideraron factores independientes.

Los estados se agruparon de acuerdo a sus diferentes realidades ambiental y socio-económica. Al comparar los factores entre sí, siete regresiones fueron significativas: Factor ganadería y población vs. aprovechamientos de aves silvestres, Factor marginación-NOM-rural vs. especies totales, Factor marginación-NOM-rural vs.

endemismos, Factor áreas naturales protegidas vs. endemismos, especies totales vs. endemismos, superficie sembrada vs. especies totales y superficie sembrada vs. endemismos. A pesar de que el análisis de los factores permitió agrupar los estados según características ambientales y socio-económicas, la categorización de éstos de acuerdo al grado de amenaza para sus recursos naturales no fue tan clara, por lo que cada estado se analizó de manera particular.

Se optó por presentar los factores resultantes según cuantos elementos presentan de “oportunidades” y “amenazas” para la conservación. Se tomaron en cuenta como oportunidades: superficie de vegetación natural, especies totales y endémicas. Las amenazas para la conservación fueron: ganadería-población, marginación-NOM-rural, superficie sembrada y aprovechamientos de aves silvestres. El factor áreas naturales protegidas se analizó independientemente del resto de los factores con el objetivo de evaluar si estas áreas responden a la realidad ambiental de los estados.

% total	Cumul. Eigenval	Cumul. Variance	Eigenval	%
1	5.834533	29.17266	5.83453	29.17266
2	4.722973	23.61486	10.55751	52.78753
3	2.266249	11.33125	12.82375	64.11877
4	1.638992	8.19496	14.46275	72.31374

Cuadro 1. Eigenvalores obtenidos en el Análisis Nacional.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
SUP_HAS	<b>0.961281</b>	0.017394	0.119602	0.074443
%_NAL	<b>0.959457</b>	0.014527	0.111579	0.066903
NOM059	0.144257	0.011768	<b>0.886036</b>	-0.085378
APROVECH	0.010324	0.685583	0.042038	-0.048274
END_MEX	0.037233	0.281957	0.360074	0.411524
SP_TOTAL	0.420660	0.247975	0.562637	0.216018
SUP_VEG	<b>0.957026</b>	-0.058520	-0.063215	0.026412
%_EDO	<b>0.766086</b>	-0.168830	-0.159530	-0.346534
SUP_ANP	0.258048	-0.143722	-0.156915	<b>-0.722509</b>
%ANPS	-0.130806	-0.173358	-0.209780	<b>-0.762324</b>
SUP_SEMB	0.386515	0.190297	-0.045876	0.476550
%_SEMB	-0.389564	0.084943	-0.282152	0.576320
POBL_TOT	-0.119895	<b>0.749521</b>	0.184720	0.096546
POBL_RUR	-0.114223	0.406514	<b>0.800741</b>	0.157587
DENSRUR	-0.494067	0.359728	0.151771	0.244621
IND_MAR	-0.193032	-0.165020	<b>0.847707</b>	0.025656
CARNE_TN	-0.059091	<b>0.958054</b>	0.084393	0.131590
GAN_TON	-0.117619	<b>0.953410</b>	0.037746	0.124047
Exp..Var	5.028476	3.652760	3.301703	2.479809
Prp.Totl	0.251424	0.182638	0.165085	0.123990

Cuadro 2. Cargas de los Factores (Varimax raw)

## OPORTUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN

- **Factor superficie de vegetación natural**

Las variables superficie total y superficie con vegetación natural de cada estado guardan una estrecha relación entre sí, presentando las cargas más grandes dentro del factor (Cuadro 2). Los estados con mayor superficie de vegetación natural son: Chihuahua y Sonora; seguidos por Durango y Coahuila; después Jalisco, Nuevo León, Zacatecas, Baja California y Tamaulipas; y finalmente Quintana Roo, Baja California Sur y Oaxaca.

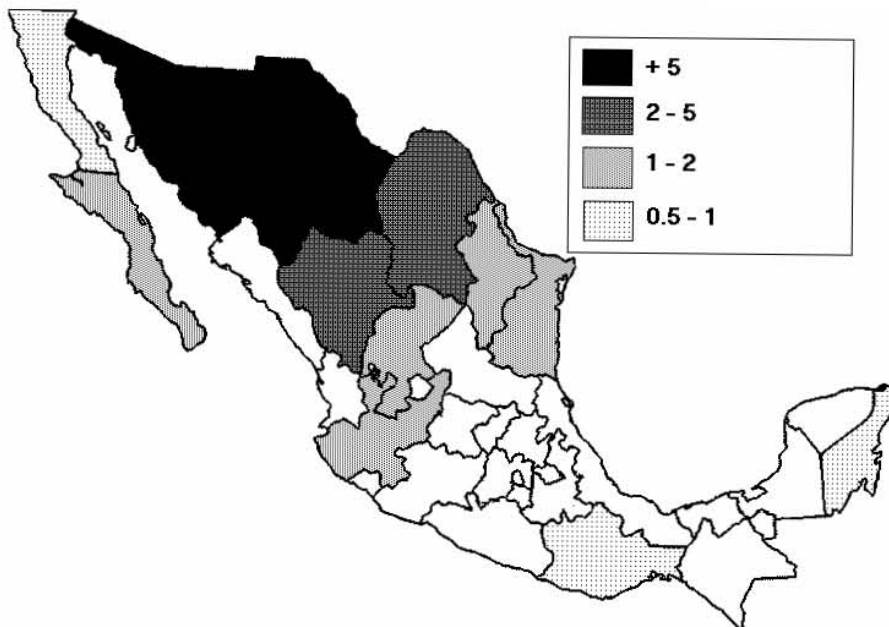


Figura 1. Calificaciones de los estados, respecto al Factor superficie de vegetación natural.

- **Especies totales y especies endémicas**

Las especies totales y especies endémicas fueron factores independientes. En cuanto a las especies de aves, observamos que los estados que tienen más especies totales son: Oaxaca, Veracruz y Chiapas; después están Jalisco, Guerrero, Puebla, Tamaulipas y Sinaloa. Los estados con más especies endémicas son: Oaxaca, Guerrero, Puebla, Colima, Michoacán y Sinaloa.

Los estados que mostraron más especies de aves en total, contaron también con muchos endemismos ( $R^2 = 0.2$ ,  $p = 0.01$ ,  $GL = 31$  Fig. 3). Así se observa que los

estados de Oaxaca, Puebla, Michoacán, Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Veracruz y Chiapas son los que tienen la mayor parte de la avifauna y endemismos del país.

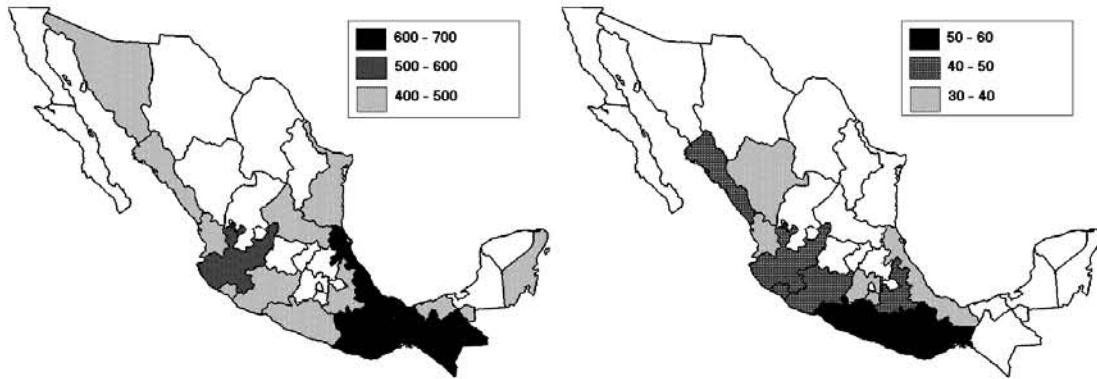


Figura 2. Especies totales por estado (Izq.) y especies endémicas (Der.).

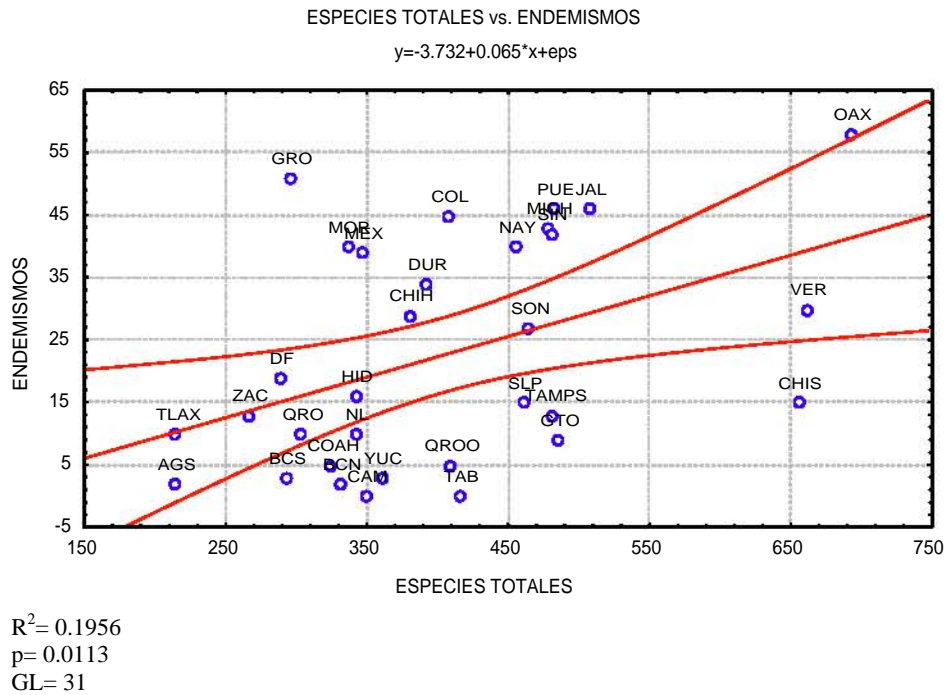


Figura 3. Especies totales vs. Endemismos.

## AMENAZAS PARA LA CONSERVACIÓN

- **Factor ganadería y población**

Este factor representa dos variables de riesgo: por un lado las actividades ganaderas desmontan la vegetación natural y la transforman en pastizales y por otro, la población urbana o rural que demanda mayores recursos a medida que va creciendo.

Los estados que presentaron la mayor población total y actividad ganadera en el país son Jalisco, Veracruz, Estado de México, Michoacán, Guerrero, Puebla, Nuevo



León y Coahuila. Los primeros tres mostraron las mayores calificaciones, seguidos por los tres siguientes y finalmente por Nuevo León y Coahuila (Cuadro 2).

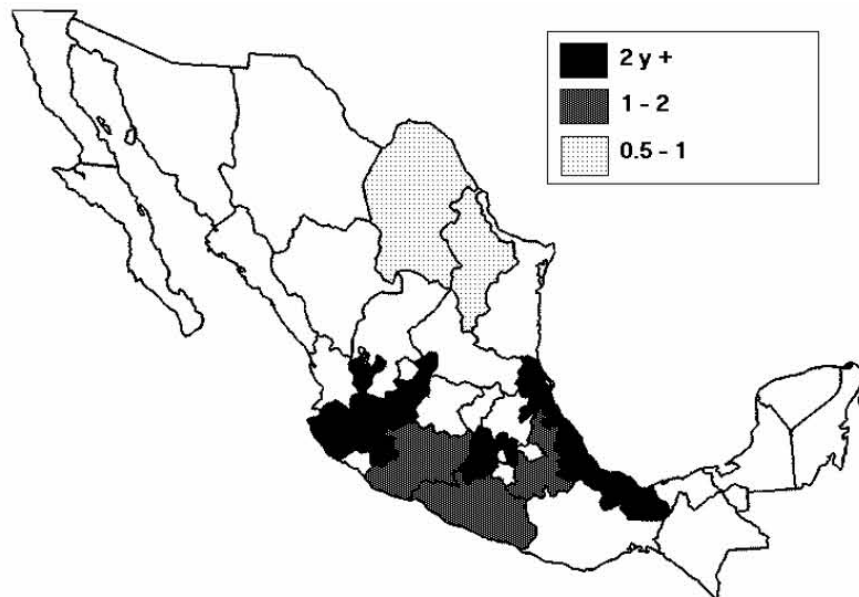


Figura 4. Calificaciones de los estados, respecto al Factor ganadería y población.

- **Agricultura**

La actividad agrícola está representada por la superficie sembrada de cada estado, y se utilizó como variable independiente. Los estados con mayor superficie destinada a la siembra de productos agrícolas fueron Sinaloa y Sonora, les siguen Guerrero, Michoacán y Chihuahua, y finalmente Jalisco y Tamaulipas.

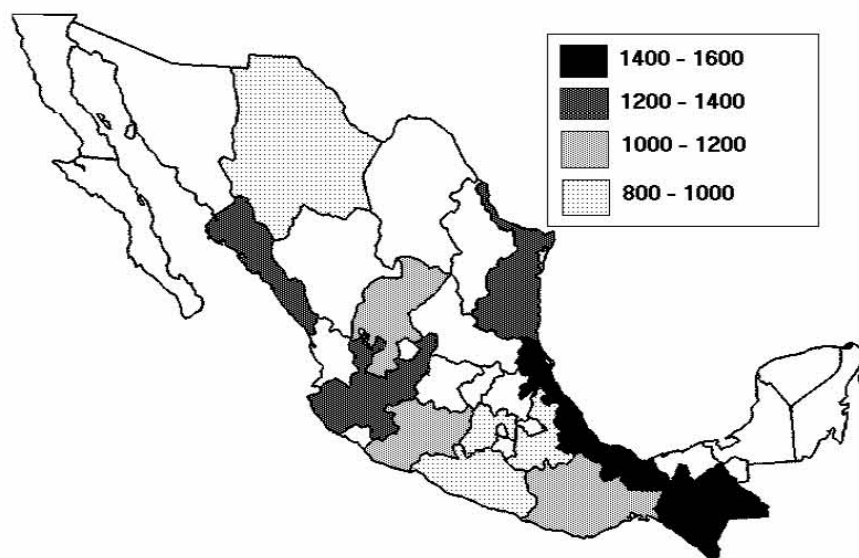
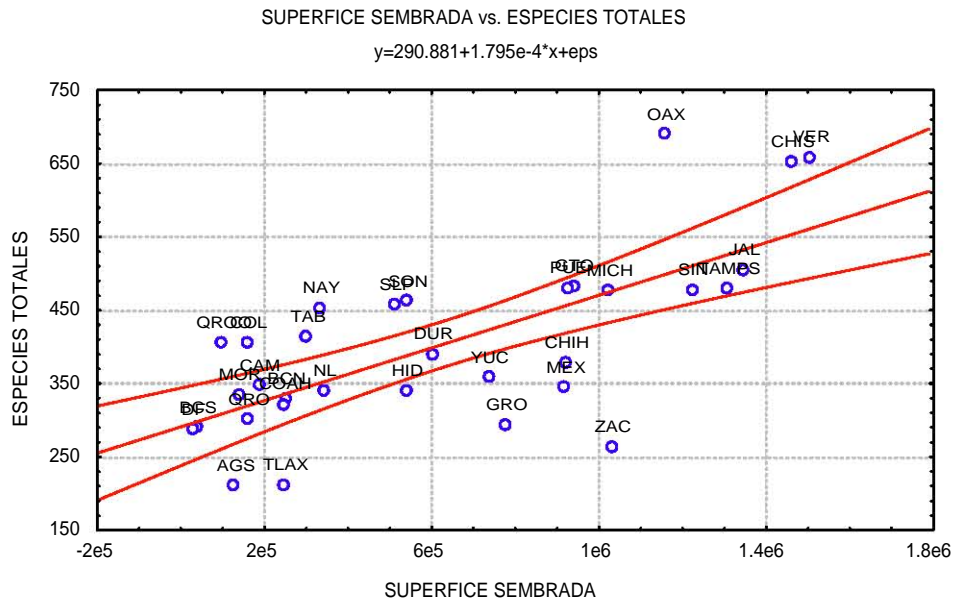


Figura 5. Superficie Sembrada por Estado en 2001, en miles de hectáreas.

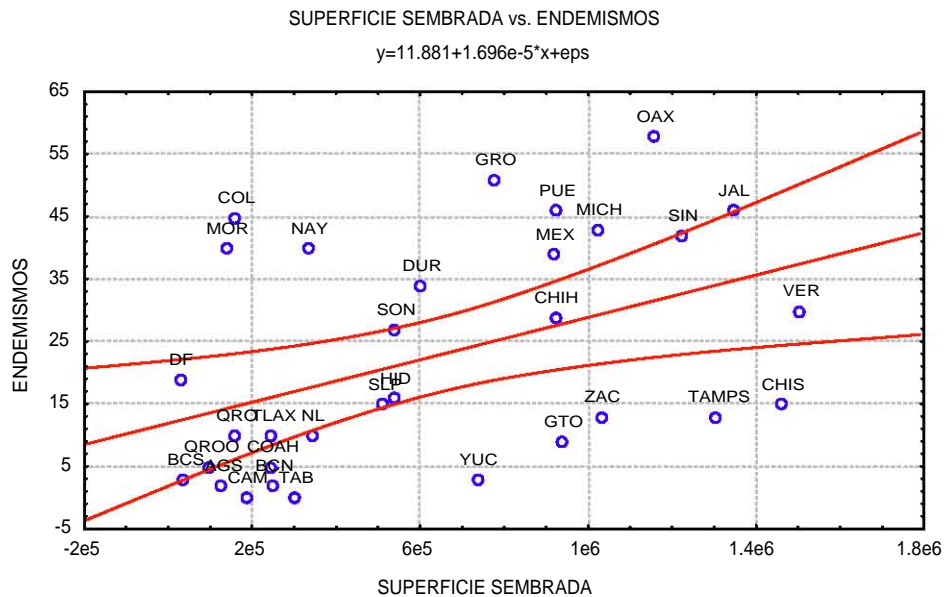
Los estados de Oaxaca, Jalisco, Puebla, Michoacán, Sinaloa y Nayarit presentaron más especies de aves totales y a la vez mostraron también una gran

superficie de territorio sembrado ( $R^2= 0.05$ ,  $p= <0.0001$ ,  $GL = 31$ , Fig. 6). Igualmente son los estados que cuentan con la mayor parte de los endemismos de aves del país ( $R^2=0.2$ ,  $p= 0.01$ ,  $GL = 31$ , Fig. 7).



$R^2= 0.0492$   
 $p= <0.0001$   
 $GL= 31$

Figura 6. Superficie sembrada vs. Especies totales.



$R^2= 0.194$   
 $p= 0.0116$   
 $GL= 31$

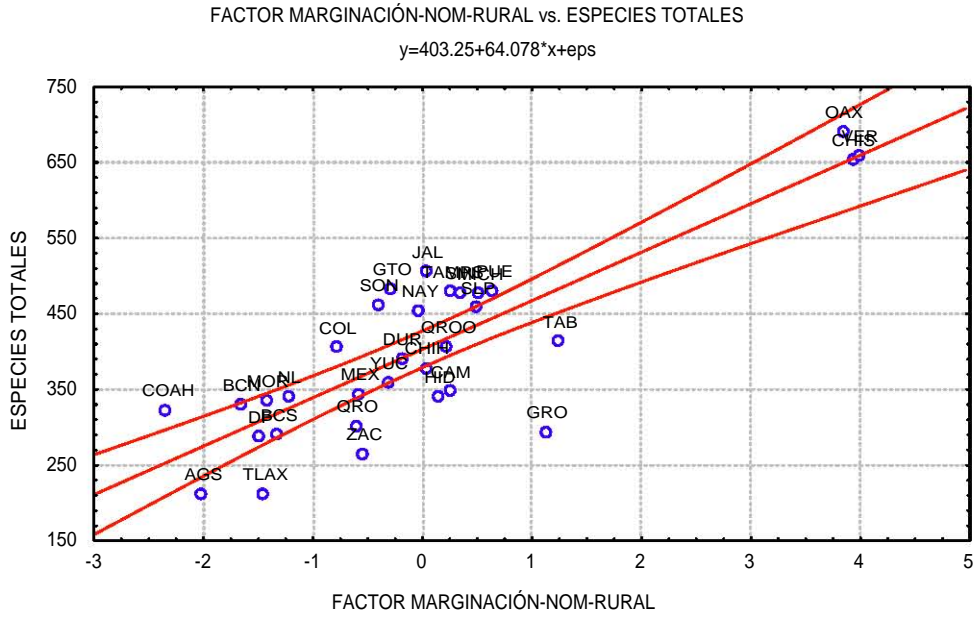
Figura 7. Superficie sembrada vs. Endemismos.

- **Factor marginación-NOM-Rural**

Los estados que resultaron con mayores valores para este factor fueron Chiapas, Oaxaca y Veracruz; les sigue Guerrero; y finalmente Michoacán, Puebla y Tabasco, que son los que contienen el mayor número de especies totales ( $R^2 = 0.70$ ,  $p = <0.0001$ ,  $GL = 31$ , Fig. 9). También se encontró una relación significativa entre este mismo factor y las especies endémicas ( $R^2 = 0.13$ ,  $p = 0.05$ ,  $GL = 31$ , Fig. 10).

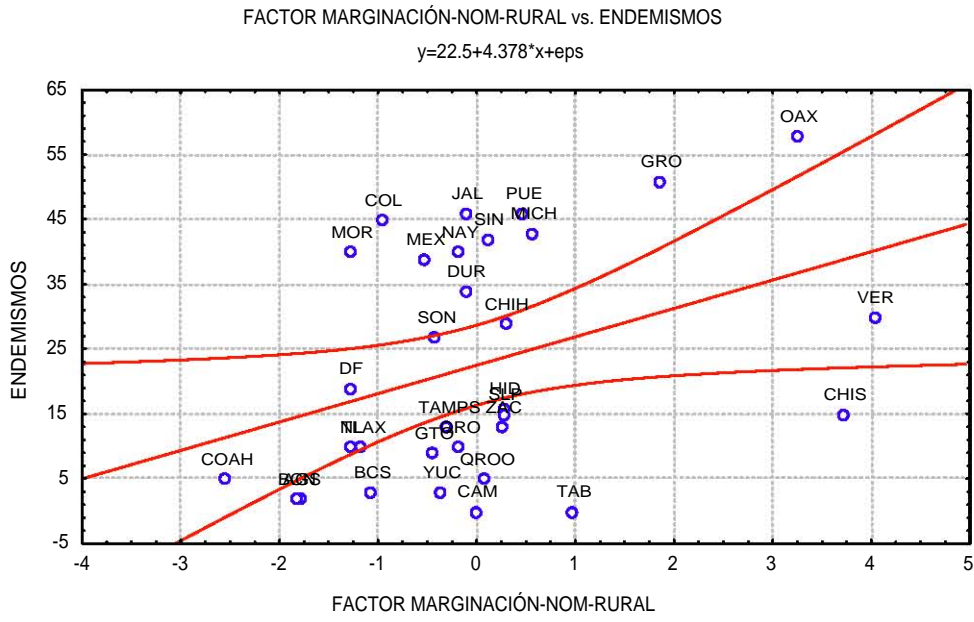


Figura 8. Calificaciones de los estados, respecto al Factor marginación-NOM-rural.



$R^2= 0.70$   
 $p = <0.0001$   
GL= 31

Figura 9. Factor marginación-NOM-rural vs. Especies totales.



$R^2= 0.1264$   
 $p= 0.0458$   
GL= 31

Figura 10. Factor Marginación-NOM-rural vs. Endemismos.

- **Aprovechamiento de aves silvestres**

El aprovechamiento de aves silvestre es otro de los factores independientes. Los estados que realizaron mayor número de aprovechamiento fueron: Jalisco, Nuevo León, Veracruz y San Luís Potosí.

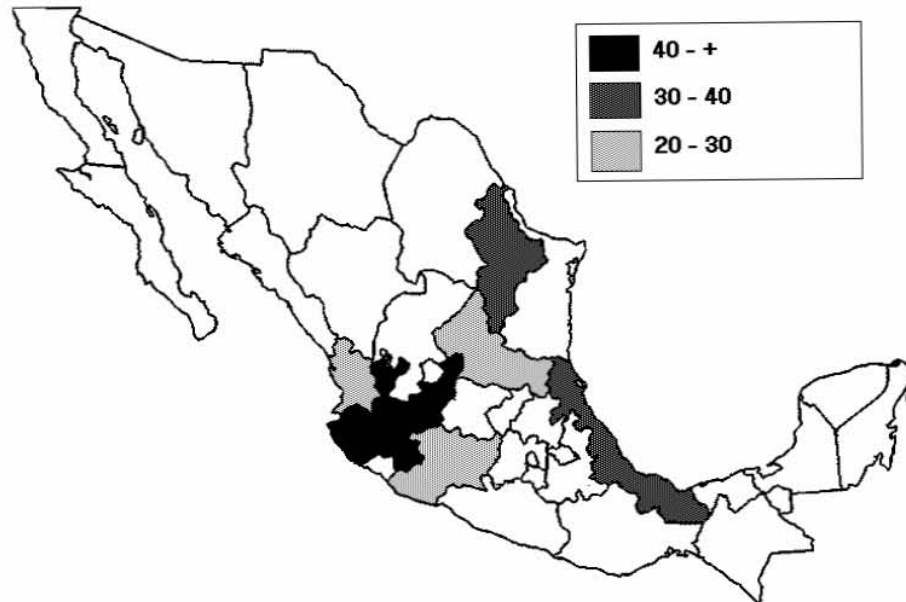
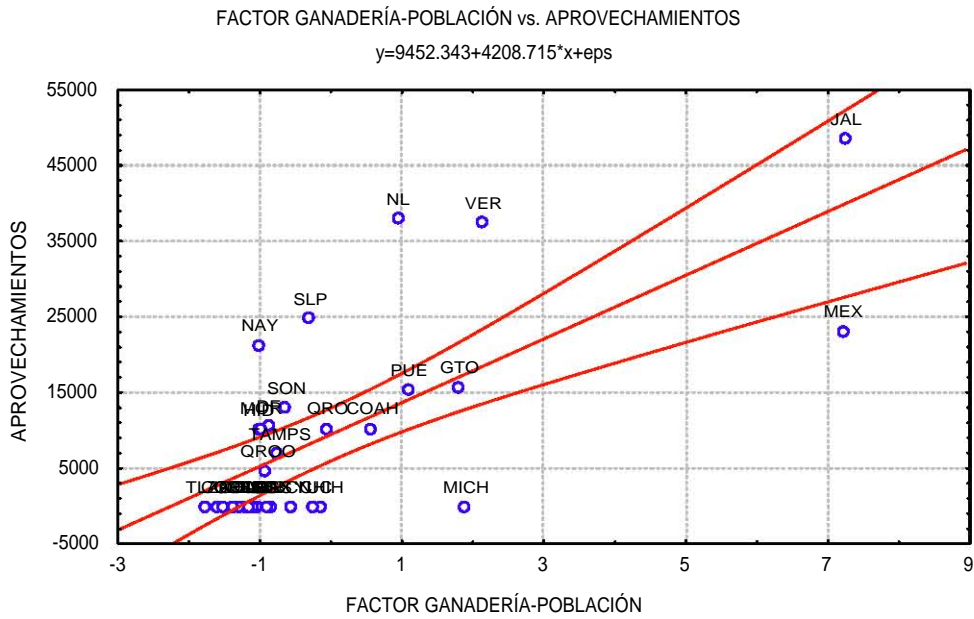


Figura 11. Aprovechamientos de aves silvestres 1999-2000, en miles. Fuente DGVS.

Se encontró una relación significativa ( $R^2= 0.5$ ,  $p= <0.0001$ ,  $GL = 31$ , Fig. 12) entre los aprovechamientos y el Factor ganadería y población. Esto implica un riesgo elevado para la conservación, pues las poblaciones silvestres sufren el impacto de la disminución de hábitat por la ganadería, además de enfrentar la extracción directa de individuos de sus poblaciones.



$R^2= 0.4806$   
 $p= <0.0001$   
 $GL= 31$

Figura 12. Factor Ganadería-población vs. Aprovechamientos.

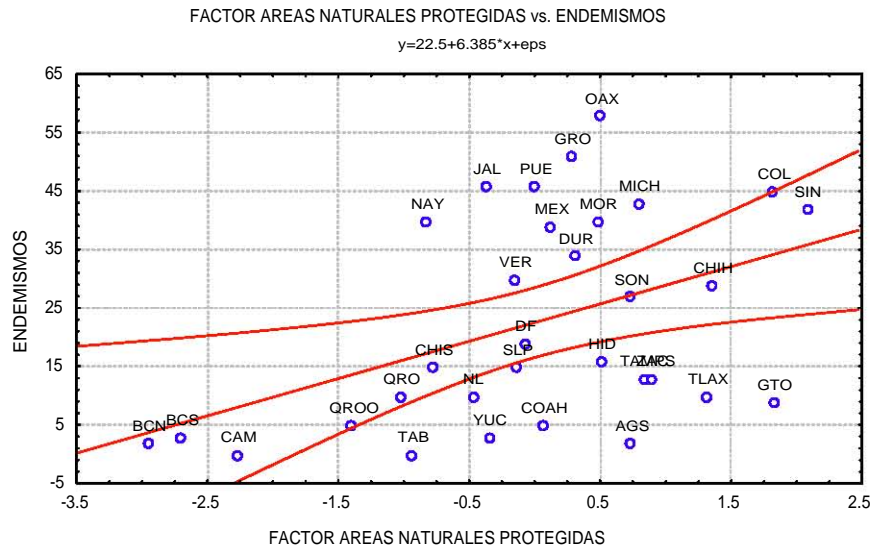
- **Factor áreas naturales protegidas**

Una revisión de la superficie decretada Área Natural Protegida (ANP), mostró que: Baja California, Baja California Sur y Campeche cuentan con la mayor protección a sus recursos naturales; posteriormente Quintana Roo y Chiapas; y finalmente Jalisco, Nayarit, Nuevo León, Tabasco y Yucatán.



Figura 13. Calificaciones de los estados, respecto al Factor áreas naturales protegidas.

Existe una relación negativa entre este factor y los endemismos ( $R^2= 0.15$ ,  $p= 0.03$ ,  $GL = 31$ , Fig. 14), lo que significa que los estados con más endemismos como Oaxaca, Guerrero, Puebla, Jalisco, Colima, Michoacán y Sinaloa, no cuentan con una adecuada representatividad de ANP y por lo tanto requieren mayor atención en la conservación de sus recursos naturales.



$R^2= 0.1488$   
 $p= 0.0292$   
 $GL= 31$

Figura 14. Factor Áreas naturales protegidas vs. Endemismos.

### Oportunidades y amenazas para la conservación

Los estados prioritarios se agruparon de acuerdo a las oportunidades y amenazas para la conservación de la siguiente manera (Cuadro 3).

Estado	Oportunidades	Amenazas
Michoacán	E, T, V, N	G, M, A

Jalisco	E, T, V, N,*	G, Ap.
Sinaloa	E, T, V, N	A
Oaxaca	E, T, V, N	M
Durango	E, T, V, N	-
Veracruz	E, T, N	G, M, Ap.
Puebla	E, T, N	G, M, A
Colima	E, T, N	A
Guerrero	E, T, N	M
Nayarit	E, T, N, *	M
Edo. de México	E, T	G
Morelos	E, T	A
Chiapas	T, N, *	M

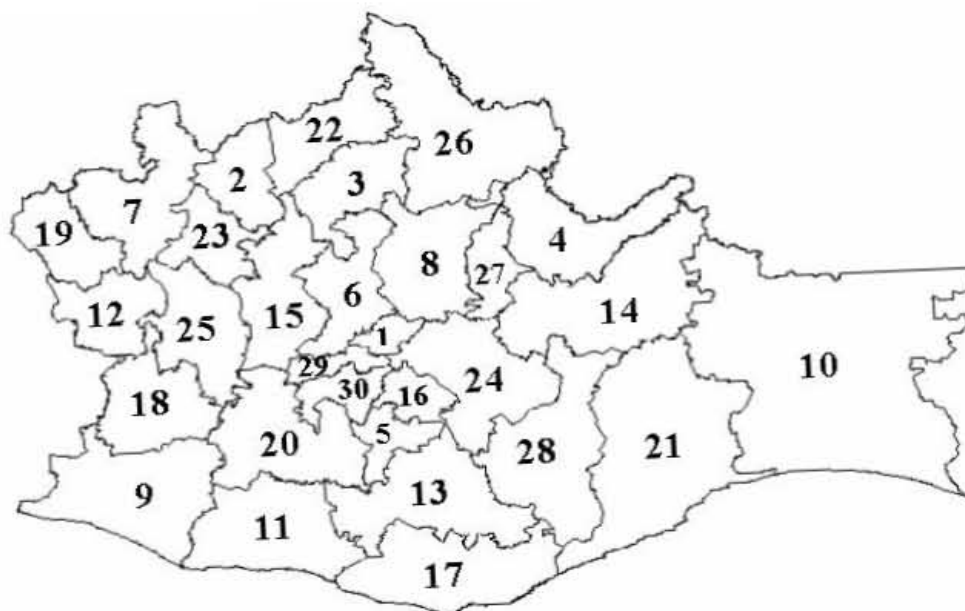
Cuadro 3. Estados prioritarios con más oportunidades para la conservación de sus recursos naturales, y que a la vez cuentan con amenazas para la misma. Simbología: E-especies endémicas, T-especies totales, N-especies amenazadas, V-vegetación natural, Ap-aprovechamientos, G-ganadería, M- marginación, A-agricultura, \*-áreas naturales protegidas.

De acuerdo a esta tabla, se pueden agrupar los estados en tres bloques de acuerdo a las oportunidades de conservación que presentan: en el primer bloque están los estados con alta riqueza total, muchos endemismos, muchas especies en riesgo y además mucha vegetación natural. En el siguiente bloque están los estados que no cuentan con la misma vegetación natural, pero que tienen gran riqueza de avifauna. Finalmente en el tercer bloque están los estados que cuentan, o con muchas especies totales y endémicas, o con muchas especies totales y en riesgo. Estos tres grandes bloques, cuentan con diferentes arreglos de amenazas a la conservación. Así vemos que por un lado, Michoacán y Puebla cuentan con las mayores amenazas, pero a la vez poseen diversas oportunidades para la conservación. En el caso de Sinaloa y Veracruz observamos un elemento menos de amenaza, y siguen manteniendo suficientes oportunidades. Siguiendo en orden decreciente respecto al riesgo para la conservación, Oaxaca y Jalisco tienen más oportunidades que Colima, Guerrero, Nayarit, Estado de México, Morelos y Chiapas. En el caso particular de Puebla, Nayarit y Chiapas, la presencia de ANP destinadas a proteger los recursos naturales, contribuye con una oportunidad para la conservación.

## **ANÁLISIS ESTATAL**



El Estado de Oaxaca es el quinto estado en extensión en el país, cuenta con una superficie de 95,364 km<sup>2</sup>, que representa el 4.8% del total de la superficie nacional. Por su conformación política, Oaxaca cuenta con ocho regiones geo-económicas: Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales. Estas regiones a su vez se dividen en 28 distritos en los que se distribuyen los 570 municipios.



1	Centro	11	Juquila	21	Tehuantepec
2	Coixtlahuaca	12	Juxtlahuaca	22	Teotitlán
3	Cuicatlán	13	Miahuatlán	23	Teposcolula
4	Choapam	14	Mixe	24	Tlacolula
5	Ejutla	15	Nochixtlán	25	Tlaxiaco
6	Etla	16	Ocotlán	26	Tuxepec
7	Huajuapán	17	Pochutla	27	Villa Alta
8	Ixtlán	18	Putla	28	Yautepec
9	Jamiltepec	19	Silacayoapam	29	Zaachila
10	Juchitán	20	Sola de Vega	30	Zimatlán

Figura 15. Distritos del Estado de Oaxaca. Fuente INEGI.

En el análisis de este estado se obtuvieron tres factores que explican 69.23% de la varianza total en los datos (Cuadro 4). En el cuadro 5 se observan las cargas estadísticas de las variables analizadas. En ella se observa que el Factor 1 es una relación entre la superficie total del distrito, el porcentaje estatal, la superficie parcelada, el porcentaje parcelado del distrito, los registros de aves totales y amenazadas y la inversión pública para el fomento y desarrollo agropecuario. Este factor se denominó “Factor superficie, agricultura, inversión económica y aves”. Las variables: población total y densidad de población tienen una carga positiva en el siguiente factor, mientras que el índice de

marginación presenta carga negativa en el mismo, por lo que se denominó “Factor población y marginación”. Por último, el Factor 3 está representado por la superficie de vegetación natural y el porcentaje de ésta respecto al distrito, por lo que se denominó “Factor superficie de vegetación natural”.

Las variables originales que no tuvieron carga importante en ninguno de los factores fueron las unidades de producción ganadera y las especies endémicas. Estos datos se analizaron como variables independientes.

% total	Cumul. Eigenval	Cumul. Variance	Eigenval	%
1	6.736364	44.90909	6.73636	44.90909
2	2.017711	13.4141	8.75407	58.3605
3	1.63168	10.87787	10.38575	69.23837

Cuadro 4. Eigenvalores obtenidos en el Análisis Estatal.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
SUP	<b>0.81081008</b>	0.01249269	0.40464861
%_EDO	<b>0.74729374</b>	0.21547004	0.38145793
SUP_PAR	<b>0.96112054</b>	0.03478074	0.05563444
%_PAR	<b>0.73632478</b>	0.20160451	-0.3839893
SUP_VEG	0.38175352	0.02929635	<b>0.78643709</b>
%V_REG	0.31039993	0.1862328	<b>0.6772846</b>
POBL	0.67511737	<b>-0.6655763</b>	0.04224271
DENS_POB	-0.1047699	<b>-0.8952519</b>	-0.1841927
U_P_GAN	0.51958987	-0.1574810	0.10056928
I_MARG	0.08752201	<b>0.6711192</b>	-0.149301
IN_A_G_P	<b>0.94230535</b>	0.00994062	0.01926826
SP_TOT	<b>0.84948856</b>	-0.1256137	0.37963024
SP_END	0.30601153	-0.0804674	0.42641419
SP_NOM	<b>0.8413772</b>	-0.0846079	0.33631136
Expl.Var	6.09275424	1.88430338	2.40869715
Prp.Totl	0.40618362	0.12562023	0.16057981

Cuadro 5. Cargas de los Factores (Varimax raw)

- **Factor superficie, agricultura, inversión económica y aves**

Entre las calificaciones obtenidas por cada distrito, destacan los distritos de Juchitán, Tuxtepec, Jamiltepec, Juquila, Mixe, Pochutla y Tehuantepec, como los que tienen alta riqueza de especies de aves y especies en riesgo, mayor superficie parcelada y mayor inversión para desarrollar actividades humanas.

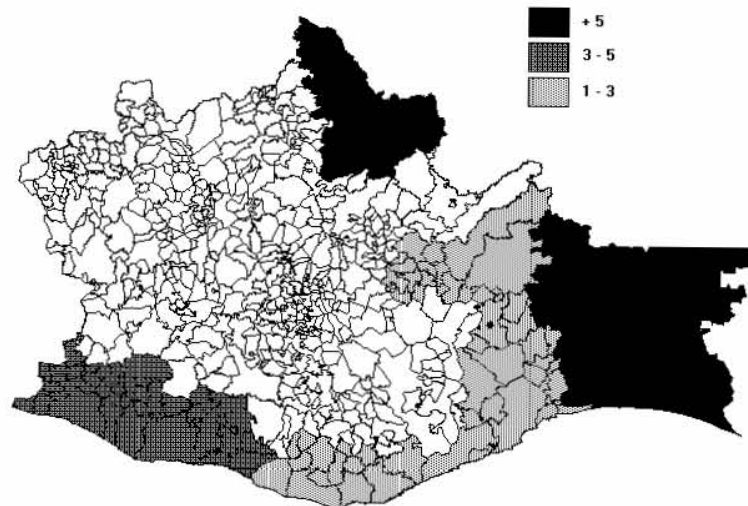


Figura 16. Calificaciones de los distritos, respecto al Factor superficie, inversión económica y aves.

- **Ganadería**

Los distritos que practican mayormente actividades ganaderas son Tlaxiaco, Juchitán, Nochixtlán, Huajuapán, Jamiltepec, Tlacolula, Tuxtepec y Miahuatlán.

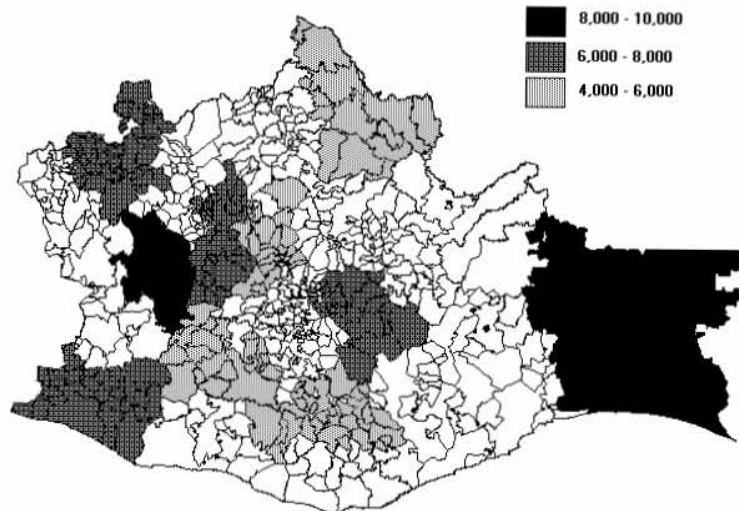


Figura 17. Unidades de producción ganadera a nivel distrital para el análisis estatal. Fuente: INEGI.

La relación entre el factor superficie, inversión económica y aves, y ganadería, resultó significativa ( $R^2 = 0.27$ ,  $p = 0.003$ ,  $GL = 29$ , Fig. 18), es decir que los distritos más grandes, cuentan mayor inversión pública, más aves totales y en riesgo, tienen más actividades ganaderas. Estos distritos fueron Juchitán, Tuxtepec, Tlaxiaco, Jamiltepec, Miahuatlán, Nochixtlán, Tlacolula y Huajuapán.

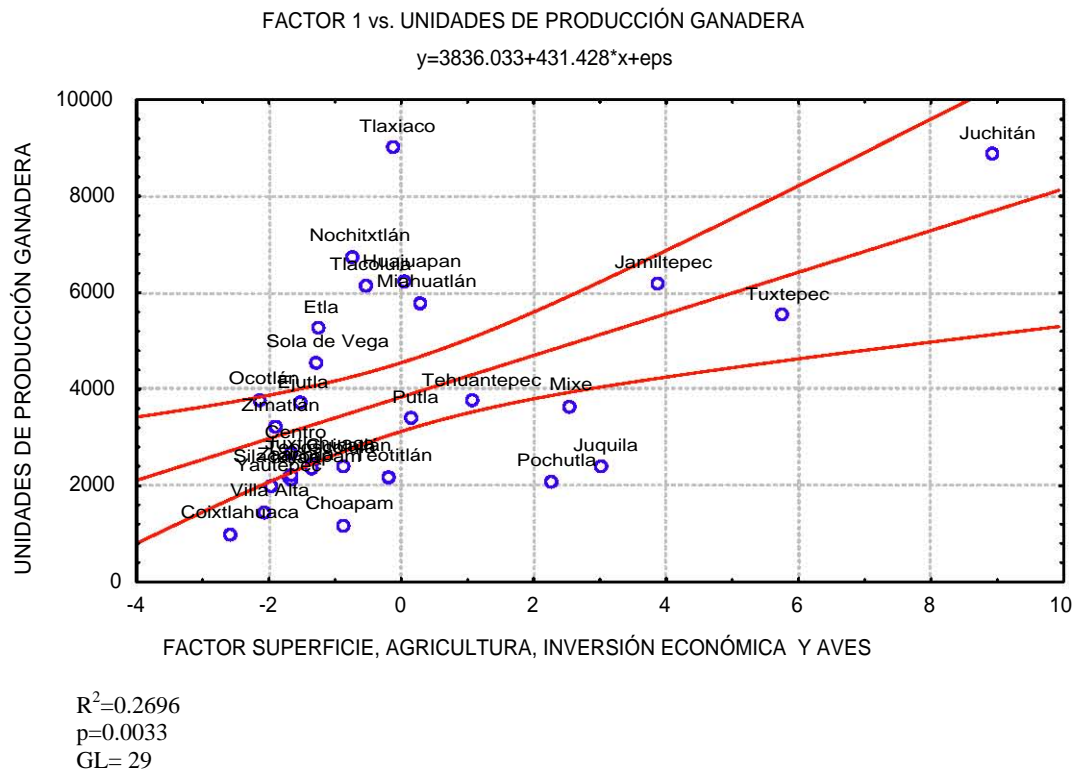


Figura 18. Factor 1 vs. Unidades de producción ganadera.

- **Factor marginación y población**

Las variables de marginación y población total quedaron agrupadas con cargas opuestas dentro de este factor. Ello implicaría que a medida que aumenta la población total, la marginación disminuye. Sin embargo, al revisar los datos originales, se observa un evidente contraste en la distribución y marginación de la población en Oaxaca.

Los distritos Centro, Juchitán, Huajuapán, Tehuantepec y Tuxtepec cuentan con una mayor población pero presentan baja marginación. Por otro lado están los distritos Cuicatlán, Juquila y Choapam con baja población pero muy alta marginación. Sin embargo, los distritos más vulnerables para la conservación son aquellos que presentan ambas variables combinadas: alta población total sumada a una alta marginación. Estos distritos son: Mixe, Teotitlán, Pochutla, Miahuatlán, Jamiltepec, Putla y Tlaxiaco.

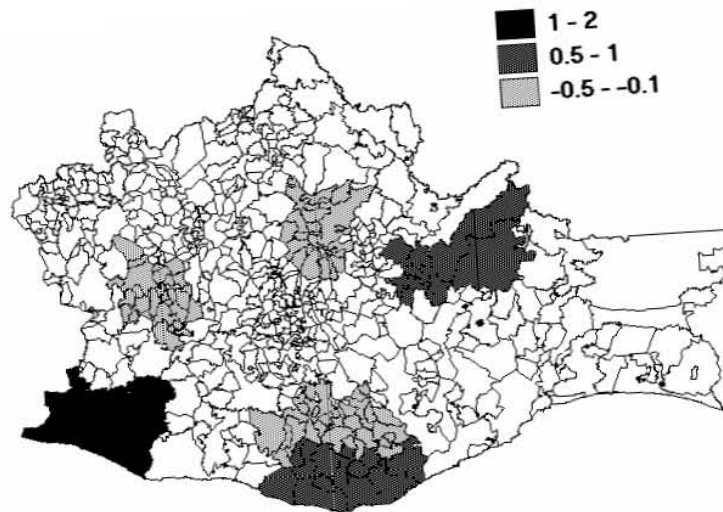


Figura 19. Valores de las calificaciones de los distritos que presentan alta población total y altos índices de marginación.

- **Factor superficie de vegetación natural**

Los distritos de Yautepec, Ixtlán, Tehuantepec, Miahuatlán, Sola de Vega, Tlacolula, Cuicatlán, Juchitán, Etna y Choapam cuentan con la mayor superficie de vegetación natural. Se encontró una relación significativa ( $R^2 = 0.18$ ,  $p = 0.02$ ,  $GL = 29$ , Fig. 21) entre este factor y los endemismos, agrupándose los distritos de Miahuatlán, Ixtlán, Yautepec y Tlaxiaco como los que tienen más vegetación natural y mayor número de endemismos.

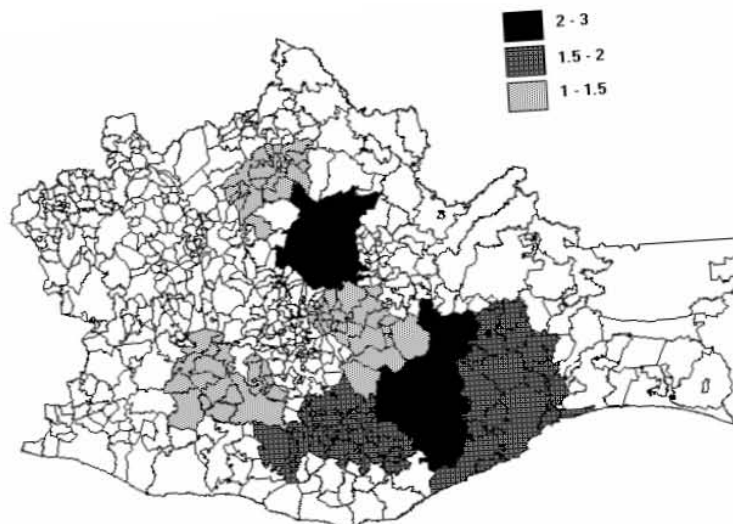


Figura 20. Calificaciones de los distritos, respecto al Factor superficie de vegetación natural.

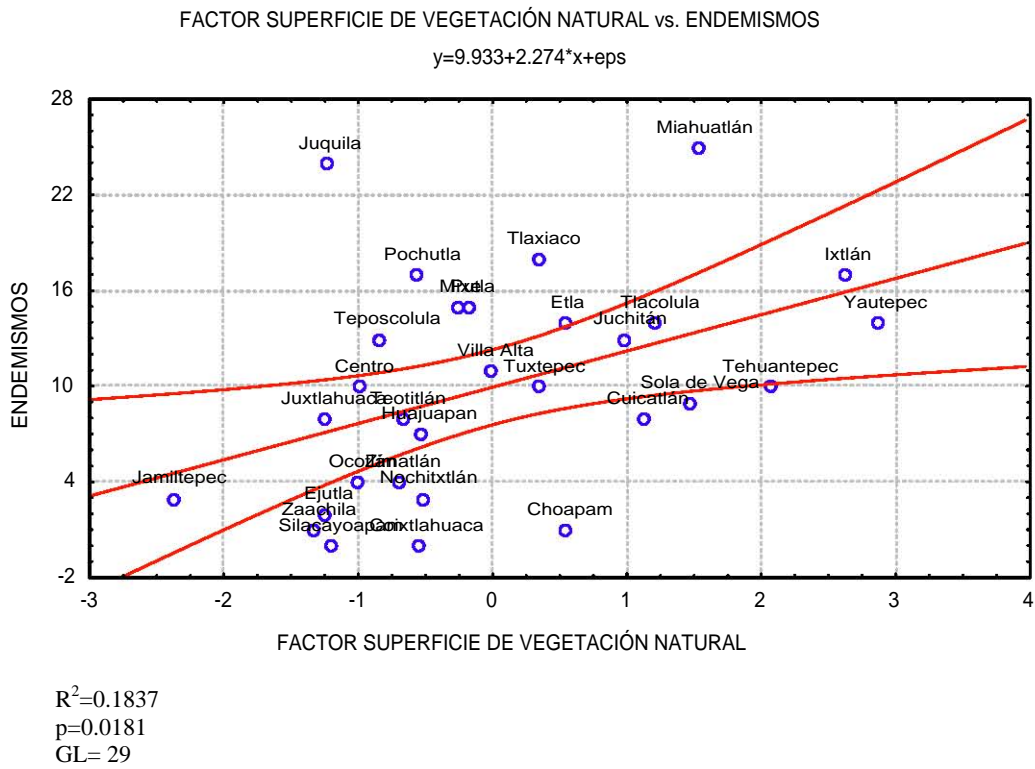


Figura 21. Factor Superficie de vegetación natural vs. Endemismos.

- **Especies endémicas**

Los que tienen más especies endémicas registradas son: Miahuatlán, Juquila, Tlaxiaco, Pochutla, Ixtlán, Mixe y Putla.

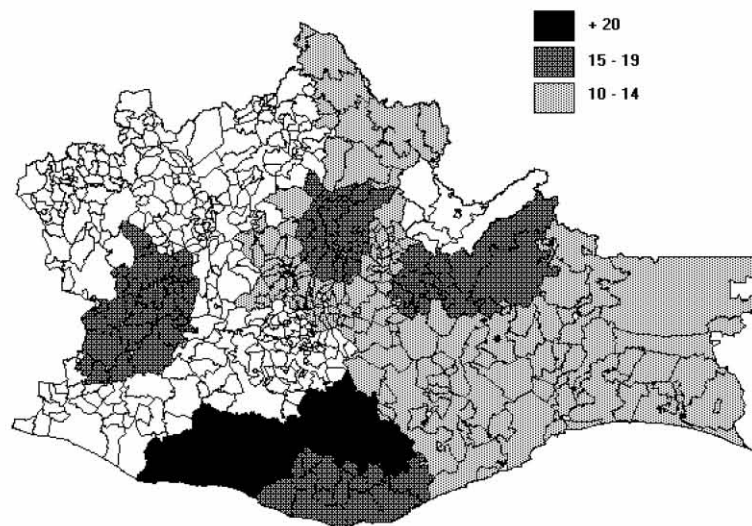


Figura 22. Registros de especies endémicas.

La relación entre este factor y los endemismos, resultó significativa ( $R^2= 0.093$ ,  $p= 0.1001$ ,  $GL = 29$ , Fig. 23), es decir que los distritos más grandes, cuentan mayor inversión pública, más aves totales y en riesgo, tienen más especies endémicas.

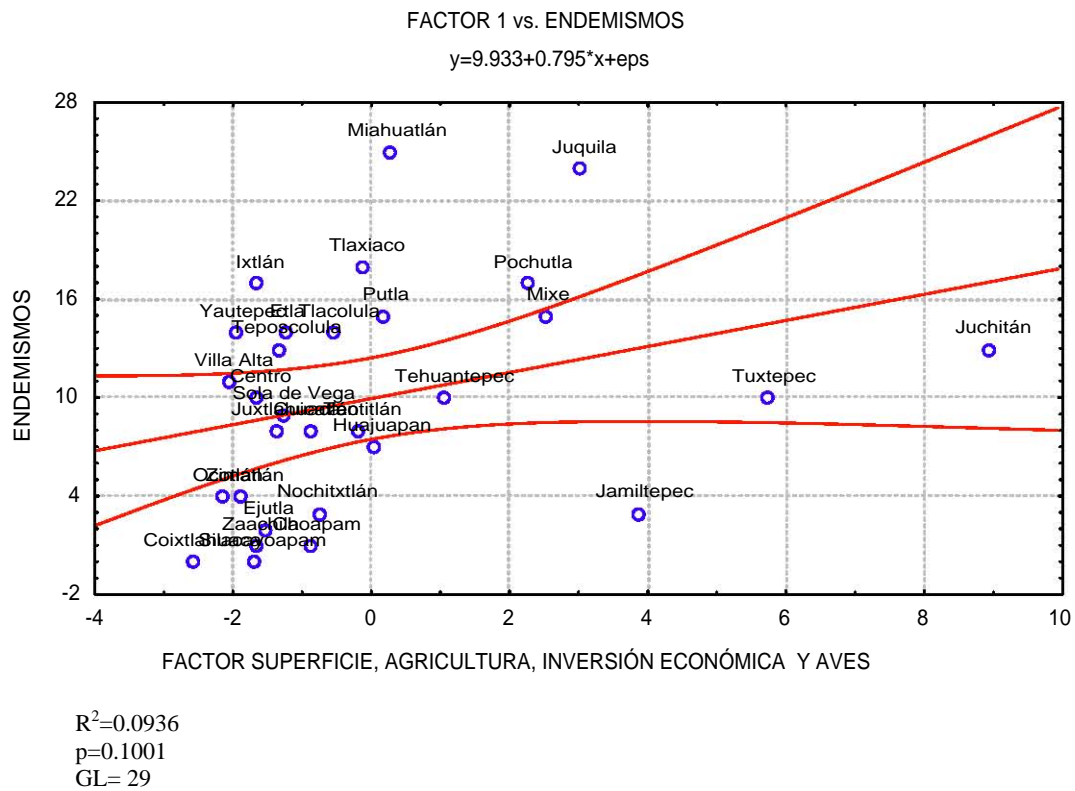


Figura 23. Factor 1 vs. Endemismos.

### Oportunidades y amenazas para la conservación

A continuación se muestra una tabla que agrupa los distritos según las oportunidades para la conservación. Los distritos sin oportunidades no se contemplan.

<b>Distrito</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Miahuatlán	V, T, E, N	A, G, P, M, I
Ixtlán	V, T, E, N	-
Juchitán	V, T, N	A, G, P, I
Juquila	T, E, N	A, M, I
Mixe	T, E, N	A, M, I
Pochutla	T, E, N	P, M, I
Tehuantepec	V, T, N	P, I
Tuxtepec	V, T, N	A, G, P
Tlaxiaco	E	G, I
Putla	E	G

Cuadro 6. Distritos con más oportunidades para la conservación de sus recursos naturales, y que a la vez cuentan con amenazas para la misma. Simbología: E-especies endémicas, T-especies totales, N-especies amenazadas, V-vegetación natural, G-ganadería, P- población, M- marginación, A-agricultura, I- inversión pública, \*-áreas naturales protegidas

Miahuatlán resulta el distrito más prioritario para la conservación, con gran parte de su superficie con vegetación, una elevada riqueza de avifauna y endemismos, además de tener muchas aves en riesgo; sin embargo, este distrito tiene una elevada influencia humana con actividades agrícolas y una elevada población marginada. Posteriormente está Juchitán, con menos endemismos, pero con mucha actividad humana. Después los distritos Juquila, Mixe, Pochutla y Tuxtepec, cada uno con oportunidades y amenazas distintas. Le siguen los distritos de Tehuantepec, Tlaxiaco y Putla. El distrito de Ixtlán tiene grandes oportunidades para la conservación, y no cuenta con ninguna de las amenazas analizadas, por lo que también resulta prioritaria su atención.

## **DISCUSIÓN**

El análisis conjunto de variables ambientales y socio-económicas de los estados de la República Mexicana, permitió agruparlos por un lado, de acuerdo a la riqueza de especies de aves y a la superficie de vegetación natural presentes y por el otro, según las presiones antrópicas a las que están sujetos. Esta agrupación ordena los estados según las oportunidades y amenazas para la conservación de cada uno, y muestra de manera general las tendencias ambientales en el país.

Debido a la marcada heterogeneidad ambiental y social presente en México, la intervención humana tiene distintos grados de impacto (SEMARNAT 2002). Esto,



sumado a que las distintas especies y ecosistemas reaccionan de manera diferente frente a un mismo tipo de amenaza (Harcourt *et al.* 2001), dificulta ordenar a los estados en una escala de prioridades para la conservación. No obstante, este estudio a nivel nacional permitió identificar los estados con una elevada biodiversidad y al mismo tiempo una realidad ambiental vulnerable, razón por la cual requieren un análisis particular. Estos estados fueron Michoacán, Jalisco, Sinaloa, Oaxaca y Durango, de entre los que se seleccionó Oaxaca como ejemplo para aplicar el mismo análisis pero a nivel distrital, o sea a una escala menor.

Este tipo de información no existe para el resto de México, a diferencia de la información socioeconómica que está disponible para todos los municipios del país. Por ello no pueden llevarse a cabo este tipo de estudios en otros estados, lo que evidencia la necesidad de información de campo y de bases de datos detalladas que fortalezcan la elaboración de políticas de manejo ambiental en todo el país.

## **ANÁLISIS NACIONAL**

- **Factor superficie de vegetación natural**

En México, la mayor parte de la vegetación natural está representada por matorrales que cubren 29% del país; bosques, selvas y cultivos representan cada uno el 17% del país; pastizales inducidos y cultivados constituyen el 12%; pastizales naturales y otros tipos de vegetación cubren el 8% (SEMARNAT 2002).

Los estados del norte del país con grandes áreas de vegetación desértica y semidesértica son principalmente influyentes en este factor. Sin embargo, desde el punto de vista de la biodiversidad, la compleja topografía y los diferentes climas de México le confieren tipos de vegetación y hábitat muy variados, habiendo mayor diversidad hacia el centro y sur del país (Challenger 1998). Tal es el caso de Jalisco, Oaxaca y Quintana Roo, que aunque no tienen tanta superficie de vegetación como los estados del norte, la diversidad que presentan les confiere un valor importante para la conservación. Esto no quiere decir que los demás estados no sean valiosos para la conservación, sino que la urgencia para contrarrestar las presiones a las que los estados del centro y sur del país están sujetos es relativamente mayor que en los estados ubicados más al norte del país y con más superficie territorial.

- **Especies totales y especies endémicas**

La distribución de la avifauna tiene que ver con esta diversidad de ambientes, por lo que los estados con mayor riqueza de especies de aves, en general se concentran en las regiones tropicales del país (Oaxaca, Veracruz y Chiapas). Se encontró una correlación positiva entre la riqueza de especies y las especies endémicas, encontrándose más endemismos en los estados de la Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico Transversal, sur de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre del sur, que en general coinciden con los estados con mayor riqueza de avifauna. Es importante mencionar que las especies endémicas son más vulnerables a la extinción, por la característica limitada de su distribución, por lo que merecen mayor atención para la conservación (González-García y Gómez de Silva 2003, Luck *et al.* 2003).

- **Factor ganadería y población**

Este factor fue considerado como elemento de amenaza para la conservación, ya que las actividades humanas son responsables de la mayoría de la pérdida de hábitat y la población humana esta correlacionada con la modificación del mismo (Chown *et al.* 2003, Luck *et al.* 2003). Bawa y Dayanandan (1997), relacionaron la deforestación en los trópicos del mundo con variables socioeconómicas, y encontraron que en América Latina se relaciona con la densidad de ganado, el área de pastura, de cultivo y de expansión urbana. Así, los asentamientos humanos en los países en desarrollo se expanden en las regiones con alta riqueza, endemismos y alta fertilidad de suelo, representando amenazas para la conservación (Balmford *et al.* 2001, Luck *et al.* 2003). Este estudio confirma estas relaciones, pues los resultados indican mayor actividad ganadera en los estados de Veracruz, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Puebla, que cuentan con gran riqueza avifaunística.

Particularmente en México, para el desarrollo de actividades ganaderas se destinan 109.8 millones de hectáreas, que representan el 56% del territorio nacional. Su práctica genera 4.2 millones de empleos directos y 12.6 millones de indirectos, y tiene una importante contribución al PIB (Villegas-Durán *et al.* 2001). Esta actividad se practica en gran diversidad de ecosistemas, teniendo diferentes impactos en cada uno dependiendo de sus características (Toledo 1990). Para alimentar el ganado, se transforman grandes superficies de vegetación en praderas de cultivo, calculándose un total de 12 millones de hectáreas en todo el país, distribuidas principalmente en

Veracruz, Chiapas, Tamaulipas y Tabasco. Estas extensiones naturales son utilizadas como superficies de agostadero, en la que los animales se alimentan libremente de la vegetación. Los estados con los agostaderos más productivos son Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Chihuahua (Villegas-Durán *et al.* 2001). Estas actividades repercuten severamente sobre los ecosistemas impidiendo así su regeneración natural, ya que remueven importantes masas forestales del país u ocupan espacios que se destinaban anteriormente a la agricultura (Toledo 1990).

- **Agricultura**

Esta actividad elimina la cobertura vegetal para transformar el terreno en zonas de cultivo, interrumpiendo con ello el aporte natural de nutrientes, que tienen que reemplazarse con el uso de fertilizantes. Esto debilita el suelo, llevando a que los cultivos no sean rentables, se abandonen los terrenos o se destinen a actividades ganaderas (Carabias 1990).

En este estudio, al incorporar la variable de producción agrícola y relacionarla con la riqueza y endemismos de aves, pudimos observar que los estados más amenazados son Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Michoacán y Tamaulipas. Entre estos últimos destacan Michoacán, Oaxaca y Veracruz como los más vulnerables a la presión antrópica y por tener mucha avifauna y endemismos. Chiapas, aunque no es tan rico en endemismos como Oaxaca, posee una riqueza de especies de aves considerable. Estos estados requieren un ordenamiento que coordine las actividades productivas, el desarrollo demográfico y la conservación de los recursos naturales.

En México, la superficie agrícola sembrada en 1999 fue de cerca de 22 millones de hectáreas, de las que se cosecharon casi 20 millones (INEGI-SEMARNAP 1998). Este desarrollo agrícola ha tenido graves consecuencias ambientales, por lo que el costo ecológico debe tenerse en cuenta al hacer evaluaciones de prácticas agrícolas (Carabias 1990). Aunque en las políticas de planeación agrícola se incluyen componentes ambientales, éstos quedan subordinados a un segundo término respecto al desarrollo económico, resultando en el deterioro de los recursos naturales. (Carabias 1990, Romero-Lankao 2002). El impulso de la frontera agrícola debe planificarse de manera coherente con la realidad ambiental, evitando el consumo irracional de los recursos naturales (Carabias 2002).

- **Factor marginación-NOM-Rural**

Otro de factor humano relacionado con la extinción de especies silvestres y el deterioro de los ecosistemas es la marginación humana (Kerr y Currie 1995). Este estudio concuerda con el enunciado anterior, pues los estados con más población rural presentan mayores índices de marginación y el mayor número de especies en peligro de extinción. Tal es el caso de Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Michoacán y Puebla.

Sumado a lo anterior, se encontraron correlaciones significativas positivas entre este factor y las especies totales y endemismos presentes, lo que explica que los estados más ricos en biodiversidad y con mayor número de especies en peligro de extinción, posean los índices de marginación más altos y tengan mayor riesgo para la conservación de la avifauna. Gran parte de la población de estos estados se agrupa en comunidades marginadas que no reciben los beneficios del desarrollo económico, dependen de la actividades de explotación de los recursos naturales locales que no mejoran los niveles de pobreza, causando grave daño en su entorno natural debido a prácticas dañinas para el medio ambiente (Leff 1990, Carabias 2002).

- **Aprovechamiento de aves silvestres**

La extracción y el aprovechamiento de especies silvestres con fines comerciales, es otra actividad que ejerce presión directa sobre las poblaciones de aves (López 2003). En este estudio se encontró una correlación positiva entre el aprovechamiento de aves y el factor ganadería y población, resultando los estados de Jalisco, Veracruz, Michoacán y Nuevo León como los más amenazados por dichas actividades. Estos estados enfrentan una doble amenaza: por un lado la fragmentación de hábitat resultado de actividades ganaderas, y por otro la extracción directa de individuos de sus poblaciones con fines comerciales.

Los aprovechamientos se realizan para satisfacer un creciente mercado de fauna silvestre tanto en el país como en el extranjero, fomentando la extracción de aves en bosques y selvas, que representa una forma de ingreso para los pobladores locales.

- **Factor áreas naturales protegidas**

El hecho de tener áreas naturales protegidas puede ser un factor positivo para la conservación al amortiguar el impacto antrópico descrito anteriormente. Las ANP son superficies representativas de los diversos ecosistemas del país, en donde el ambiente original no ha sido muy modificado, y son un mecanismo político creado para la

conservación de los recursos. En México, las ANP se crean mediante un decreto presidencial y se establecen las actividades que pueden o no llevarse a cabo dentro de las mismas. Actualmente existen 150 áreas naturales de carácter federal, que cubren aproximadamente 17.8 millones de hectáreas en el país ([www.conanp.gob.mx](http://www.conanp.gob.mx), consultado en Mayo de 2005). Kerr y Currie (1995) consideran que las reservas pueden reducir la pérdida de biodiversidad, manteniendo hábitat libres de disturbios antrópicos. Si estos sistemas son eficientes, debería existir una relación inversa entre la cantidad de áreas protegidas y el riesgo de extinción, medido como el número de especies amenazadas y la densidad de población (Kerr y Currie 1995). Sin embargo, en este estudio se encontró que los estados con más riqueza y endemismos, que enfrentan los mayores problemas para la conservación, carecen de este tipo de protección, exceptuando Jalisco y Chiapas. Además se encontró una correlación negativa significativa entre las áreas naturales y los endemismos, lo que una vez más, evidencia una mala planeación nacional en relación a la conservación de los recursos naturales.

## **ANÁLISIS ESTATAL**

Oaxaca es un estado en el que la producción agrícola es muy activa y difiere entre regiones según las características del suelo. En las zonas con mayor potencial agrícola y frutícola, como la región del Papaloapan o Tuxtepec, parte del Istmo, la Costa y la Sierra Sur, se generan productos destinados al comercio regional del estado. Las zonas de los Valles Centrales, Yautepec y Miahuatlán, son principalmente sembrados con agaves para la producción de mezcal ([www.oaxaca.gob.mx](http://www.oaxaca.gob.mx), consultado en mayo 2005). Este estado cuenta con la mayor riqueza de especies de aves y varios endemismos distribuidos en su territorio. Ello es resultado de la compleja geografía que le confiere gran diversidad de climas y ambientes. Las regiones con mayor riqueza en el estado están en la vertiente Atlántica, la región del istmo, los Chimalapas y la Sierra Norte (Navarro *et al.* 2004). Este estudio encontró que los municipios de Juchitán, Tuxtepec, Juquila, Mixe y Tehuantepec, como los que tienen mayor riqueza de avifauna.

Una variable importante que no puede ser analizada es la superficie de ANP, pues no existe el dato de la superficie a nivel municipal, por lo que no es posible comparar el grado de protección que se otorga a cada distrito y hacer un análisis similar al nacional en cuanto a la protección de los recursos naturales. Sin embargo, las actividades humanas sí están registradas para cada distrito, por lo que las amenazas que enfrentan

los recursos naturales, de la forma en que ha sido planteado en este estudio pueden analizarse.

- **Factor superficie, agricultura, inversión económica y aves totales y amenazadas.**

El análisis de factores agrupó estas variables en un factor, debido a que al estudiarse una escala geopolítica menor, se observa una distribución más homogénea de los recursos naturales. Por ello consideramos que una mayor superficie de distrito tiene más relación con la actividad agrícola, con los recursos económicos que se invierten y con la presencia de aves tanto totales como amenazadas en el mismo.

Luck y colaboradores (2003), encontraron que las poblaciones humanas tienden a distribuirse en regiones ricas en especies, muy probablemente por la fertilidad del suelo que permite el desarrollo de ecosistemas naturales, y al mismo tiempo resultan adecuados para las prácticas agrícolas, lo que tiene serias implicaciones para la conservación. Esto se confirma en este estudio, al quedar ambas variables involucradas en el mismo factor.

Por otro lado, Chown y colaboradores (2003) mencionan que la relación entre la distribución de la población, las actividades humanas y la riqueza de especies, puede cambiar significativamente a medida que se reduce la escala geográfica analizada. De esta manera, se obtendrían diferentes resultados a diferentes escalas. En este estudio también se obtiene el mismo patrón de resultados al cambiar de una escala nacional a una estatal.

Los distritos con más amenazas para la riqueza de avifauna total y a las especies amenazadas, son Juchitán, Tuxtepec, Jamiltepec, Juquila, Pochutla, Tehuantepec y Mixe, pues son distritos en los que se practica intensamente la agricultura, y en los que se están invirtiendo recursos importantes para el desarrollo de actividades agropecuarias. Asimismo, se encontró una relación significativa entre este factor y los endemismos del distrito, lo que agrupa a Juquila, Pochutla, Mixe, Miahuatlán, Juchitán y Tuxtepec como los distritos con mayores presiones para la conservación de la avifauna, tanto por su riqueza y sus endemismos, como por la intensa actividad agrícola desarrollada en el distrito.

La base de datos utilizada en este análisis, cuenta con un total de 20,637 registros de ejemplares, reuniendo 736 especies en el estado, lo que equivale al 67% de la avifauna mexicana. De este total, 61 especies son endémicas a México, distribuidas

principalmente en la Sierra Madre del Sur, la Sierra de Miahuatlán y la cuenca del Balsas. También se identificaron 195 especies en alguna categoría de riesgo, según la NOM-059-ECOL, lo que convierte al estado en el que más especies en riesgo tiene del país (Navarro *et al.* 2004).

- **Ganadería**

La ganadería en Oaxaca se practica de manera importante, criándose ganado bovino, caprino, porcino, ovino, mular, asnal y caballo, siendo sin duda la cría bovina la principal en el estado. Aunque existen grandes ranchos ganaderos especializados en la cría y engorda de animales, la mayor parte de la ganadería en Oaxaca es realizada por pequeños propietarios de animales que pastorean libremente la vegetación (Villegas-Durán *et al.* 2001). Para cuantificar la producción ganadera a nivel municipal, el INEGI contempla los diversos tipos de prácticas ganaderas, denominándolos unidades de producción ganadera, dato utilizado para medir esta actividad en el estudio.

En este análisis, se encontró una relación significativa entre el Factor superficie, agricultura, inversión económica y aves totales y amenazadas, y la variable ganadera. Juchitán, Jamiltepec y Tuxtepec, destacan por ser los distritos que practican con mayor intensidad la agricultura, y a la vez cuentan con gran actividad pecuaria; además de tener una gran riqueza y endemismos de avifauna. La relación entre este factor y la ganadería implica una importante amenaza para la conservación, pues no solo tiene la influencia negativa de la actividad agrícola y la inversión económica, sino también sufre una intensa presión por la ganadería. Ambas actividades ponen en riesgo la vegetación, ejerciendo mayor presión en las poblaciones de aves, por lo que estos distritos requieren de un ordenamiento ecológico y económico, con miras a la conservación de la biodiversidad.

- **Factor Marginación-Población**

Aunque esperaríamos poder interpretar este factor de manera similar al análisis nacional, donde las variables población rural e índice de marginación quedaron fuertemente relacionadas, a nivel municipal la marginación y la población total presentaron cargas opuestas dentro del mismo factor. A nivel municipal, no se contó con la información de la población rural, utilizándose en su reemplazo datos de la población total. Debido a que los distritos del Centro y Juchitán concentran a la poca población urbana del estado en condiciones de muy baja marginación, al considerar

solamente la variable población total no se está tomando en cuenta a la mayor parte de la población oaxaqueña, la cual es rural y muestra grados de alta marginación. Esto ocasionó que la variable población total no represente la marginación real dentro del estado.

La ciudad de Oaxaca es un importante centro poblacional que agrupa gran parte de la población del estado, goza de mayores oportunidades y servicios que los demás distritos y por lo tanto la marginación es mucho menor. Dicha marginación es resultado de elementos geográficos, políticos, sociales y económicos, que identifican al estado como uno de los más pobres del país. El desarrollo urbano en Oaxaca concentra población urbana en pocas ciudades, mientras el resto de la población permanece en asentamientos rurales. Se estima que menos del 2% de la población tiene acceso a educación, vivienda, ingresos económicos suficientes y vive en ciudades con servicios básicos ([www.oaxaca.gob.mx](http://www.oaxaca.gob.mx), consultado en mayo 2005).

Mixe, Pochutla, Teotitlán, Tlaxiaco, Tlacolula y Miahuatlán son los distritos con mayor población y marginación. Estas poblaciones se ven forzadas a trabajar zonas no aptas para la agricultura, aumentando los niveles de pobreza y marginación local (Leff 1990, FNUAP 1991). Por este motivo, estos distritos son prioritarios para la atención en labores de conservación y ordenamiento municipal.

- **Factor superficie de vegetación natural**

La vegetación en Oaxaca es muy diversa y existen muchos trabajos acerca de la cobertura vegetal del estado. Torres-Colin (2004) hace el análisis de la vegetación en el estado, describiendo 26 tipos de vegetación para el estado, agrupándolos en bosques, matorrales, selvas, vegetación acuática y otros. La mayor parte de la vegetación en Oaxaca está representada por seis tipos de vegetación principales: pinares, selva baja caducifolia, pastizal, selva alta perennifolia, encinares y bosque caducifolio.

Los distritos que presentan mayor superficie de vegetación natural se encuentran en general en la región centro-sur del estado, en Yautepec, Ixtlán, Tehuantepec, Miahuatlán, Sola de Vega, Tlacolula y Cuicatlán. Entre ellos, solo Tehuantepec tiene alta riqueza de especies de aves e intensa actividad agrícola, por lo que resulta prioritario atender su ordenamiento. Por otro lado, el distrito de Tlacolula tiene una alta incidencia de actividades ganaderas, por lo que también resulta prioritario para la administración estatal.



La complicada topografía de Oaxaca le confiere particularidades geográficas y climáticas que crean hábitats particulares con alta presencia de endemismos. Se encontró una relación positiva entre la vegetación y las aves endémicas en Oaxaca, distribuyéndose mayormente en Miahuatlán, Ixtlán, Yautepec, Tlacolula y Cuicatlán. Las correlaciones con especies de distribución restringida, requieren particular atención, pues estas especies son más susceptibles a los impactos asociados a los establecimientos humanos (Luck et al. 2003).

## CONCLUSIONES

El análisis de variables ambientales y antropogénicas aplicadas, permite explorar prioridades de conservación a nivel nacional y estatal. Sus resultados identifican estados y distritos que cuentan con mayor riqueza ambiental pero que por la intensidad del impacto antropogénico que en ellos se desarrolla, corren mayores riesgos para la conservación de sus recursos naturales, medidos por la avifauna y la vegetación natural presente. Así pueden ordenarse estas unidades experimentales de acuerdo a su importancia ambiental y al grado de impacto humano al que están sometidos. Es importante mencionar que la inclusión de diferentes taxa en estos estudios, mejorará la aplicación de los mismos.

Este trabajo analiza primero el nivel nacional, para identificar los estados más vulnerables para la conservación de avifauna y que requieren de un análisis más detallado para conocer el grado de interacción humana en los ecosistemas. Una vez identificados éstos, debe reducirse el nivel de la escala geo-política para analizar cada uno por separado. Así se conocen las necesidades de ordenamiento de actividades productivas y/o de conservación para cada región en específico.

El análisis conjunto de información ambiental, los patrones de demografía y asentamientos humanos, identifica el grado de interacción entre la población y la biodiversidad, permitiendo enfocar la atención a los sitios de conflicto, minimizando así los costos de la conservación.

En estos análisis, el utilizar territorios geo-políticos como unidades de estudio, es muy importante por ser está la escala utilizada por los niveles federal, estatal y municipal, responsables de aplicar políticas sociales, económicas y ambientales para el desarrollo del país o la región. Es por ello que este tipo de análisis son útiles para proveer de información a nivel regional, suficiente para realizar un ordenamiento congruente del territorio.

El análisis nacional identificó los estados con más vegetación y riqueza de especies de aves silvestres en el país, así como los estados que corren mayores riesgos para la conservación de sus recursos naturales. De entre estos estados Michoacán es prioritario para la conservación, pues presenta mayores oportunidades, pero a la vez enfrenta las mayores amenazas. De igual manera, se identificó a Veracruz y Puebla, como estados ricos en avifauna, pero que han perdido gran parte de su vegetación natural original, no cuentan con suficientes áreas naturales protegidas, y enfrentan diversas amenazas que ponen en riesgo la conservación. Estos tres estados destacan

como los que requieren mayor atención en la planeación de actividades humanas y conservación de los recursos naturales.

Los resultados del análisis estatal identificaron los distritos con mayor biodiversidad y los que enfrentan más amenazas para la conservación de la avifauna. A este nivel resulta evidente que la información disponible no deja de ser insuficiente para la planeación regional del entorno natural y económico. Es por ello que se deben promover los esfuerzos de muestreo y facilitar medios de cooperación científica y técnica, encaminados al conocimiento detallado de la biodiversidad del país a este nivel.

Es necesario ampliar este tipo de estudios para incluir otros grupos taxonómicos, integrar las políticas de gobierno, incorporando la perspectiva regional, planificando coherentemente el espacio de expansión urbana, actividades económicas y conservación ambiental que permita el desarrollo adecuado de los ecosistemas.

## LITERATURA CITADA.

- Arizmendi, M. 2003. Estableciendo prioridades para la conservación de las aves. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (Eds.) Conservación de aves. Experiencias en México. CIPAMEX. Págs. 133-149.
- Balmford, A., J. I. Moore, T. M. Brooks, N. Burgess, I. D. Hansen, J. C. Lovett, S. Tokumine, P. Williams y E. I. Woodward. 2001. People and biodiversity in Africa. *Science*, 293: 1591-1592.
- Bawa, K. S. y S. Dayanandan. 1997. Socioeconomic factors and tropical deforestation. *Nature* 386: 562-563.
- Block, W. M. y L. A. Brennan. 1993. The habitat concept in ornithology. *Current Ornithology*. 11:35-91.
- Brooks, T. M., S. L. Pimm y N. J. Collar. 1997. Deforestation predicts the number of threatened birds in insular southeast Asia. *Conservation Biology* 11(2): 382-394.
- Brooks, T. M., S. L. Pimm y J. O. Oyugi. 1999. Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conservation Biology* 13(5): 1140-1150.
- Bulte, E. H. y G. C. Van Kooten. 2001. Harvesting and conserving a species when numbers are low: population viability and gambler's ruin in bioeconomic models. *Ecological Economics*. 37 (2001) 87-100.
- Carabias, J. 1990. Las políticas de producción agrícola, la cuestión alimentaria y el medio ambiente. En: Leff, E. (Ed.). *Medio Ambiente y Desarrollo en México*. Centro en Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. 766 pp.
- Carabias, J. 2002. Conservación de los ecosistemas y el desarrollo rural sostenible en América Latina: condiciones, limitantes y retos. En: Leff, E., E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero-Lankao (Eds.). *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. SEMARNAT, INE, UAM, PNUMA. 257-280 pp.
- Ceballos, G. 1993. La extinción de especies. *Revista Ciencias*. No. Especial 7:5-10.
- Ceballos, G. 1999. Mexico's end of a century of challenge preserving biological diversity. *Voices of México*. 98:92-96.
- Ceballos, G. y L. Márquez. 2000. Las aves de México en peligro de extinción. CONABIO-UNAM-FCE. México. 430 pp.

- Cincotta, R. P., J. Wisniewski y R. Engelman. 2000. Human population in the biodiversity hotspots. *Nature* 404: 990-992.
- CONAPO. 2001. México en Cifras. Consejo Nacional de Población. México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-IB-Sierra Madre. 874 pp.
- Chown, S. L., B. J. van Rensburg, K. J. Gaston, A. S. L. Rodríguez y A. S. Van Jaarsveld. 2003. Energy, species richness, and human population size: conservation implications at a national scale. *Ecological Applications* 13(5): 1233-1241.
- DOF. 2002. NOM-059-ECOL-2001. Norma Oficial Mexicana sobre la protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categoría de riesgo y especificación es para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- Ehrlich, P. R. 1995. The scale of the human enterprise and biodiversity loss. En: Lawton, J. H. y R. M. May (Eds.). *Extinction rates*. Oxford University Press. Oxford, UK. Págs. 214-226.
- Ehrlich, P. R. y G. Ceballos. 1997. Población y medio ambiente: ¿Qué nos espera?. *Ciencia*, 48(4):19-30
- Escalante, P., A. G. Navarro y A. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: *Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (Comps.). Diversidad Biológica de México. Inst. de Biól., UNAM. 792 pp.*
- FAO. 1995. Evaluación de los recursos forestales para países tropicales. Estudios FAO. Italia.
- Figuroa-Esquivel, E. M., A. G. Navarro y C. P. Pozo-de la Tijera. 1997. New distributional information on the birds of southern Quintana Roo, Mexico. *Bulletin B.O.C.*
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. 437 pp. CONABIO – UNAM, México.
- FNUAP. 1991. La población, los recursos y el medio ambiente. Los desafíos críticos. Fondo de Población de las Naciones Unidas. London UK. 154 pp.

- Garza-Torres, H. A., J. R. Herrera-Herrera, G. Escalona-Segura, J. A. Vargas-Contreras y A. G. Navarro. 2003. New Bird records from Tamaulipas, Mexico. *Southwestern naturalist*
- González-García, F. y H. Gómez de Silva Garza. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (Eds.) *Conservación de aves. Experiencias en México*. CIPAMEX. Págs. 150-194.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1990. Traditional Management of Tropical Forests in Mexico. En: Anderson, A. (Ed.)
- Guimaraes, R. P. y A. Bárcena. 2002. El desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe desde Río 1992 y los nuevos imperativos de institucionalidad. En: *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. Leff, E., E. Ezcurra, I. Pisanty y P. R. Lankao (Eds.). SEMARNAT-INE-UAM-PNUMA. Págs. 15-34
- Harcourt, A. H., S. A. Parks y R. Woodroffe. 2001. Human density as an influence on species/area relationships: double jeopardy for small African reserves?. *Biodiversity and Conservation* 10:1011-1026.
- Howell, S. y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. 851 pp.
- Hughes, J. B., G. C. Daily y P. R. Ehrlich. 1997. Population diversity: its extent and extinction. *Science*. 278:689-692.
- INE. 2000. *El ordenamiento ecológico del territorio. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. 174 Pp.
- INEGI. 2003. *Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa 1995-2002*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- INEGI-SEMARNAP. 1998. *Estadísticas del Medio Ambiente*. INEGI, México. 461 Pp.
- Iñigo-Elias, E. y E. Enkerlin-Hoeflich. 2002. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. En: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (Eds.) *Conservación de aves. Experiencias en México*. CIPAMEX. Págs. 86-132.

- Iñigo-Elias, E. y M. Ramos. 1991. The psittacineae trade in México. En: Robinson y Redford (Eds.) Neotropical wildlife use and conservation. The University of Chicago Press. Págs. 380-392.
- Johnson, D. E. 1998. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Thomson Eds. 566 Pp.
- Jiménez-Ortega, J. 1997. Legislación ambiental en México: una valoración global. Economía Informa. Facultad de Economía. 262: 14-29.
- Kerr, J. T. y D. J. Currie. 1995. Effects of human activity on global extinction risk. Conservation Biology 9(5): 1528-1538.
- Leff, E. 1990. Medio Ambiente en México. Prefacio. En: Leff, E. (Ed.). Medio Ambiente y Desarrollo en México. Centro en Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. 766 pp.
- López, X. 2003. Evaluación del comercio de aves canoras y de ornato en México 1970-2001. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 83 pp.
- Luck, G. W., T. H. Ricketts, G. C. Daily y M. Imhoff. 2004. Alleviating spatial conflict between people and biodiversity. Proceedings of the National Academy of Sciences 101(1): 182-186.
- Margules, C. R. y K. J. Gaston. 1994. Biological diversity and agriculture. Science 265: 457-458.
- Maurer, B. A. 1996. Relating human population growth to the loss of biodiversity. Biodiversity letters 3: 1-5.
- McKinney, M. L. 2002. Why larger nations have disproportionate threat rates: area increases endemism and human population size. Biodiversity and Conservation 11: 1317-1325.
- McPhee, R. 1999. Extinction in near time. Kluwer and Plenum press, Washington, D. C., E. U. A.
- Merino, L. y M. Hernández. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. Revista Mexicana de Sociología 56(2):261-309.

- Morales-Pérez, J. E. y A. G. Navarro. 1991. Análisis de distribución de las aves en la Sierra Norte del Estado de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM. Serie Zoología* 62 (3): 497-510.
- Navarro, A. G., H. Benítez, V. Sánchez, S. García y E. Santana. 1993. The White-faced Swift in Jalisco, Mexico. *Wilson Bulletin* 105(2) 366-367.
- Navarro A. G., B. E. Hernández y H. Benítez. 1993<sup>a</sup>. Listados faunísticos de México. IV. Las Aves del Estado de Querétaro, México. Instituto de Biología, UNAM.
- Navarro, A. G. y A. T. Peterson. 1999. Extensión del área de distribución de aves en el oeste de Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM. Serie Zoología* 70(1):41-50.
- Navarro, A.G., A. T. Peterson y A. Gordillo-Martínez. 2003. Museums working together: the atlas of the birds of Mexico. Pp. 207-225 In: Collar, N., C. Fisher, and C. Feare (Eds.) *Why museums matter: avian archives in an age of extinction*. *Bulletin British Ornithologists' Club Supplement* 123A.
- Navarro, A. G. y L. A. Sánchez-González. 2003. La diversidad de las aves. Pp. 24-85 In: Gómez de Silva, H. y A. Oliveras (Eds.) *Conservación de las aves de México*. CIPAMEX, CONABIO, NFWF, México.
- Navarro, A. G., E. A. García-Trejo, A. T. Peterson y V. Rodríguez-Contreras. 2004. Aves. En: A. J. García-Mendoza y M. Briones-Salas (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza - World Wildlife Fund, México. Pags. 391-421.
- Parks, S. A. y H. Harcourt. 2002. Reserve size, local human density, and mammalian extinctions in U. S. Protected Areas. *Conservation Biology* 16(3): 800-808.
- Peterson, A T.ordenar\*., S. L. Egbert, V. Sánchez-Cordero y K. P. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*. 93: 85-94.
- Rojas-Soto, O. R. y A. G. Navarro. 1999. Información reciente sobre la avifauna del estado de Puebla, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM.. Serie Zoología* 70(2): 205-213.
- Rojas-Soto, O. R., L. A. Sánchez-González y S. López de Aquino. 1999. New Information on the Birds of Northern Hidalgo, Mexico.



- Rojas-Soto, O. R., F. J. Sahagún-Sánchez y A. G. Navarro. 2001. Additional information on the avifauna of Querétaro, Mexico. *Cotinga* 15:48-52.
- Rojas-Soto, O. R., F. Puebla-Olivares, E. M. Figueroa-Esquivel, L. A. Sánchez-González, Y. J. Nakasawa-Ueji, C. A. Ríos-Muñoz y A. G. Navarro S. 2002. Avifauna de isla Tiburón, Sonora, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM. Serie Zoología* 73(1):73-89.
- Romero-Lankao, P. 2002. El peso de las políticas mexicanas en la “sustentabilidad” de las recientes tendencias de desarrollo. En: Leff, E., E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero-Lankao (Eds.). *La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe*. SEMARNAT, INE, UAM, PNUMA. 91-114 pp.
- Seabloom, E. W., A. P. Dobson y D. M. Stoms. 2002. Extinction rates under nonrandom patterns of habitat loss. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences* 99(17): 11229-11234.
- SEMARNAP. 1997. *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)* (Incluye modificaciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación, el 13 de diciembre de 1996). Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México.
- SEMARNAP. 2000. *La Gestión Ambiental en México*. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México. 374 pp.
- SEMARNAP. 2000<sup>a</sup>. *Ley General de Vida Silvestre (LGVS)*. Dirección General de Vida Silvestre. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. México.
- SEMARNAT. 2002. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Soulé, M. E. 1991. Conservation: tactics for a constant crisis. *Science* 253: 744-750.
- Soulé, M. E. y M. A. Sanjayan. 1998. Conservation targets: Do they help?. *Science* 279: 2060-2061.
- Temple, S. 1986. The problem of avian extinctions. *Current Ornithology*, Vol. 3 Pp 453-458.
- Thompson, K. y A. Jones. 1999. Human population density and prediction of local plant extinction in Britain. *Conservation Biology* 13(1): 185-189.

- Tilman, D., J. Fargione, B. Wolff, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W. H. Schlesinger, D. Simberloff y D. Swackhamer. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science* 292: 281-284.
- Toledo, V. M. 1987. Vacas, cerdos, pollos y ecosistemas: ecología y ganadería en México. *Ecología, política y cultura*. 3:36-49.
- Toledo, V. M. 1993. El proceso de la ganaderización y la destrucción biológica y ecológica de México. En: Leff, E. (Ed.). *Medio Ambiente y Desarrollo en México*. Centro en Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM. 766 pp.
- Toledo, V. M., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La Producción Rural en México: alternativas ecológicas*. Fund. Universo Veintiuno. Col. Medio Ambiente #6. México, D. F. 402 pp.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. En: A. J. García-Mendoza y M. Briones-Salas (Eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología-UNAM - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza - World Wildlife Fund, México. Págs. 105-117.
- Vázquez, L. B. y K. J. Gaston. People and mammals in México: Conservation conflicts at a national scale. In Press. *Biological Conservation*.
- Velázquez, A., J. F. Más, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Escurra y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*. 62: 21-37.
- Villegas-Durán, G, A. Bolaños Medina y L. Olguín Prado. 2001. *La Ganadería en México*. Textos Monográficos: 5. Economía. Instituto de Geografía-UNAM. Plaza y Valdés. 158 Pp.
- Waide, R. B., M. R. Willig, C. F. Steiner, G. Mittelbach, L. Gough, S. I. Dodson, G. P. Juday y R. Parmenter. 1999. The Relationship Between Productivity and Species Richness. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 257-300.
- Western, D. y R. M. Wright. 1994. The background to community-based conservation. En: Western, D., R. M. Wright y S. C. Strum (Eds.). *Natural Connections: Perspectives in community-based conservation*. Island Press, Washington. Págs. 1-14.