



Nota científica

## Registro notable de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México

*Noteworthy record of Golden Eagle (Aquila chrysaetos) in Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Puebla, Mexico*

Verónica Farías<sup>a,\*</sup>, Omar Hernández<sup>b</sup>, María del Coro Arizmendi<sup>a</sup>, Oswaldo Téllez<sup>a</sup>, Francisco Botello<sup>b,c</sup>, Saúl J. Olivares<sup>d</sup> y Melitón Correa<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de Los Barrios 1, Los Reyes Iztacala, 54090, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, México

<sup>b</sup> Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C. Calle Nueve Núm. 52 interior 4, Col. Espartaco, Coyoacán, 04870 Cd. de México, México

<sup>c</sup> Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 Cd. de México, México

<sup>d</sup> Comisariado Ejidal, San José Axuxco, 75975, Municipio de San José Miahuatlán, Puebla, México

Recibido el 9 de abril de 2015; aceptado el 30 de marzo de 2016

### Resumen

Se documentó la presencia de águila real (*Aquila chrysaetos*) mediante el fotorregistro más sureño del estado de Puebla en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. La selva baja caducifolia y el matorral xerófilo de la reserva son tipos de vegetación con condiciones ambientales favorables para la presencia del águila real y se propone que se considere a la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán como área de distribución de la rapaz. Se sugiere que se capacite a los comités de vigilancia de las comunidades rurales para reconocer y registrar avistamientos, lo que permitiría obtener la información para determinar si las águilas habitan en la reserva durante todo el año o durante su migración.

Derechos Reservados © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

**Palabras clave:** Cámara trampa; Cerro Tepetroja; Monitoreo participativo

### Abstract

We report Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) presence by means of the southernmost photographic record in the state of Puebla within the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve. Tropical dry forest and xerophilous scrub in the reserve are vegetation types with favorable environmental conditions for the presence of Golden Eagle; therefore, it is proposed that the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve should be considered as part of the distribution area of this bird of prey. It is suggested also that training of rural communities for sighting recognition and registration would allow obtaining information to determine if eagles are present in the reserve throughout the year or during their migration.

All Rights Reserved © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

**Keywords:** Camera trap; Mount Tepetroja; Participatory monitoring

En México se encuentra el límite sur de la distribución geográfica de las poblaciones de águila real (*Aquila chrysaetos*) en América y los estados mexicanos más sureños donde se ha registrado su presencia son Puebla, Oaxaca y Veracruz. Carismática y en peligro de extinción en nuestro país, el águila real es una de las especies prioritarias para la conservación y se busca

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [veronicafarias2006@gmail.com](mailto:veronicafarias2006@gmail.com) (V. Farías).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

la recuperación de sus poblaciones por lo que se establecieron 5 zonas de monitoreo en el norte y centro del país (Semarnat, 2008; FMCN, 2012, 2014). La mayoría de los registros de *A. chrysaetos* documentados en México se localizan en el norte en los estados de Chihuahua, Coahuila y Baja California; en contraste con Puebla y Oaxaca que están entre los estados con menor número de observaciones (FMCN, 2012, 2014). En el sur de México no se conocen registros de nidos, aun cuando Veracruz es uno de los estados con mayor número de avistamientos (FMCN, 2012, 2014). El águila real en nuestro país tiene tanto significado, arraigo e identificación que es necesario fomentar su estudio y conservación ya que las investigaciones han sido pocas y limitadas a eventos sobre su historia de vida y avistamientos y falta por realizarse la búsqueda exhaustiva de poblaciones en su rango de distribución potencial (FMCN, 2014; Guerrero-Cárdenas, Gallina-Tessaro, Álvarez-Cárdenas y Mesa-Zavala, 2012; Lozano-Román y Ávila Villegas, 2009; Necedal, Zúñiga-Fuentes y Arroyo, 2010; Rodríguez-Estrella, 2002; Rodríguez-Estrella, Llinas-Gutiérrez y Cancino, 1991; Semarnat, 2008, 2010).

*Aquila chrysaetos* es de las aves rapaces de mayor distribución geográfica en el mundo y se reconocen 7 subespecies de las cuales *A. c. canadensis* es la de mayor tamaño y la que habita en México, Estados Unidos incluyendo Alaska, y Canadá (Peterson y Chalif, 1989; Preston, 1998). Las hembras pueden ser de mayor tamaño que los machos, la envergadura de las alas alcanza los 2.30 m y pesan entre 3.5 y 6.6 kg (Peterson y Chalif, 1989; Preston, 1998). En Norteamérica, el águila es depredador clave y especie indicadora del buen estado de conservación en ecosistemas áridos y semiáridos (Katzner et al., 2012). Su ruta migratoria inicia en dirección norte a sur desde mediados de agosto y se extiende hasta mediados de diciembre para pasar el otoño e invierno, y el regreso en dirección sur a norte comienza en febrero y dura hasta mediados de mayo (Brodeur, Dècarie, Bird y Fuller, 1996; Katzner et al., 2012; Nelson et al., 2015; Sergio, Newton y Marchesi, 2005). Las poblaciones más norteñas migran desde Alaska, Canadá y el norte de Estados Unidos hacia el oeste de Estados Unidos y hacia el este se dirigen a los Montes Apalaches (Brodeur et al., 1996; Katzner et al., 2012; Nelson et al., 2015; Orta, 1994). Aún no existe información en México para conocer los patrones estacionales de distribución de las rapaces. Las poblaciones de águila disminuyeron considerablemente durante el siglo xx a lo largo de la década de 1930 hasta mediados de la década de 1980 por actividades antropogénicas, tales como rociar DDT en los cultivos, que repercutieron con efecto nocivo en el éxito reproductivo de las rapaces, hasta el aniquilamiento dirigido de poblaciones enteras por considerarse depredadores del ganado (Bednarz, Klem Jr., Goodrich y Senner, 1990; Katzner et al., 2012; Smith et al., 2008). En la actualidad, una de las mayores amenazas que enfrenta el águila es la pérdida de hábitat (FMCN, 2014; Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Katzner et al., 2012; Necedal et al., 2010; Rodríguez-Estrella, 2002; Rodríguez-Estrella et al., 1991).

En nuestro país, las áreas naturales protegidas pueden ser uno de los últimos refugios para aves de presa como el águila real que necesitan grandes extensiones de vegetación nativa en buen estado de conservación para mantener sus territorios de caza y

reproducción (FMCN, 2014; Sergio et al., 2005). Tal podría ser el caso de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) la cual posee una importante diversidad florística y faunística y es la región semiárida más sureña en Norteamérica (Dávila et al., 2002). La RBTC se localiza en el extremo sureste del estado de Puebla y noreste de Oaxaca entre las latitudes 17°39' y 18°53' N y longitudes 96°55' y 97°44' O. La reserva es una de las más extensas del país y cuenta con una superficie de 490,188 ha con elevaciones que varían de los 600 a los 2,950 msnm. La temperatura media anual en el Valle de Tehuacán es de 18° a 22°C; en la región del Valle de Cuicatlán el promedio anual de precipitación es de 250 mm y se presenta principalmente de mayo a octubre, con mayores posibilidades de lluvia entre junio y septiembre (Dávila et al., 2002).

En este trabajo se reporta la presencia de un individuo subadulto de *A. chrysaetos* en el ejido de San José Axuxco, municipio de San José Miahuatlán, Puebla (18°13'53.23" N, 97°12'24.15" O), dentro de los límites de la RBTC. El 22 de octubre del 2013 a las 13:28 h se registraron 2 fotografías y un video de 20 segundos mediante una cámara trampa digital (LTL Acorn 6210, Little Acorn Outdoors, Green Bay, Wisconsin, EUA) después de un esfuerzo de muestreo de 20 días-trampa (fig. 1). La cámara se colocó el 2 de octubre de 2013 en la cima del cerro Tepetroja (18°11'34.9" N, 97°13'43.2" O) frente a un estanque natural de piedra sólida de 5 × 2 m (fig. 2) a una altitud de 1,388 msnm, que se llenó de agua al comenzar la temporada de lluvia y fue perdiendo poco a poco el agua por evaporación al comenzar la temporada seca.

La identificación del águila real se basó en el color marrón oscuro de las plumas del cuerpo, alas y cola, y el color dorado de las plumas de la región del manto y coronilla característico de la especie (Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Orta, 1994; Peterson y Chalif, 1989). Se determinó como subadulto por la presencia de color blanco por debajo de las alas en las plumas de vuelo y por el plumaje de la cola que presentó una banda terminal color marrón y una banda ancha subterminal color blanco (Guerrero-Cárdenas et al., 2012; Lozano-Román y Ávila Villegas, 2009; Orta, 1994; Peterson y Chalif, 1989).

Con el objetivo de identificar las zonas de la RBTC con condiciones ambientales cercanas a las que existen en las localidades de registros de presencia del águila real, se generó un mapa de distribución potencial dentro de un polígono que incluyó a la reserva (fig. 3). Se usó el programa MaxEnt versión 3.3.3k (Phillips, Anderson y Schapire, 2006), las coberturas climáticas de 19 variables ambientales para México elaboradas por Cuervo-Robayo et al. (2014) a una resolución de 90 m y los registros conocidos para Puebla (n = 2) y Oaxaca (n = 2). No se utilizaron registros conocidos de águila real de las zonas áridas del norte de México debido a que son tan distantes que representan registros anómalos tanto geográfica como ambientalmente con respecto al Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Los registros de Veracruz tampoco fueron considerados para generar el modelo debido a que las localidades se encuentran en selvas húmedas con condiciones ambientales que no existen en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Téllez-Valdés et al., 2010) por lo que también son anómalos con respecto al área de estudio. Para definir la región M del modelo (Soberón, 2010; Soberón y Nakamura, 2009) se utilizó

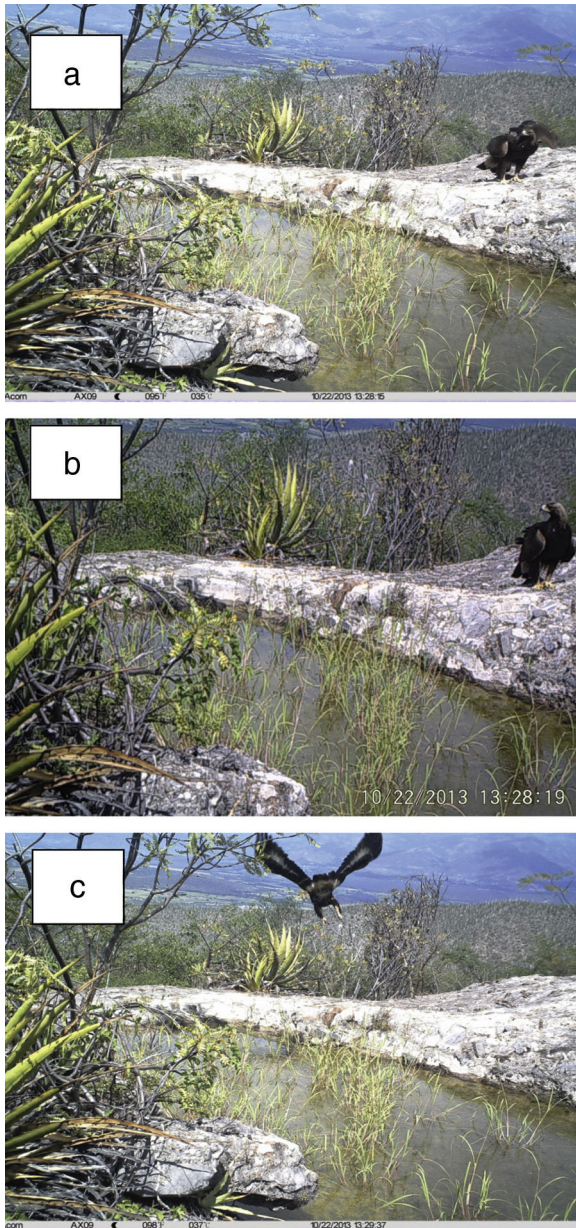


Figura 1. Fotografías (a, c) e imagen tomada del video (b) del registro de águila real (*Aquila chrysaetos*) en el cerro Tepetroja, ejido de San José Axuxco, municipio de San José Miahuatlán, Puebla, del 22 de octubre del 2013.

el mapa de regionalización de las provincias biogeográficas de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 1997; Olson et al., 2001). La región M comprendió un polígono rectangular que tomó en cuenta las provincias biogeográficas donde se localizaron los registros así como los límites de la RBTC y los límites de la región terrestre prioritaria Tehuacán-Cuicatlán (Arriaga et al., 2000) con coordenadas extremas en grados decimales 19.00 N, 17.34 S, -97.95 O y -96.68 S. Los registros se localizaron en las provincias (a) Depresión de la Cañada con selva baja y matorral xerófilo, (b) Valle de Tehuacán con matorral xerófilo y (c) bosques de pino-encino de la Sierra Madre del Sur de Oaxaca. Por tratarse de un polígono rectangular, dentro de la región M quedaron incluidas porciones de las provincias (d) Depresión del Balsas

con selva baja caducifolia y matorral xerófilo, (e) bosque mesófilo de montaña del norte de Oaxaca y (f) selva alta perennifolia de la vertiente del Golfo de la Sierra Madre del Sur. El algoritmo Jackknife que está implementado en MaxEnt (Phillips et al., 2006) identificó 8 variables cuyos porcentajes de contribución sumaron 90%. En el análisis se utilizaron las coordenadas geográficas de las 4 localidades únicas y las siguientes funciones (a) Random seed, (b) Don't clamp, (c) No extrapolation y (d) Remove duplicate presence records, del programa MaxEnt (Phillips et al., 2006). El número máximo de puntos «background» fue de 1,000. El tipo de salida fue logístico. Debido a que se contó con un número reducido de registros ( $n = 4$ ), el porcentaje para la prueba del modelo (test sample) fue del 0% por lo que los 4 registros se utilizaron para entrenar al modelo (training sample) y se obtuvo el promedio de 5 réplicas. El rendimiento del modelo presentó AUC de entrenamiento (training) de 0.8532.

Los resultados del modelado de la distribución potencial del águila real en la RBTC señalaron a la selva baja caducifolia y al matorral xerófilo con condiciones ambientales favorables para la presencia de la rapaza. El Valle de Tehuacán, la Depresión de la Cañada (excepto en su área de menor elevación), el paso del Valle de Tehuacán al Valle de Zapotitlán y la Cuenca del Río Hondo presentaron las mayores probabilidades de acuerdo al modelo (fig. 3). Los 2 registros de águila real en Oaxaca se localizaron en bosques de pino-encino de la Sierra Madre del Sur; sin embargo, en el modelo de distribución potencial las condiciones ambientales de los bosques de pino-encino presentaron menor probabilidad para la presencia de la rapaza en comparación con la selva baja y el matorral xerófilo. Una de las 2 localidades en Oaxaca quedó por debajo del 90% de probabilidad de presencia de acuerdo al modelo. Esto pudo ser efecto del reducido número de registros con los que se calibró el modelo así como de la posible falta de coincidencia en parámetros ambientales entre registros.

Previo a este trabajo, para el estado de Puebla, Grosselet (2006) documentó en Internet el avistamiento de 2 individuos de *A. chrysaetos* el 12 de diciembre de 2006 a una distancia de 8.9 km al noroeste del registro en el cerro Tepetroja, cerca del puente Calapa, Puebla. El avistamiento del puente Calapa y el reportado en este trabajo ocurrieron dentro de los meses de otoño e invierno que corresponden al periodo en que las rapaces llevan a cabo su migración en dirección norte a sur en Norteamérica (Brodeur et al., 1996; Katzner et al., 2012; Orta, 1994; Peterson y Chalif, 1989; Preston, 1998). Estos sucesos concuerdan con la posibilidad que individuos migrantes vuelen hasta la RBTC para pasar el invierno o inclusive que exista una población residente de águila real en la reserva ya que el ejemplar subadulto que se registró mediante el fototrampeo en el cerro Tepetroja pudo haber nacido en la RBTC. Millsap, Harmata, Stahlecker y Mikesic (2014) estimaron que el rango de dispersión natal de *A. chrysaetos* es de 46 a 175 km en los EUA sin incluir Alaska. Asimismo, se estima que en Norteamérica una pareja de águilas defiende un territorio de 20 a 30 km<sup>2</sup> (Brodeur et al., 1996; FMCN, 2014; Katzner et al., 2012). En México se registró que un macho que portaba un radiotransmisor de telemetría realizó sobrevuelos sobre un territorio de 35 km<sup>2</sup> durante un mes (FMCN, 2014).

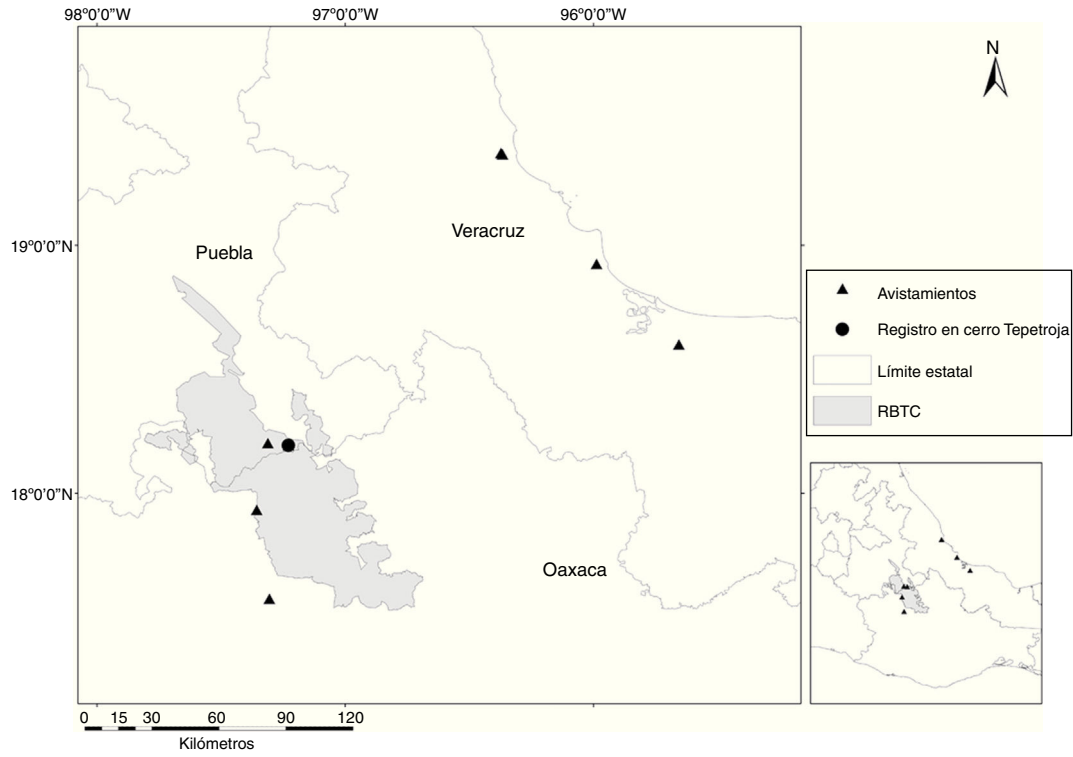


Figura 2. Localización del registro reportado en el cerro Tepetroja, Puebla, con relación a los registros de avistamientos conocidos en Puebla, Oaxaca y Veracruz.

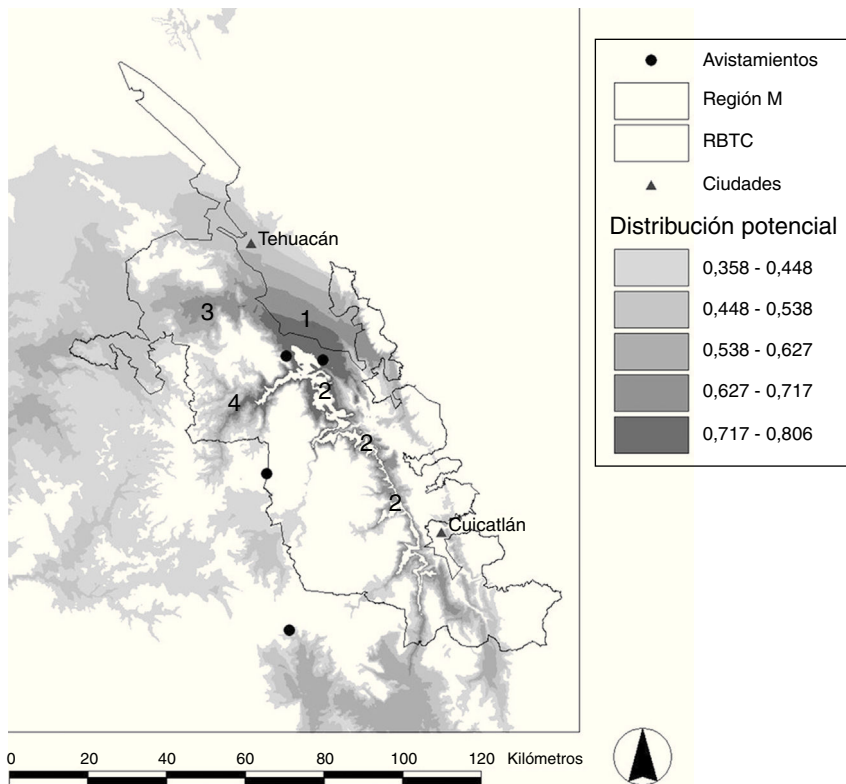


Figura 3. Modelo de distribución potencial del nicho ecológico del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC). El Valle de Tehuacán (1), la Depresión de la Cañada (2), el paso del Valle de Tehuacán al Valle de Zapotitlán (3) y la Cuenca del Río Hondo (4) presentaron las mayores probabilidades de presencia de condiciones ambientales favorables para la rapaz.

El cerro Tepetroja presenta peñascos de formación rocosa con características similares a las de sitios donde se han documentado nidos de águila real en México (FMCN, 2014; Lozano-Román y Ávila Villegas, 2009). El ejido de San José Axuxco está localizado en el límite norte de la región de la Depresión de la Cañada dentro de la RBTC. El estado de conservación del hábitat es muy bueno en esta región debido a que existe una extensa área de cañadas semiáridas con ríos y pendientes escarpadas con aptitud para la construcción de nidos de rapaces y la densidad de poblaciones humanas es baja. En San José Axuxco la vegetación dominante es selva baja caducifolia con cactáceas columnares como dominante fisionómico y existe abundancia de presas potenciales para el águila real tales como conejos silvestres (*Sylvilagus floridanus*, *S. cunicularius*), ardillones (*Otospermophilus variegatus*), cervatillos de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecaríes de collar (*Pecari tajacu*), zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*), palomas (*Zenaida asiatica*, *Z. macroura*) y reptiles diversos (Galindo-Leal y Weber, 1998; Orta, 1994; Preston, 1998). En la región de la Cañada Oaxaqueña dentro de la RBTC las comunidades se han organizado para prevenir la cacería ilegal y el saqueo de especies mediante comités de vigilancia que realizan recorridos sistemáticamente. Debido a la incertidumbre sobre la presencia de una población residente de águila real en el área reportada, el monitoreo participativo a largo plazo podría ser importante. Los comités de vigilancia realizan recorridos dentro de sus territorios varias veces a la semana y a lo largo de todos los meses del año. Su capacitación para reconocer y registrar individuos de esta especie permitiría contar con información constante sobre la presencia o ausencia del águila real en las localidades de Puebla y Oaxaca dentro de la reserva.

Se agradece y reconoce la colaboración con el proyecto y participación en el trabajo de campo del núcleo agrario de San José Axuxco, municipio de San José Miahuatlán, Puebla. Agradecemos a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) ya que a través de las autoridades RBTC otorgaron las facilidades y el permiso para realizar este estudio. La Comisión Nacional Forestal (Conafor) brindó apoyo a las autoridades civiles de San José Axuxco a través del pago de servicios ambientales para realizar recorridos de vigilancia. Se agradecen las sugerencias y comentarios de dos revisores anónimos. La Dirección General de Especies Prioritarias para la Conservación de la Conanp amablemente proporcionó las coordenadas geográficas de los registros de águila real para Veracruz y Oaxaca. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IN221814 y UNAM-DGAPA-PAPIIT IA200812.

## Referencias

Arriaga, L., Espinoza, J. M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. (coords). (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Bednarz, J. C., Klem, D., Jr., Goodrich, L. J. y Senner, S. E. (1990). Migration counts of raptors at Hawk Mountain, Pennsylvania, as indicators of population trends, 1934–1986. *The Auk*, 107, 96–109.

Brodeur, S., Décarie, R., Bird, D. M. y Fuller, M. (1996). Complete migration cycle of Golden Eagles breeding in northern Quebec. *The Condor*, 98, 293–299.

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (1997). Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J. y Martínez-Meyer, E. (2014). An update of high-resolution monthly climate surfaces for Mexico. *International Journal of Climatology*, 34, 2427–2437.

Dávila, P., Arizmendi, M. C., Valiente Banuet, A., Villaseñor, J. L., Casas, A. y Lira, R. (2002). Biological diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 3, 421–442.

FMCN (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza). (2012). *Proyecto de recuperación de las poblaciones de águila real (Aquila chrysaetos canadensis) y su hábitat en México*. Informe. Ciudad de México: FMCN.

FMCN (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza). (2014). *Recuperación de las poblaciones de águila real y su hábitat en México. Un modelo innovador para la conservación del símbolo patrio de México*. Informe. Ciudad de México: FMCN.

Galindo-Leal, C. y Weber, M. (1998). *El venado en la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación*. Ciudad de México: EDICUSA-Conabio.

Grosset, M. (2006). *Primer avistamiento de águila real (Aquila chrysaetos) en la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán* [consultado 17 Oct 2014]. Disponible en: <http://www.averaves.org>.

Guerrero-Cárdenas, I., Gallina-Tessaró, P., Álvarez-Cárdenas, S. y Mesa-Zavala, E. (2012). Avistamientos recientes de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la sierra El Mechudo, Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 397–401.

Katzner, T., Smith, B. W., Miller, T. A., Brandes, D., Cooper, J., Lanzone, M., et al. (2012). Estatus, biology and conservation priorities for North America's eastern Golden eagle (*Aquila chrysaetos*) populations. *The Auk*, 129, 168–176.

Lozano-Román, L. F. y Ávila Villegas, H. (2009). *Águila real. El símbolo nacional de México en riesgo*. Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Aguascalientes: Conabio-Conanp.

Millspap, B. A., Harmata, A. R., Stahlecker, D. W. y Mikesic, D. G. (2014). Natal dispersal distance of Bald and Golden eagles originating in the coterminous United States as inferred from band encounters. *Journal of Raptor Research*, 48, 13–23.

Nelson, D. M., Braham, M., Miller, T. A., Duerr, A. E., Cooper, J., Lanzone, M., et al. (2015). Stable hydrogen isotopes identify leapfrog migration, degree of connectivity, and summer distribution of Golden Eagles in eastern North America. *The Condor Ornithological Applications*, 117, 414–429.

Nocedal, J., Zúñiga-Fuentes, A. y Arroyo, S. I. (2010). El águila real (*Aquila chrysaetos*) en el estado de Durango, México: distribución e implicaciones para su protección y conservación. *El Canto del Cenzontle*, 1, 134–147.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., et al. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: new map of life on Earth. *BioScience*, 51, 933–938.

Orta, U. (1994). *Aquila chrysaetos*. En J. del Hoyo, A. Elliot, y J. Sargal (Eds.), *Handbook of the birds of the world* (Vol 2) (pp. 197–198). Barcelona: Lynx Editions.

Peterson, R.T. y Chalif, E.L. (1989). *Aves de México*. Guía de campo. Ciudad de México: Diana.

Phillips, S. J., Anderson, R. P. y Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.

Preston, E. P. (1998). *The birds of Mexico and adjacent areas. Belize, Guatemala and El Salvador* (3.ª ed). Austin: University of Texas Press.

Rodríguez-Estrella, R. (2002). A survey of Golden eagles in northern Mexico in 1984 and recent records in central and southern Baja California Peninsula. *Journal of Raptor Research*, 36, 3–9.

Rodríguez-Estrella, R., Llinas-Gutiérrez, J. y Cancino, J. (1991). New Golden Eagle records from Baja California. *Journal of Raptor Research*, 25, 68–71.

Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2008). *Programa de acción para la conservación de la especie: águila real (Aquila chrysaetos)*. Ciudad de México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México, D. F., México.
- Sergio, F., Newton, I. y Marchesi, L. (2005). Top predators and biodiversity. *Nature*, 435, 192.
- Smith, J. P., Farmer, C. J., Hoffman, S. W., Kaltenecker, G. S., Woodruff, K. Z. y Sherrington, P. F. (2008). Trends in autumn counts of migratory raptors in Western North America. En K. L. Bildstein, J. P. Smith, E. Ruelas-Inzunza, y R. R. Veit (Eds.), *State of North America's birds of prey* (pp. 217–252). Cambridge, Washington, D.C.: Nuttall Ornithological Club, American Ornithologist's Union.
- Soberón, J. (2010). Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, 33, 159–167.
- Soberón, J. y Nakamura, M. (2009). Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 19644–19650.
- Téllez-Valdés, O., Fariás, V., Dávila-Aranda, P., Stein, J. L., Lira-Saade, R. y Botello, F. J. (2010). Mammalian diversity in climatic domains for Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 863–874.