



Huitzil

ISSN: 1870-7459

Sociedad para el Estudio y Conservación de las
Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Anidación del águila real en el sureste de Zacatecas, México

**Campos-Rodríguez, José Ismael; Flores-Leyva, Xhail; Pérez-Valera, Denisse; García-Martínez, Diana
Pamela**

Anidación del águila real en el sureste de Zacatecas, México

Huitzil, vol. 20, núm. 1, 2019

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75661099003>

DOI: 10.28947/hrmo.2019.20.1.394

Artículos originales

Anidación del águila real en el sureste de Zacatecas, México

Breeding of Golden Eagle in Southeast Zacatecas, Mexico

José Ismael Campos-Rodríguez ¹²
jicamposrodriguez@hotmail.com

Faunística, Conservación e Investigación de Especies en Riesgo y Endémicas, A.C., México

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0139-5601>

Xhail Flores-Leyva ^{1*}

Faunística, Conservación e Investigación de Especies en Riesgo y Endémicas, A.C., México

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1110-4721>

Denisse Pérez-Valera ² d.szabadsag@gmail.com

Instituto Politécnico Nacional, Mexico

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7308-2156>

Diana Pamela García-Martínez ²

garcia_martinez17@hotmail.com

Instituto Politécnico Nacional, Mexico

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5886-9786>

Huitzil, vol. 20, núm. 1, 2019

Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)

Recepción: 18 Abril 2018

Aprobación: 28 Octubre 2018

DOI: 10.28947/hrmo.2019.20.1.394

CC BY-NC

Resumen: Estudios de las tasas reproductivas, como el éxito de la anidación y la productividad reproductiva, son útiles para evaluar el estatus en las poblaciones de las aves rapaces. Damos a conocer el estatus de ocupación, número de nidos, éxito y productividad de anidamiento en tres áreas de anidación del águila real del sureste de Zacatecas. Reportamos su relación con la edad de los integrantes de las parejas, las distancias entre los nidos activos y las principales modificaciones antropogénicas del paisaje. Seguimos la actividad reproductiva en cuatro períodos, entre 2014 y 2017, y en tres áreas de anidación. Observamos la presencia de tres parejas en cada área, integradas por individuos adultos, o un adulto y un inmaduro. Localizamos ocho nidos activos, cinco de ellos exitosos. El promedio del éxito de la anidación fue de 33%, la productividad de anidación global fue de 0.50 volantones/nido (incluidos los nidos exitosos y fallidos). El promedio de la distancia mínima de los nidos a la modificación más cercana fue de 889.33 m. La productividad de anidación en el sureste de Zacatecas es más baja que en otras regiones del centro-norte de México. Posiblemente debido a la edad de los integrantes o a la cercanía del nido activo a actividades antropogénicas. Ninguno de los nidos se encuentra en un área natural protegida ni existen estrategias de conservación para ellos actualmente. Consideramos necesario establecer un área natural protegida en la región.

Palabras clave: Edad, modificaciones antropogénicas del paisaje, nidos, productividad.

Abstract: Studies of reproductive rate, nesting success, and reproductive productivity are useful to evaluate the population status of birds of prey. We introduce the occupation status, nest number, nesting success and productivity in three Golden Eagle nesting areas, at southeast Zacatecas. We reported the age of the members of the pair, active nests distances, and main anthropogenic land modifications. We followed the reproductive activity for four periods, between 2014 and 2017, in three areas. We observed the presence of three pairs in each area, composed of a single adult or one adult and one

immature. Of the eight active nests located, five of them were successful. The average nesting success was of 33%. The nesting productivity was 0.50 fledgling/nest (including successful and failed nests). The average minimal distance between nests and the nearest modification was of 889.33 m. The nesting productivity at southeast Zacatecas is lower than other north-central regions of Mexico possibly due to age or active nest proximity to anthropogenic activities. No nests were located in a protected natural area, and their does not exist a conservation strategies for them at the moment. We encourage establishment of a natural protected area in the region.

Keyword: Age, anthropogenic landscape modification, nest, productivity.

Introducción

El estudio de las tasas reproductivas, como el éxito de la anidación y la productividad reproductiva, es útil para evaluar el estatus de las poblaciones de las aves rapaces. Las tasas reproductivas usualmente son fáciles de evaluar en comparación con otros parámetros demográficos. Entre otras aplicaciones, sirven para evaluar el efecto que ejerce el ambiente sobre el estatus de una población (Steenhof y Newton 2007).

El águila real (*Aquila chrysaetos*) es una especie de gran valor histórico, cultural y de conservación en México (Semarnap-INE 1999, Semarnat y Conanp 2008, Lozano y Ávila-Villegas 2009, Comité de Expertos en Águila Real y FMCN 2012). La importancia ecológica de esta especie radica en que es un depredador tope en los ecosistemas donde habita, siendo una especie bandera y sombrilla (Semarnat y Conanp 2008). A nivel mundial, el águila real tiene una amplia distribución en las regiones Neártica y Paleártica, entre los 70° N y 20° S de latitud (BirdLife International 2016). En México, el águila real se distribuye en la península de Baja California y de Sonora a Coahuila, hasta Querétaro e Hidalgo, así como registros aislados en Oaxaca (Rodríguez-Estrella 1991, 2002, Howell y Webb 1995, González-García *et al.* 2004, Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez 2005, Semarnat y Conanp 2008, Nocedal *et al.* 2010, Guerrero-Cárdenas *et al.* 2012, Campos-Rodríguez *et al.* 2016, Farías *et al.* 2016). Entre 2012 y 2018 la Conanp ha registrado 124 parejas reproductivas en nuestro país y al menos 31 áreas naturales protegidas (ANP) con observaciones confirmadas de la especie (www.conanp.gob.mx).

Para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) el águila real es considerada de preocupación menor (LC) (BirdLife International 2016). En México es considerada una especie amenazada (Semarnat 2010) y prioritaria con alto grado para la conservación (Semarnat 2014). Por ello, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) implementó desde el 2008, el Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE) Águila Real, como una estrategia nacional para su protección. Dos de las actividades a realizarse son la descripción de sus patrones demográficos y su biología reproductiva, mediante la obtención de tasas reproductivas, éxito de anidación y tasas de reclutamiento, y el monitoreo sistemático de su actividad reproductora (Semarnat y Conanp 2008).

Zacatecas es una de las entidades de México con el mayor número de parejas reproductoras y nidos de águila real. Tavizón (2014) reporta la presencia de 27 parejas, la mayoría localizadas en la Sierra Fría, así como las sierras de Monte Escobedo, Valparaíso y Concepción del Oro, donde se ha dado el seguimiento de la anidación desde 1990. Existen registros de nidos en el sureste de Zacatecas, en los municipios de Pinos y Villa García (Conanp e IMAE 2008, Tavizón 2014, Flores-Leyva 2016), pero únicamente Flores-Leyva (2016) proporciona información sobre su estatus de ocupación, ya que indica que entre 2014 y 2015 existían tres áreas de anidación ocupadas. No obstante, no hay información demográfica reciente del águila real en la región (Tavizón 2014).

El objetivo de este estudio fue determinar el estatus de ocupación, número de nidos, éxito de la anidación y productividad de anidamiento en tres áreas de anidación de águila real localizadas en el sureste de Zacatecas. La hipótesis fue sobre la posible relación de la productividad con la edad de los integrantes de las parejas así como con las distancias de los nidos activos respecto a las principales modificaciones del paisaje originadas por actividades humanas.

Métodos

Área de estudio

El área de estudio abarcó dos sierras ubicadas en el extremo sureste de Zacatecas: la sierra de Pinos y la sierra de Juan Álvarez. Ambas pertenecen a la subprovincia fisiográfica Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes (INEGI 2001; Figura 1). La sierra de Pinos ocupa la parte norcentral del municipio de Pinos y consiste en un área extensa de lomeríos, mesas y cañadas con altitudes entre 2430 y 2980 msnm; la sierra de Juan Álvarez se localiza al noreste del municipio de Villa García y está conformada por un conjunto de planicies y lomeríos entre 2360 y 2600 msnm; en ambos casos la vegetación predominante es pastizal natural, y bosque de encino o de pino-encino hacia las partes más altas y en su caso, matorral crasicaulé en las laderas de las cañadas (INEGI 2013).

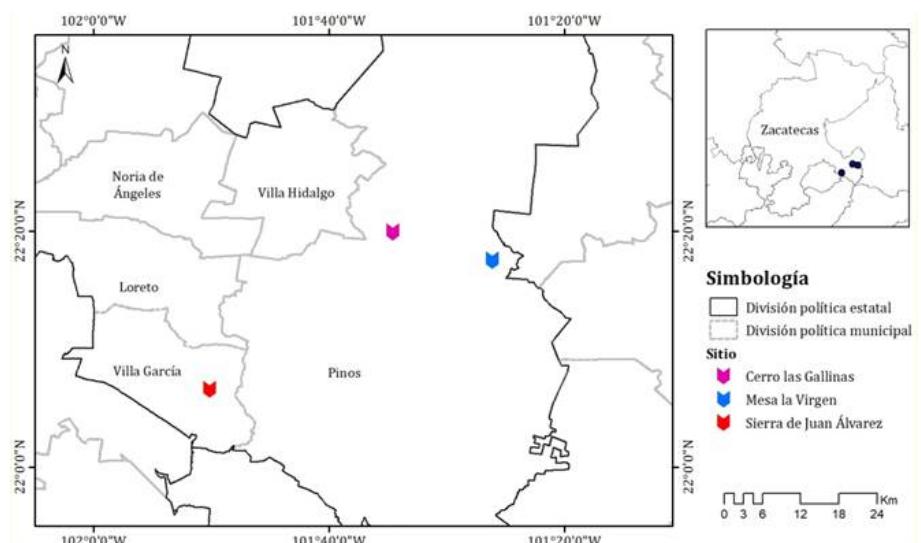


Figura 1

Localización de las tres áreas: el cerro las Gallinas y Mesa la Virgen en la sierra de Pinos y la sierra Juan Álvarez como áreas de anidación del águila real en el sureste de Zacatecas.

Realizamos el estudio en tres zonas con presencia de nidos de águila real: el cerro las Gallinas y Mesa la Virgen en la sierra de Pinos y la sierra Juan Álvarez. El cerro las Gallinas está cubierto por pastizal natural en las partes bajas, matorral submontano en los escurrimientos y bosque de encino en las partes más altas, bien conservados en lo general, pero en las cercanías hay una mina subterránea de oro inactiva y una terracería; su máxima altitud es de 2940 msnm. Mesa la Virgen presenta una serie de mesetas alternadas con cañones cuya vegetación dominante es el pastizal natural alterado por la presencia de minas de caolín activas y abandonadas junto con terracerías; su máxima altitud es de 2400 msnm. La vegetación dominante en el área de anidación de la sierra Juan Álvarez es el bosque de pino-encino y pastizal natural, con cierta alteración debida a minas abandonadas de caolín y terracerías; su altitud máxima es de 2600 msnm.

Ubicación de nidos y monitoreo

Las áreas de anidación que estudiamos fueron detectadas previamente por Flores-Leyva (2016). A partir de modelos de distribución potencial, el autor mencionado comprobó en campo la presencia de nidos de águila real en las tres serranías del sureste de Zacatecas bajo estudio. En junio y julio de 2014 exploramos la serranía de Juan Álvarez con la finalidad de obtener avistamientos. Georeferenciamos los nidos localizados empleando un GPS Garmin GS200 y efectuamos el seguimiento de la actividad reproductora de las parejas de águila real en tres períodos: febrero-junio de 2015, diciembre de 2015-abril de 2016 y diciembre de 2016-julio de 2017. En 2015, visitamos cada área mensualmente; en 2016 y 2017 realizamos cuatro visitas a cada área, en las cuales pudimos identificar las diferentes etapas de la anidación, como la puesta, la incubación y salida exitosa de los

volantones del nido (Ontiveros-Serrano 2015, De León-Girón 2017). En cada área dedicamos de uno a dos días.

En cada temporada reproductiva establecimos puntos fijos de observación a una distancia de 500 m de las áreas de anidación, siguiendo las recomendaciones de Driscoll (2010) y Pagel *et al.* (2010). Previo a la anidación, entre diciembre de 2015 y febrero de 2016, empleamos cinco cámaras-trampa Cuddeback Long Range IR E2 con luz infrarroja, para tener indicios de la remodelación de nidos y de la localización de los nidos activos, con el fin de monitorearlos posteriormente durante la reproducción. Seguimos el método de observación de Conanp e IMAE (2008) y Ontiveros-Serrano (2015), modificado, con 6 a 7 h de vigilancia en cada nido, entre 9:00 y 12:00 h y de 15:00 hasta el anochecer (18:00-19:00 h). Por mes acumulamos 84 h promedio de observación: en 2014 el esfuerzo total de monitoreo fue de 168 h, en 2015 dedicamos 420 h de observación, en 2016 fueron 336 h y en 2017 se dedicaron 252 h. En total, invertimos 1176 h en la vigilancia de los nidos a lo largo de todo el estudio. Seguimos los criterios de Ekenstedt y Schneider (2008) y Driscoll (2010) para determinar la ocupación de las áreas de reproducción.

En cada área de reproducción ocupada cuantificamos: a) los nidos activos (aquellos en donde fueron depositados huevos); b) nidos fallidos (nidos activos en donde los huevos no eclosionaron o los polluelos murieron antes de alcanzar las ocho semanas de desarrollo); c) nidos exitosos (nidos activos en los que al menos un polluelo sobrevivió a las ocho semanas de desarrollo); y d) volantones producidos por nido (polluelos que lograron salir del nido) (Postupalsky 1973, Driscoll 2010).

En 2015, determinamos la edad de los individuos observados siguiendo a Liguori (2004), quien identifica las siguientes seis categorías de edad basado en los patrones de coloración de las plumas rectrices y las de la cola: juvenil (0 a 1 año), básico I (1 a 2 años), básico II (2 a 3 años), básico III (3 a 4 años), subadulto (4 a 5 años) y adulto (más de 5 años).

Evaluamos anualmente (2014-2017) la productividad de las tres áreas de anidación (aunque en 2014 sólo conocíamos el área de sierra Juan Álvarez) mediante dos parámetros reproductivos (Postupalsky 1973). El primero fue el éxito de la anidación, o porcentaje de las áreas de reproducción ocupadas en las cuales al menos uno de los polluelos alcanza el 80% del promedio de la edad mínima del primer vuelo (Gjershaug 1996, Postupalsky 1973, Driscoll 2010), calculado con la fórmula de Driscoll (2010): éxito de anidación = número de nidos exitosos/número de áreas de reproducción ocupadas. El segundo parámetro fue la productividad de anidamiento, o número de volantones por área de reproducción ocupada (Postupalsky 1973, Gjershaug 1996, Driscoll 2010), calculado de dos formas: 1) número de volantones por nido exitoso, a través de la expresión: suma de todos los volantones/número de nidos exitosos (Driscoll 2010), y 2) número de volantones para todos los nidos examinados incluyendo exitosos y no exitosos (Kropil y Majda 1996, Gjershaug 1996, De León-Girón 2017), de acuerdo al cociente: suma de todos los volantones/número de áreas de reproducción ocupadas.

Describimos las modificaciones antropogénicas del paisaje ocasionadas por asentamientos humanos, terracerías en uso, campos de cultivo y sitios extractivos (minas metálicas, no metálicas y bancos de material, tanto activos como abandonados) en un radio de 3 km alrededor de los nidos, a través de cartografiar una imagen DigitalGlobe de Google Earth, 2017 a una escala 1:2,500 y calculamos la distancia más cercana entre los nidos activos y las modificaciones del paisaje mencionadas, para lo cual empleamos el análisis de proximidad del sistema de información geográfica QGIS (www.qgis.org).

Resultados

Entre 2014 y 2017 encontramos tres áreas de anidación ocupadas de águila real en el sureste de Zacatecas. En 2014 únicamente observamos una pareja, debido a que sólo se conocía un área de anidación, y tres entre 2014 y 2017, cuando ya se habían detectado las dos áreas de anidación restantes. En un área de anidación, la pareja presente estuvo formada exclusivamente por individuos adultos todos los años. En las otras dos áreas, las parejas presentes estuvieron integradas por un adulto y un inmaduro en uno o dos años y por adultos en otros años. En conjunto para las tres áreas localizamos 10 nidos. Seis nidos fueron activos uno o más años entre el 2014 y 2017: tres en La Africana, uno en Mesa La Virgen y dos en la serranía de Juan Álvarez. La productividad fue de 0.5 a 1 volantones/nido en el periodo de estudio. La distancia a las perturbaciones antropogénicas más cercanas fue de 498.45 m a 1,374.85 m.

Edad de los integrantes de las parejas reproductoras y número de nido

En 2014 observamos una pareja de águila real integrada por individuos adultos en sierra Juan Álvarez. En los siguientes tres años observamos la presencia de tres parejas, cada año una pareja por área: en 2015 los miembros de las tres parejas fueron adultos; en 2016, la pareja del cerro las Gallinas fueron individuos adultos, mientras que en Mesa La Virgen y sierra Juan Álvarez estuvieron integradas por individuos adultos e inmaduros; y en 2017, sólo la pareja de Mesa La Virgen la integraron un adulto y un inmaduro, los integrantes de las parejas de las otras dos áreas fueron adultos.

a) Sierra Juan Álvarez

En la sierra Juan Álvarez observamos cada año una pareja de adultos, excepto en 2016, cuando la pareja estuvo integrada por un adulto y un subadulto. En el subadulto fue notoria la coloración de las plumas de la parte interna del ala, con tonos grisáceos y a veces más oscuros, mientras que las plumas de la cola presentaban una base más pálida sólo visible con la cola totalmente extendida (Figura 2). En esta área de anidación se

localizaron cuatro nidos agrupados en dos zonas separadas por 1.4 km, en una de las cuales había tres nidos muy próximos entre sí, uno de ellos fue activo en tres temporadas reproductivas consecutivas, de 2014 a 2016, y la otra zona presentó un solo nido, el cual fue activo en 2017.

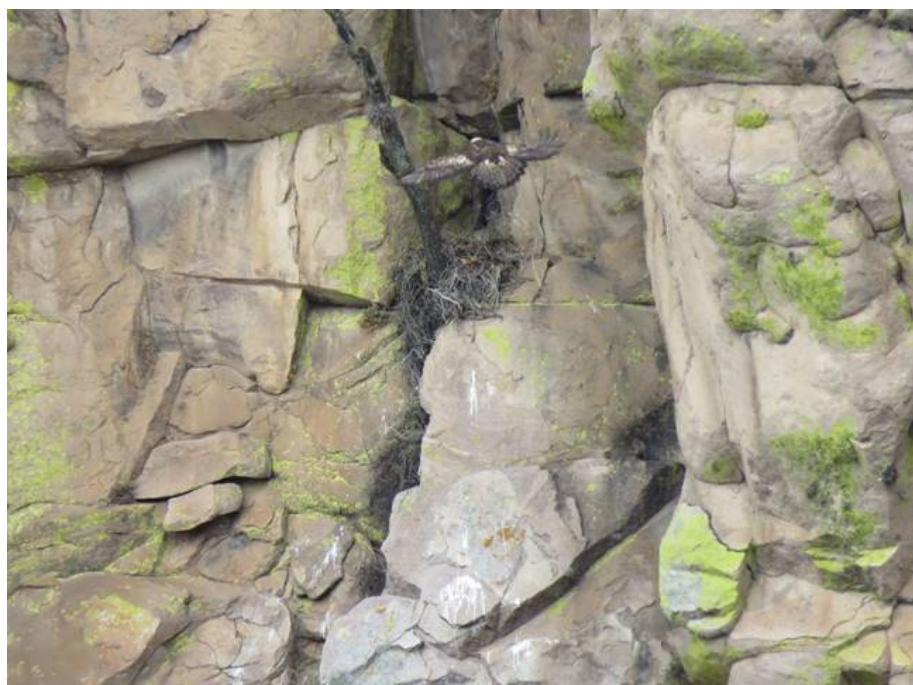


Figura 2

Subadulto integrante de la pareja de águila real observado en la sierra de Álvarez, observado el 15 de mayo de 2016.

b) Mesa La Virgen

En 2015 registramos en Mesa La Virgen una pareja reproductora con integrantes adultos (Figura 3), aunque en 2016 la pareja la conformó un adulto y un individuo básico II (este último presentó coloración blanquecina en la base de las rectrices centrales, intercaladas con rectrices completamente oscuras, y retención de las plumas secundarias 3 y 4, cuyo margen sobresalía del borde del ala: Figura 4) e inferimos que un adulto del año previo fue remplazado por un básico II; en 2017, observamos nuevamente una pareja conformada por un adulto y un inmaduro. En esta área detectamos tres nidos muy próximos entre sí (a una distancia de 2 a 3 m entre sí), situados en un cañón profundo; en 2015 hubo anidación en uno de ellos, pero no observamos que fueran activos en los siguientes años, pese a captar por fototrampeo la remodelación de un nido en 2016, además de observar vuelos de cortejo en 2017. De tres nidos, únicamente uno fue activo y la anidación se presentó sólo en un año.

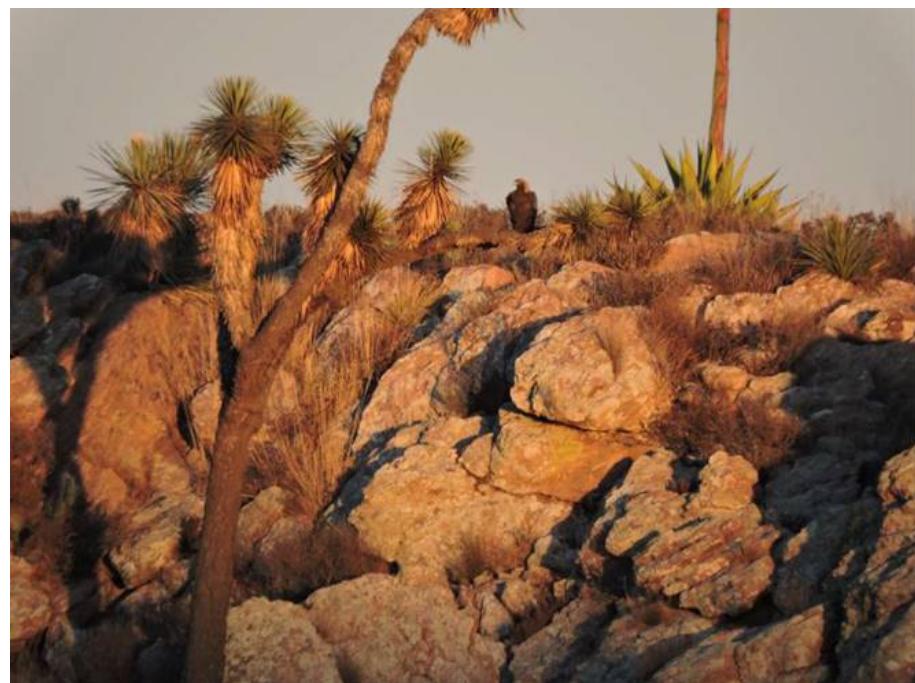


Figura 3

Macho de águila real localizado en 2015 en Mesa La Virgen (24 de diciembre de 2015).



Figura 4

Macho subadulto en 2016 en Mesa La Virgen (2 de marzo de 2016).

c) Cerro las Gallinas

En cerro las Gallinas observamos en los tres años una pareja conformada por adultos. Distinguimos a la hembra porque sus alas fueron más alargadas que en el macho, y por presentar un espacio notorio entre las secundarias 10 y 11 y tener el borde de las alas más pronunciado a partir de la secundaria 3 (Figuras 5 y 6). En esta área registramos tres nidos situados en el mismo risco, cada uno de ellos fue activo alternado en los tres años. Por año hubo únicamente un nido activo.



Figura 5

Hembra adulta integrante de la pareja de águila real de cerro Las Gallinas (1 de enero de 2016).



Figura 6

Macho adulto integrante de la pareja de águila real de cerro Las Gallinas (1 de enero de 2016).

Éxito en la anidación y productividad de anidamiento

En los cuatro años monitoreados (2014 y 2017) se registró anidación en seis de los 10 nidos encontrados. Ocho nidos fueron activos durante

este periodo (un nido fue activo durante tres años consecutivos), de estos últimos, cinco fueron exitosos y tres fueron fallidos (Cuadros 1 y 2). En cada uno de los nidos exitosos hubo un volantón (Cuadros 1 y 2). El área de anidación con el menor número de volantones fue Mesa La Virgen, con un individuo en las tres temporadas reproductivas, mientras que en sierra Juan Álvarez hubo dos individuos en cuatro temporadas, y en el cerro Las Gallinas, dos individuos en tres temporadas reproductivas.

Cuadro 1

Ocupación y número de volantones producidos en cada área de anidación durante el periodo de estudio.

Área de anidación (AN)	2014		2015		2016		2017	
	Estatus AN	Volantones	Estatus AN	Volantones	Estatus AN	Volantones	Estatus AN	Volantones
Mesa La Virgen	Desconocido	-	Ocupado	1	Ocupado**	0	Ocupado**	0
Cerro las Gallinas	Desconocido	-	Ocupado	1	Ocupado	0	Ocupado	1
Juan Álvarez	Ocupado	1	Ocupado	0	Ocupado*	1	Ocupado	0

Cuadro 2

Éxito en la anidación y productividad de las parejas de águila real del sureste de Zacatecas.

Año	Número de áreas de anidación ocupadas	Número de nidos activos	Número de nidos exitosos	Número de nidos fallidos	Número de volantones	Éxito en la anidación (%)	Productividad de anidación de nidos exitosos (volantones)	Productividad de anidación de todos los nidos (volantones)
2014	1	1	1	0	1	100	1.00	1
2015	3	3	2	1	2	66.67	1.00	0.67
2016	3	2	1	1	1	33.33	1.00	0.33
2017	3	2	1	1	1	33.33	1.00	0.33
Total	10	8	5	3	5	Promedio 58.33%	Promedio 1.00	Promedio 0.50 DE= 0.32

Por lo tanto, el éxito en la anidación en todo el estudio presentó en promedio 58.33%. La productividad de anidación fue de 1 volantón/nido, considerando sólo los nidos exitosos. El promedio de la productividad de anidación de todos los nidos (tanto exitosos como fallidos) fue de 0.50 volantones/nido ($DE = 0.32$) en los cuatro años de monitoreo.

Distancia de los nidos activos a las modificaciones del paisaje

Todos los nidos activos se localizaron a una distancia promedio, con respecto al poblado más cercano, de 1,374.85 m; la distancia promedio al campo de cultivo más cercano fue de 898.45 m; de 607.41 m con relación al sitio extractivo más cercano (minas y bancos de material); finalmente, el promedio de la distancia a la terracería más cercana fue de 498.45 m. Considerando todas las modificaciones antropogénicas del paisaje alrededor de los nidos activos, la distancia mínima promedio a la modificación más cercana fue de 827.28 m (Cuadro 3).

Cuadro 3

Distancias de los nidos activos en relación con las modificaciones al paisaje más cercanas.

Área de anidación (número de nidos usados)	Distancia a extractivos (minas metálicas, no metálicas y bancos de materiales) más cercana (m)	Distancia al poblado más cercano (m)	Distancia a la terracería más cercana (m)	Distancia al campo de cultivo más cercano (m)	Distancia a las modificaciones más cercanas (m)
Mesa La Virgen (1)	82.09	935.47	132.75	693.84	461.04
Cerro Las Gallinas (3)	866.37	1,736.99	483.82	246.20	833.35
Juan Álvarez (2)	873.77	1,452.09	878.79	1545.16	1,187.45
Promedio (6)	607.41	1,374.85	498.45	828.40	827.28
Desviación estándar DE (6)	454.95	406.30	373.23	659.85	363.24

Discusión

En los municipios de Pinos y Villa García se habían registrado nidos del águila real (Conanp e IMAE 2008; Tavizón 2014; Flores-Leyva 2016), pero no se había estudiado su éxito reproductivo. Esta especie anidó en las tres áreas y en años consecutivos desde 2015 hasta 2017.

Otras áreas de anidación de águila real cercanas a las reportadas aquí se encuentran en la serranía Juan El Grande y el cerro de Altamira, ambos en Aguascalientes (Conanp e IMAE 2008, Flores-Leyva 2016), y el Parque Nacional El Gogorrón, en el centro-oeste de San Luis Potosí (www.conanp.mx). Entre El Gogorrón y las sierras de Pinos y Villa García se han registrado recientemente avistamientos (www.naturalista.mx), lo cual sugiere que puede haber más áreas de anidación en el sureste de Zacatecas. Las áreas de anidación bajo estudio son estratégicas para la conservación regional del águila real. Su ubicación es intermedia respecto a las de Aguascalientes y San Luis Potosí. Mesa la Virgen no había sido registrada en la lista de áreas de anidación de la Conanp (Tavizón 2014, Flores-Leyva 2016). Esta localidad es un nuevo registro de anidación del águila real para Zacatecas.

El promedio de nidos que observamos en las tres áreas de anidación estudiadas (3.33 nidos/área) es bajo ya que representa la mitad del promedio reportado en otros estudios. El águila real es una especie que utiliza múltiples nidos para reforzar su territorio. Se ha reportado un promedio de 6.9 nidos activos por área de anidación para Estados Unidos de América (Kochert y Steenhof 2002) y 3.32 nidos/pareja para España (Fernández y Leoz 1986). El número de nidos puede estar relacionado con la disponibilidad de riscos apropiados, o puede reflejar la antigüedad del área de anidación (Fernández y Leoz 1986). Es posible que el bajo número de nidos activos en las áreas de anidación del sureste de Zacatecas se deba a la escasez de riscos apropiados para anidar (Fernández y Azkona 1993) o que se trate de áreas recientemente ocupadas. Otra posibilidad es que los nidos existentes hayan sido idóneos por largo tiempo, siendo innecesaria

su rotación o la construcción de nidos adicionales (Rodríguez-Estrella, comunicación personal).

En los cuatro años de monitoreo, de seis nidos activos en el periodo de estudio, sólo uno fue reusado en dos años consecutivos. Newton (1979) señala que el recambio de nido puede ser por la presencia de parásitos en el nido activo. Con respecto a la edad de los integrantes de las parejas, Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez (2005) señalan que en ocasiones hay al menos un integrante con plumaje de inmaduro o subadulto, lo cual concuerda con los resultados de nuestro estudio.

La productividad de anidación del águila real en el sureste de Zacatecas tuvo un valor promedio similar a lo reportado en Europa y Norteamérica, con 0.57 volantones/nido ($DE = 0.93$) en parejas integradas por un subadulto y 1.09 volantones/nido ($DE = 0.80$) en parejas adultas del sureste de España (Sánchez-Zapata *et al.* 2000); 0.76 volantones/nido (0.58 a 1.00) en el resto de España (Arroyo *et al.* 1990, Gil-Sánchez *et al.* 1994, Sánchez-Zapata *et al.* 2000); 0.64-0.68 volantones/nido en Suecia (Tjernberg 1983, Moss *et al.* 2012); 0.59 volantones/nido (0.23-1.10) en el resto de Europa (Watson, 1997); 0.66 volantones/nido ($DE = 0.32$) en el Parque Nacional Denali, Alaska (McIntyre y Adams 1999); 0.49 volantones/nido ($DE = 0.35$) en el noreste de Quebec, Canadá (Morneau *et al.* 2012) y 0.63 volantones/nido en los Territorios del Noroeste de Canadá (Poole y Bromley 1988).

En México, Tavizón (2014) reporta que la productividad de territorios situados en Coahuila, Durango, Zacatecas y Chihuahua osciló entre 1.59 volantones en áreas sin perturbaciones y 0.4 volantones en sitios perturbados. En la sierra Fría, Zacatecas, la productividad entre 1990 y 2013 fue de 0.86 volantones (Tavizón 2014); en la sierra Juan Grande, en Aguascalientes, la productividad fue de 1.2 volantones entre 1990 y 2003 (Lozano y Villalobos 2003). Comparando con dichos valores, la productividad de anidación en el sureste de Zacatecas es menor que otras regiones situadas en el centro-norte de México.

Varios autores, como Kropil y Majda (1996), Rodríguez-Estrella y Rivera-Rodríguez (2005) y Tavizón (2014), coinciden en señalar que los bajos valores de productividad de anidación cercanos o menores a 0.5 volantones corresponden a parejas o territorios de anidación asociados a la presencia de perturbaciones. Se ha reportado que la baja productividad es ocasionada por el saqueo de nidos por parte del ser humano o inclusive ataques de cuervos, en un 55% de los casos (Kropil y Majda 1996).

La edad de los integrantes de las parejas de águila real es relevante por su relación con el éxito de la anidación y productividad, ya que las parejas de adultos presentan un mayor éxito reproductivo que parejas jóvenes (Sánchez-Zapata *et al.* 2000, Margalida *et al.* 2008). Mesa La Virgen presentó el menor éxito de anidación y productividad de anidación, porque la pareja fue integrada por un individuo inmaduro y un adulto en dos años consecutivos. Otros factores que influyen en el éxito reproductivo de aves rapaces son la abundancia de presas y la disponibilidad de sitios de anidación (Phillips *et al.* 1990), la persecución directa del ser humano o el disturbio provocado por las actividades

humanas (Postovit y Postovit, 1987) así como la cacería incidental o envenenamientos (Bortolotti, 1984).

La baja productividad de anidación que observamos sugiere afectaciones por perturbaciones antropogénicas que se manifiestan como pérdida y fragmentación del hábitat. Recientemente, algunos autores coinciden en señalar que la pérdida del hábitat ocasionada por la agricultura y la minería también constituyen una amenaza para la especie (Marzluff *et al.* 1997, Semarnat y Conanp 2008, Lozano y Ávila-Villegas 2009, Nocedal *et al.* 2010, De León-Girón 2017).

Al respecto, Tavizón (2014) indica que la perturbación en las proximidades de los nidos, influye sobre el éxito de la incubación y puede incluso suspender la anidación, con el consecuente abandono del nido. Steidl y Anthony (2000) mencionan que las actividades recreativas también pueden afectar el éxito reproductivo del águila real. La presencia de terracerías y campos de cultivo facilita el acceso de las personas hacia los nidos activos, incrementando el riesgo de saqueos, como ha sido reportado en Aguascalientes por Lozano (2013). La extracción de minerales metálicos, no metálicos y materiales de construcción conlleva el movimiento de vehículos y maquinaria, con la consecuente generación de ruido que, si se encuentran muy cercanos al nido activo, pueden provocar su abandono. Por otra parte, el cambio de uso de suelo requerido para dichas actividades probablemente ocasiona la disminución de hábitat para las presas del águila real (Lozano y Ávila-Villegas 2009, Nocedal *et al.* 2010, De León-Girón 2017).

En otras regiones no se ha reportado una relación entre el número de nidos y la productividad del águila real (Phillips *et al.* 1990, Fernández y Azkona 1993, Kropil y Majda, 1996). Las tres áreas de anidación en el sureste de Zacatecas tienen un número similar de nidos (tres a cuatro), en la serranía de Juan El Grande, cuya productividad es notoriamente mayor, existen cinco nidos (Lozano y Villalobos 2003, Conanp 2008). En nuestra área de estudio, el bajo número de nidos y la cercanía de perturbaciones antropogénicas, como los bancos de extracción de caolín y terracería, quizá influyan negativamente en la productividad. Esta posibilidad debe evaluarse a futuro y requiere mayor información sobre la productividad a mediano plazo. Dentro del área de estudio, la explotación de bancos de caolín y la transportación de dicho material en las terracerías presentes constituyen la perturbación antropogénica más visible. También se observa la apertura de nuevas terracerías y campos de cultivos.

En nuestro estudio no fue clara la relación entre la productividad de anidación con la cercanía de los nidos activos a las modificaciones del paisaje. El área de anidación de Mesa la Virgen tuvo el menor número de volantones criados exitosamente y menor éxito de la anidación, lo que podría deberse a que el único nido activo se encontró a menos de 150 m de un banco de extracción de caolín en desuso y una terracería empleada para el transporte de dicho material. Sin embargo, también fue una de las dos áreas de anidación donde uno de sus integrantes era un individuo inmaduro (Sánchez-Zapata *et al.* 2000, Margalida *et al.* 2008). Las otras

dos áreas de anidación se localizan a una distancia superior respecto a todas las modificaciones consideradas. Los tres nidos activos del cerro Las Gallinas se ubican a menos de 500 m en relación con terracerías y campos de cultivo. Los dos nidos activos de sierra Juan Álvarez son los más alejados en relación con las modificaciones al hábitat. Sin embargo, el área de anidación del cerro Las Gallinas produjo más volantones que Juan Álvarez entre 2015 y 2017.

Aunque no lo evaluamos, consideramos probable que la baja productividad de anidación observada sea ocasionada por el resultado del saqueo de nidos, como ha sido mencionado por Kropil y Majda (1996) y Tavizón (2014), esto debido a que en 2017 encontramos indicios de la presencia de personas alrededor del nido activo de Juan Álvarez entre el último día que observamos la presencia de polluelos y el día en que hallamos vacío el nido, previamente habíamos advertido que el acceso era fácil aun sin equipo para escalar. En el centro-norte de México, el saqueo de nidos de águila real ha sido reportado por Lozano (2013) en la Barranca San Blas, en Pabellón de Hidalgo, Aguascalientes. Es probable que las modificaciones antropogénicas al paisaje influyan negativamente en el éxito reproductivo del águila real en la región, pero esto debe ser evaluado a futuro con mayor profundidad.

Las áreas de anidación de la sierra Fría y la sierra Juan Grande presentan mayor éxito reproductivo que aquellas del sureste de Zacatecas, esto puede ser la consecuencia de que se encuentran dentro de áreas naturales protegidas. En estas áreas ha habido monitoreos intensivos y se han establecido estrategias de protección, como la conformación de comités de vigilancia comunitaria. Sin embargo, en el sureste de Zacatecas no existe ningún tipo de protección hacia la especie y las áreas de anidación que estudiamos están fuera de áreas naturales protegidas (Flores-Leyva 2016).

Las tres áreas de anidación del sureste de Zacatecas deben monitorearse a largo plazo para alcanzar los objetivos y metas del PACE: Águila Real a nivel regional. Probablemente la baja productividad de anidación en la región sea debida al saqueo de nidos. Consideramos necesario establecer estrategias de protección en la región, como comités de vigilancia comunitaria y la creación de áreas naturales protegidas (Semarnat y Conanp 2008). También, es necesaria la expedición del ordenamiento ecológico territorial estatal que incluya políticas ambientales que favorezcan la conservación del hábitat en las serranías donde anida el águila real. Por otra parte, es importante proteger todos los nidos existentes en cada área de anidación, como sugiere Millsap *et al.* (2015) debido a que son pocos. Cualquier afectación a ellos puede impedir la anidación de la pareja presente en el área en un año particular. A futuro, recomendamos efectuar estudios sobre disponibilidad de presas, ámbito hogareño y dieta de las parejas en las áreas de anidación del sureste de Zacatecas.

Agradecimientos

El trabajo de campo fue parcialmente financiado a través de los proyectos JF226 de Conabio y el proyecto vinculado O2P14-0003-0021. M. Víctores Aguirre, M.G. Lorenzo Márquez, A. Crispín Flores, D.M. Rodríguez Arredondo, N. Martínez Alonso, G. García Chacón, L. Aguilar, M.M. García, O. Sosa Guerrero, L.M. Toledo Jiménez y L.A.L. Acosta apoyaron en las salidas de campo. A los delegados y comisariados ejidales de las comunidades de La Africana, Los Horcones, Rancho Nuevo y Saucitos de Escajedo en Pinos y Villa García, por todas las facilidades brindadas durante el trabajo de campo. Ana Fabiola Guzmán Camacho efectuó una revisión de redacción y estilo al presente escrito. A los revisores anónimos cuyas sugerencias mejoraron su contenido.

Literatura citada

- Arroyo, B., E. Ferreiro, V. Garza (eds.). 1990. *El Águila Real en España*. ICONA, Madrid, España.
- Bortolotti, G.R. 1984. Trap and poison mortality of golden and bald eagles. *The Journal of Wildlife Management* 48(4):1173-1179. DOI: <https://doi.org/10.2307/380177810.2307/3801778>.
- BirdLife International. 2016. *Aquila chrysaetos*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22696060A93541662. Disponible en: Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22696060A93541662.en> (consultado el 2 de septiembre de 2018).
- Campos-Rodríguez, J.I., O. Sosa-Guerrero, X. Flores-Leyva. 2016. Avistamientos recientes del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, México y sus consecuencias en el Plan de Manejo. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitolología* 17(2):192-197. DOI: <http://dx.doi.org/10.28947/hrmo.2016.17.2.246>.
- Comité de Expertos en Águila Real, FMCN (Fondo Mexicano de la Conservación de la Naturaleza, A.C.). 2012. Proyecto de recuperación de las poblaciones de águila real (*Aquila chrysaetos canadensis*) y su hábitat en México. México. Disponible en: Disponible en: <https://fmcn.org/wp-content/uploads/2012/03/Águila-Real-VF-2012.pdf> (consultado el 14 de junio de 2015).
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), IMAE (Instituto del Medio Ambiente). 2008. Primer informe sobre la identificación de áreas de anidación y distribución del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el estado de Aguascalientes. Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. Disponible en: Disponible en: https://www.aguilarealmexico.org/home_biblioteca/Conservacion/Conservaci%C2%A2n%208-Proceeding%20of%20the%20Convenio%20CONANP.pdf (consultado el 12 de enero de 2016).
- De León-Girón, G. 2017. *Abundancia, ecología reproductiva, dieta, uso de hábitat y amenazas del águila real (Aquila chrysaetos canadensis) en Baja California, México. Propuestas para su conservación*. Tesis de doctorado, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. La Paz, Baja California Sur. Disponible en: <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/578>.

- Driscoll, D.E. 2010. *Protocol for golden eagle occupancy, reproduction, and prey population assessment*. American Eagle Research Institute, Apache Jct., A.Z. EUA.
- Ekenstedt, J., M. Schneider. 2008. The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in the North Calotte area 1990-2007: past and present status, recommendations to future surveys. Large Carnivore Working Group, North Calotte Environmental Council. The North Calotte Council, Report No. 55. Disponible en: Disponible en: <https://lansstyrelsen.se/vasterbotten/SiteCollectionDocument/Sv/djur-och-natur/rovdjur/Kungsorn/The-Golden-Eagle-in-the-North-Calotte-area.pdf> (consultado el 12 de enero de 2016).
- Farías, V., O. Hernández, Ma. Del Coro-Arizmendi, O. Téllez, F. Botello, S.J. Olivares, M. Correa. 2016. Registro notable de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87(3):1153-1158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.001>.
- Fernández, C., J. Leoz. 1986. Caracterización de los nidos de águila real (*Aquila chrysaetos*) en Navarra. *Munibe (Ciencias Naturales)* 38:53-60.
- Fernández, C., P. Azkona. 1993. Influencia del éxito reproductor en la reutilización de los nidos por el águila real (*Aquila chrysaetos* L.). *Ardeola* 40(1):27-31.
- Flores-Leyva, X. 2016. *Distribución y conservación del águila real (*Aquila chrysaetos*) en sitios terrestres prioritarios de la subprovincia fisiográfica Llanuras de Ojuelos-Aguascalientes*. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Gil-Sánchez, J.M., F. Molino, G. Valenzuela. 1994. Parámetros reproductivos y alimentación del águila real (*Aquila chrysaetos*) y del águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en la provincia de Granada. *Aegyptius* 12:47-52.
- Gjershaug, J.O. 1996. Breeding success and productivity of the Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in central Norway, 1970-1990. Pp. 475-482. En: Meyburg, B.U. y R.D. Chancellor (eds.). *Eagle studies*. World Working Group on Birds of Prey (WWGBP). Berlin, London and Paris.
- González-García, F., O.F. Puebla, M.S. Barrios, N. Fajardo, H. Gómez de Silva. 2004. Información adicional sobre la avifauna de los estados de Hidalgo y Querétaro, México, incluyendo nuevos registros estatales. *Cotinga* 22:56-64.
- Guerrero-Cárdenas, I., P. Galina-Tessaro, S. Álvarez-Cárdenas, E. Mesa-Zavala. 2012. Avistamientos recientes de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la sierra El Mechudo, Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83:397-401. DOI: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.26780>.
- Howell, S.N.G., S. Webb. 1995. *A Guide to the Birds of México and Northern Central America*. Oxford University Press. New York, EUA.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2001. Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional. Escala 1:1'000,000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, Ags. Disponible en: Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599> (consultado el 8 de junio de 2017).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2013. Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación.

- Escala 1:250,000. Serie V (Continuo Nacional) Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México, Ags. Disponible en: Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825570330> (consultado el 8 de junio de 2017).
- Kochert, M., K. Steenhof. 2002. Golden Eagle in the U.S. and Canada: Status, Trends, and Conservation. *Journal of Raptor Research* 36(1 suplemento):32-40.
- Kropil, J., M. Majda. 1996. Causes of low productivity in the Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in the central west Carpathians. Pp. 490-494. En: Meyburg, B.U. y R.D. Chancellor (eds.). *Eagle studies*. World Working Group on Birds of Prey (WWGBP). Berlin, London and Paris.
- Liguori, J. 2004. How to age golden Eagle: techniques for birds observed in flight. *Birding* 36:278-283.
- Lozano, L.F., V. Villalobos. 2003. Productividad del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la serranía Juan El Grande, Aguascalientes. Décimo simposio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Aguascalientes 2003 del 24 al 28 de noviembre de 2003. Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Aguascalientes e Instituto Tecnológico de Aguascalientes.
- Lozano, L.F., H. Ávila-Villegas. 2009. *Águila Real, el símbolo nacional de México en riesgo*. Instituto del Medio Ambiente (IMAE) de Aguascalientes-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México D.F., México.
- Lozano, L.F. 2013. Falla en el éxito reproductivo de águila real (*Aquila chrysaetos*) y de halcón peregrino (*Falco peregrinus*) por posible influencia humana en la barranca de San Blas de Pabellón de Hidalgo, Rincón de Romos, Aguascalientes, México. Gobierno de Aguascalientes-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284900763_Reporte_tecnico_sobre_el_aguila_real_Aquila_chrysaetos_y_el_halcon_peregrino_Falco_peregrinus_en_la_barranca_de_san_Blas_Rincon_de_Romos_Aguascalientes_Mexico (consultado el 16 de abril de 2018). DOI: 10.13140/RG.2.1.2932.3602.
- Margalida A., S. Mañosa, L.M. González, E. Ortega, R. Sánchez, J. Oria. 2008. Breeding of non-adults and effects of age on productivity in the Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti*. *Ardea* 96(2):173-180. DOI: <https://doi.org/10.5253/078.096.0203>.
- Marzluff, J.M., S.T. Knick, M.S. Vekasy, L.S. Schueck, T.J. Zarriello. 1997. Spatial use and habitat selection of Golden Eagles in Southwestern Idaho. *The Auk* 114(4):673-687.
- McIntyre, C.L., L.G. Adams. 1999. Reproductive characteristics of migratory Golden Eagles in Denali National Park, Alaska. *Condor* 101:115-123.
- Millsap, B.A., T.G. Grubb, R.K. Murphy, T. Swem, J.W. Watson. 2015. Conservation significance of alternative nest of golden eagles. *Global Ecology and Conservation* 3:234-241. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.11.017>.
- Morneau, F., B. Gagnon, S. Poliquin, P. Lamothe, N. D'Astous, J.A. Tremblay. 2012. Breeding status and population trends of Golden Eagles in northeastern Québec, Canada. *Avian Conservation and Ecology* 7(2):4. DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00547-070204>.

- Moss, E.H.R., T. Hipkiss, I. Oskarsson, A. Häger, T. Eriksson, L.E. Nilsson, S. Halling, P.O. Nilsson, B. Hörfeldt. 2012. Long-term study of reproductive performance in Golden Eagles in relation to food supply in boreal Sweden. *Journal of Raptor Research* 46:248-257. DOI: <https://doi.org/10.3356/JRR-11-48.1>.
- Newton, I. 1979. *Population Ecology of Raptors*. T. & A.D. Poyser. Berkhamsted.
- Nocedal, J., A. Zúñiga-Fuentes, S.I. Arroyo. 2010. El águila real (*Aquila chrysaetos*) en el estado de Durango, México: distribución y conservación. *El canto del Centzontle* 1(2):134-147.
- Ontiveros-Serrano, I. 2015. *Monitoreo reproductivo de una población de águila real y su relación con la disponibilidad de presas en el noreste de Chihuahua*. Tesis de maestría, Colegio de Postgrados, Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México.
- Pagel, J.E., D.M. Whittington, G.T. Allen. 2010. *Interim Golden Eagle inventory and monitoring protocols; and other recommendations*. Division of Migratory Bird Management, U.S. Fish and Wildlife Service. EUA.
- Postovit, H.R., B.C. Postovit. 1987. Impacts and Mitigation Techniques. Pp. 183-208. En B.A. Giron-Pendleton. *Raptor Management Techniques Manual*. Institute for Widlife Research, National Wildlife Federation, Scientific Technical Series 10:1-420.
- Postupalsky, S., 1973. Raptor reproductive success: some problems with methods, criteria, and terminology. Pp. 21-31. En F.N. Hamestron, B.E. Harrell, R.R. Olendorff. *Management of Raptors*. Proceedings of the conference on raptor Conservation techniques. Fort Collins, Colorado, EUA.
- Poole, K.G., R.G. Bromley. 1988. Interrelationships within a raptor guild in the central Canadian Arctic. *Canadian Journal of Zoology* 66:2275-2282. DOI: <https://doi.org/10.1139/z88-338>.
- Phillips, R.L. A.H. Wheeler, J.M. Lockhart, T.P. McEaneaney, N.C. Forrester. 1990. Nesting Ecology of golden eagle and other raptors in Southeastern Montana and Northern Wyoming. United States *Department of the Interior Fish and Wildlife Service, Fish and Wildlife Technical Report* 26:1-13.
- Rodríguez-Estrella, R. 1991. El águila real (*Aquila chrysaetos*). Pp. 247-263. En A. Ortega, L. Arriaga (eds.). *La reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California*. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A.C. La Paz, Baja California Sur, México.
- 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(1):3-9.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rivera-Rodríguez. 2005. Ficha técnica de *Aquila chrysaetos*. En: P. Escalante (comp.). Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000, Parte 2, bases de datos SNIB-Conabio, Proyecto W042. IB-UNAM, Conabio. México. D.F. Disponible en: Disponible en: <http://conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichasnom/Aquilachrysaetos00.pdf> (consultado el 20 de junio de 2012).
- Sánchez-Zapata, J.A., J.F. Calvo, M. Carrete, J.E. Martínez. 2000. Age and breeding success of a Golden eagle *Aquila chrysaetos* population

- in southeastern Spain. *Bird Study* 47(2):235-237. DOI: <https://doi.org/10.1080/00063650009461179>.
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca), INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999. *Proyecto de Protección, Conservación y Recuperación del Águila Real*. Semarnap. México, D.F.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), Conanp (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2008. Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Águila real (*Aquila chrysaetos*). Semarnat, Conanp. México, D.F.
- 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.
- Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. *Diario Oficial de la Federación*. 5 de marzo de 2014, Primera Sección. México, D.F.
- Steenhof, K., I. Newton. 2007. Assessing Nesting Success and Productivity. Pp. 181-192. En: Bird, D. y K. Bildstein (eds.). *Raptor management techniques manual*. Raptor Research Foundation. British Columbia and Washington.
- Steidl, R.J., R.J. Anthony. 2000. Experimental effects of human activity on breeding Bald Eagles. *Ecological Applications* 10(1):258-268. DOI: 10.2307/2641000.
- Tavizón, G.P. 2014. *Dinámica poblacional y viabilidad espacio temporal del águila real*. Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.
- Tjernberg, M. 1983. Prey abundance and reproductive success of the golden Eagle *Aquila chrysaetos* in Sweden. *Holarctic Ecology* 6:17-23. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1983.tb01060.x>.
- Watson, J. 1997. *The Golden Eagle*. T & AD Poyser, London, England.

Notas

Editor asociado: Ricardo Rodríguez Estrella

Contribuciones de los autores: JICR tuvo la idea original, participó en la obtención de datos de campo, su análisis, redacción del documento y obtuvo el financiamiento; XFL tuvo la idea original, participó en la obtención de datos, su análisis y redacción el documento; DPV y DPGM obtuvieron datos de campo.

Cómo citar este documento: Campos-Rodríguez, J.I., X. Flores-Leyva, D. Pérez-Valera, D.P. García-Martínez. 2018. Anidación del águila real en el sureste de Zacatecas, México. Huitzil 20(1):e-495. DOI: <https://doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.1.394>

Notas de autor

Autor de correspondencia: *folx_biol@hotmail.com