



Potencial influencia de un incendio sobre la anidación del águila real en los Altos de Jalisco, México

Potential influence of a wildfire on nesting of the Golden Eagle in Altos de Jalisco, Mexico

José Ismael Campos-Rodríguez^{1,2*}, Xhail Flores-Leyva¹ y Rosa María García-Martínez²

¹ Faunística, Conservación e Investigación de Especies en Riesgo y Endémicas, A.C. El Paraíso, Cuautitlán, Estado de México, México

² Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

* Autor de correspondencia: jicamposrodriguez@hotmail.com

Resumen

El águila real (*Aquila chrysaetos*) puede ser susceptible a los incendios, pero no existen estudios en México que evalúen su influencia en la permanencia y el éxito de anidamiento. Examinamos antes y después de un incendio en abril-mayo de 2023, la permanencia de una pareja de águila real, su éxito de anidación y productividad reproductiva en el Cañón El Espía en los Altos Norte de Jalisco. No hubo abandono del territorio de anidación afectado, ni lesiones aparentes en la pareja de reproductores. Aunque uno de los tres nidos fue quemado, no estaba ocupado en el momento y la pareja tuvo éxito en producir 2 volantones al año después del incendio. Estimamos un 50% de éxito aparente de anidación con una productividad reproductiva de 0.75 volantones/nido durante cinco temporadas en el territorio. La pareja mostró cierta resiliencia hacia la quema del territorio en el primer año posterior al incendio, pero es posible que las afectaciones se presenten en los años siguientes.

Palabras Clave: *Aquila chrysaetos*, éxito de anidación, productividad reproductiva, territorio de anidación,.

Abstract

The Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) may be susceptible to wildfires, but there are no studies in Mexico that evaluate the influence on nesting persistence and success. We examined before and after a wildfire in April-May 2023, the permanence of a Golden Eagle pair, their nesting success and reproductive output in Cañón El Espía in Los Altos Norte of Jalisco. There was no abandonment of the affected nesting territory, nor were there any apparent injuries to the breeding pair. Although one of the three nests was burned, it was not in use at the time, and the pair successfully produced 2 fledglings a year after the wildfire. We estimated a 50% apparent nesting success with a reproductive output of 0.75 fledglings/nest over five seasons in the territory. The pair showed some resilience to burning of the territory a year after the wildfire, but it is possible that effects will occur in subsequent years.

Keywords: *Aquila chrysaetos*, nest success, nesting territories, reproductive output

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Recibido:

15 de septiembre de 2024

Aceptado:

18 de enero de 2025

Editora Asociada:

Marisela Martínez Ruíz

Contribución de cada uno de los autores:

JICR: Diseño la idea original, escribió, realizó trabajo de campo, analizó datos, revisó y dio su anuencia al manuscrito. XFL: diseño la idea original, coordinó y realizó trabajo de campo, gestionó, administró el financiamiento, revisó y dio su anuencia al manuscrito. RMGM: escribió, revisó y dio su anuencia al manuscrito..

Cómo citar este documento:

Campos-Rodríguez JI, Flores-Leyva X, García-Martínez RM. 2024. Potencial influencia de un incendio sobre la anidación del águila real en los Altos de Jalisco, México. Huitzil 25(2):e-676. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2024.25.2.820>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

Introducción

El fuego es un proceso ecológico que tiene efectos sobre el comportamiento de las aves rapaces (Hovick et al. 2017). Algunas especies, como el cernícalo americano (*Falco sparverius*) y el aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*) son favorecidas por los incendios debido al incremento de la disponibilidad de presas o de la abundancia de alimento, provocada por la disminución de la cobertura de escape de sus presas, o la presencia de animales muertos o heridos (Dodd 1988, Lyon et al. 2000a, Hovick et al. 2017). En otros casos, el fuego parece no tener ningún efecto en el corto plazo sobre algunas especies de rapaces (Chávez-Ramírez y Prieto 1994, Lyon et al. 2000a). También se han reportado algunos efectos negativos del fuego para aves que anidan en el suelo (Kruse y Piehl 1986), incluyendo la mortalidad de polluelos en los nidos de rapaces de pastizales, como el gavilán rastrero (*Circus cyaneus*). Estos efectos negativos hacia la fauna ocasionado por el fuego a corto plazo son considerados de primer orden (Lyon et al. 2000a,b, Engstrom 2002).

En el caso particular del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el suroeste de Idaho, Kochert et al. (1999) demostraron que la especie es afectada negativamente por la disminución en la superficie del matorral provocada por el fuego, debido a la pérdida de cobertura de refugio de su principal presa, que es la liebre cola negra (*Lepus californicus*). De igual forma ellos determinaron que la permanencia de las parejas y éxito reproductivo responden de forma variable al fuego y es influenciada por al menos tres variables: 1) la presencia de territorios de anidación adyacentes vacíos, 2) la habilidad de las águilas para emplear hábitats de forrajeo alternativos, como áreas agrícolas, vegetación riparia o la vegetación presente en la base de los acantilados, y 3) el historial de éxitos y fracasos en la anidación antes del incendio (Kochert et al. 1999). Ellos también señalan que la incidencia de incendios y extensión de las áreas quemadas no influyen en la permanencia y éxito de la anidación de las parejas de águila real (Kochert et al. 1999).

Otro estudio en Idaho señala que los incendios provocan una mayor diversidad y cambios en la composición de las presas del águila real, asociadas nuevamente a la disminución significativa de la superficie cubierta por matorrales (Heath et al. 2021). La supervivencia de los polluelos se correlaciona positivamente con el consumo de conejos (Heath et al. 2021). Sin embargo, los

cambios en la dieta de los polluelos de águila real posteriores a los incendios afectan negativamente su sobrevivencia, detectándose que la mortandad de polluelos es asociada al incremento en la proporción de ingesta de la paloma doméstica (*Columba livia*), que es un vector del parásito *Trichomonas gallinae*, el cual ocasiona múltiples enfermedades letales a los polluelos (Heath et al. 2021).

En México no existe información sobre el efecto que pueden tener los incendios sobre las parejas de águila real, sus nidos, y si éstos afectan el estatus de permanencia y pueden provocar una disminución en la productividad de anidamiento de los territorios de anidación. Actualmente, ésta especie se encuentra catalogada como Amenazada en la NOM-059 (SEMARNAT 2010), y es considerada Prioritaria para su conservación (SEMARNAT 2014), de acuerdo con el Programa de Acción para la Conservación de Especies (CONANP 2008, 2015).

En el 2023, Jalisco tuvo la mayor superficie de 194,124 ha afectada por incendios (CONAFOR 2024a,b). Particularmente, los Altos Norte de Jalisco fue una de las regiones más afectadas, con aproximadamente 6,000 ha quemadas por un incendio provocado por una quema agropecuaria fuera de control (Junta Intermunicipal de Medio Ambiente Altos Norte JIAN, no publicado). Por tal motivo, es relevante conocer los efectos de los incendios sobre los individuos, nidos, estatus de permanencia, éxito de anidación y productividad en un territorio de anidación de águila real en los Altos Norte de Jalisco, México, que recientemente fue afectado por un incendio

Métodos

Área de estudio

Realizamos nuestras observaciones en el Cañón El Espía (21°41' N, -101°45' O), en la zona limítrofe de los municipios de Lagos de Moreno y Ojuelos de Jalisco, en la región administrativa de los Altos Norte de Jalisco. El área de estudio tiene una altitud que oscila entre 2280 y 2400 msnm, la topografía dominante consiste en mesetas y lomeríos bajos que rodean los cañones presentes. La vegetación es pastizal natural, matorral crasicaule y bosque de pino-encino. En este sitio se localiza el único territorio de anidación de águila real conocido para la región de Los Altos Norte de Jalisco, en la cual se han reportado dos nidos (Campos-Rodríguez et al. 2022). Entre el 30 de abril y el 6 de mayo de 2023 un incendio, originado por una quema

agropecuaria fuera de control, quemó una superficie de aproximadamente 6,000 ha en los límites de Lagos de Moreno y Ojuelos de Jalisco, incluyendo el Cañón El Espía (Junta Intermunicipal de Medio Ambiente Altos Norte JIAN, no publicado).

Observaciones de campo

El águila real deposita sus huevos entre enero y febrero de cada año, los cuales son incubados durante 43 a 45 días y eclosionan a más tardar en abril (CONANP 2015). Los polluelos permanecen en el nido entre 8 y 12 semanas, realizando sus primeros vuelos a finales de mayo y principios de junio (CONANP 2008, 2015). Por tal razón efectuamos el trabajo de campo durante los meses de marzo-abril y diciembre de 2023, así como marzo-junio de 2024. En 2023, realizamos tres salidas con dos días de duración y en el 2024 realizamos cinco salidas con duración de uno a dos días. Establecimos dos sitios fijos de observación situados a 350 m de los sitios de anidación conocidos de águila real, siguiendo las recomendaciones de Pagel et al. (2010). Realizamos 36 h de observación en 2023 y 42 h de observación en 2024, registrando actividad en los nidos y el comportamiento reproductivo de los individuos de águila real, como vuelos de cortejo, remodelación, construcción o defensa de nidos. Utilizamos binoculares Bushnell Power View 10X42 para las observaciones y cámaras fotográficas Canon PowerShot SX420 IS y Nikon Coolpix P900 para los registros fotográficos.

Observamos dos de los nidos que habían sido previamente georreferenciados y mapeados (Campos-Rodríguez et al. 2022). Además, durante el monitoreo realizado entre el 2023 y 2024 detectamos un tercer nido, el cual georreferenciamos y mapeamos con un GPS Garmin 60 y cartas topográficas digitalizadas 1:50 000 de INEGI (www.qgis.org). Obtuvimos la altura en la vertical de la pared rocosa donde se ubicaban los nidos, mediante el empleo de fotografías tomadas en campo que abarcaron la altura total de la pared junto a un objeto de referencia con altura conocida. Para estimar la posición relativa de los nidos, ubicamos cada nido en las fotografías de la pared rocosa, expresándola como una fracción de la altura total de la pared ($n/6$), donde un valor de $1/6$ indica que el nido se localizaba cercano a la base de la pared rocosa, en tanto que $6/6$ correspondió a un nido cercano a la cima de la pared (Fernández y Leoz 1986). También registramos el sustrato, tipo de apoyo y orientación dominante de cada nido (Mosher y White 1976,

Jordano 1981, Fernández y Leoz 1986).

Identificamos taxonómicamente a las águilas presentes debido a la presencia de un plumaje color café oscuro cubriendo el cuerpo, plumas doradas en la cabeza y cuello, así como extremidades inferiores cubiertas casi totalmente por plumas (Dunn y Alderfer 2011). Posteriormente las ubicamos dentro de alguna categoría de edad mediante la observación de los patrones de coloración de las alas y cola (Liguori 2004, Katzner et al. 2020). Existen seis categorías de edad, las cuales son: juveniles (águilas > 1 año), básico I (1-2 años), básico II (2-3 años), básico III (3-4 años), subadulto (4-5 años) y adulto (> 5 años). Las primeras cinco categorías corresponden a águilas sexualmente inmaduras que pueden distinguirse por la presencia de rectrices provistas de una punta oscura y base blanca, cuyos límites es variable, así como por la presencia de algunas primarias y secundarias blancas que forman manchas claras en las alas, ambas características están ausentes en las águilas adultas (Liguori 2004).

Inicialmente valoramos si el incendio provocó afectaciones de primer nivel (Whelan et al 2002) consistentes en mortalidad o lesiones de las águilas presentes (Kruse y Piehl 1986, Lyon et al. 2000b). Tomamos fotografías de alta definición de las águilas y los nidos dos semanas antes del incendio y seis meses después del mismo, que inspeccionamos para detectar evidencia de daños. Cabe mencionar que, por cuestiones de inseguridad, no fue posible visitar el territorio de forma inmediata. Posteriormente evaluamos la posible migración de individuos del territorio de anidación, considerada un efecto negativo de segundo nivel que ocasionan los incendios a la fauna (Engstrom 2002). Para esto determinamos el estatus de permanencia de la pareja de águila real en el primer año posterior al incendio, mediante la observación directa de la remodelación de nidos, vuelos de cortejo o anidación (Kochert et al. 1999, Ekenstedt y Schneider 2008, Driscoll 2010) realizada por las águilas presentes, en relación con alguno de los tres nidos del territorio.

Así mismo, determinamos el número de nidos usados, nidos alternativos, nidos exitosos y nidos fallidos, así como el número de volantones (Ekenstedt y Schneider 2008, Driscoll 2010, Steenhof et al. 2017). Consideramos a los nidos como alternativos cuando el territorio de anidación se encuentra ocupado, pero no hay indicios de anidación activa por la pareja reproductiva en los nidos durante esa temporada (Eaton et al. 2007,



Figura 1. Registros de anidación del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el Cañón El Espía, Jalisco, después del incendio en abril-mayo 2023: a y b) individuos adultos observados en diciembre de 2023 sin marcas de quemadura, c) nuevo nido en construcción durante el 2023, d) posición relativa del nido exitoso en 2024 (la línea roja corresponde a la altura de la pared rocosa en la vertical del nido), e) posición relativa del nido quemado, f y g) nido quemado antes y después del incendio, h) polluelos de 2 ½ y 3 semanas de edad en el nido usado en abril de 2024, i) reproducción exitosa de polluelos de 8 y 8 1/2 semanas de edad en el nido usado en mayo de 2024. Fotografías: Xhail Flores Leyva y José Ismael Campos Rodríguez.

De León-Girón et al 2024). Calculamos el éxito aparente de anidación como el número de nidos exitosos/número de nidos ocupados, así como la productividad de anidamiento de la pareja, la cual es el número de volantones/número de nidos ocupados (Postupalsky 1973, Driscoll 2010)

Resultados

En el periodo marzo-abril de 2023 y diciembre del 2023 localizamos dos individuos adultos de águila real (Figuras 1a, b), que se distinguían por presentar una coloración café oscura uniforme por todo el cuerpo, así como plumas de las alas y cola con un patrón marmoleado, los cuales no presentaron

quemaduras visibles en su plumaje. El 13 de abril de 2023, antes del incendio, detectamos que la pareja estaba construyendo un nuevo nido (Figura 1c), no previamente registrado por Campos-Rodríguez et al. (2022) en este territorio. A principios de marzo del 2024, este nuevo nido 3 estaba totalmente construido. Sin embargo, no encontramos huevos o polluelos en ninguno de los tres nidos durante las revisiones realizadas entre marzo y abril de 2023. Realizamos la última revisión de los nidos entre el 12 y 13 de abril de 2023, 17 días antes del incendio ocurrido ese año. En diciembre de 2023 la pareja fue observada realizando vuelos de cortejo.

Tabla 1. Éxito y productividad de anidamiento del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el Cañón El Espía. En 2023 todos los nidos fueron considerados alternativos.

Años	Nidos conocidos	Nidos usados	Nidos exitosos	Número de volantones	Éxito aparente de anidación (%)	Productividad de anidación (volantones/nido)
2015	1	1	0	0	0	0
2021	2	1	0	0	0	0
2022	2	1	1	1	100	1
2023	3	0	0	0	0	0
2024	3	1	1	2	100	2
Total	3	4	2	3	50	0.75

Los tres nidos se localizaban en tres paredes rocosas diferentes, separadas entre sí a distancias de 291 m a 1162 m, con altura aproximada en la vertical de las paredes entre 18 m a 21 m. Los nidos 1 y 3 (Figura 1d) estaban posicionados hacia la mitad de la pared rocosa (3/6), mientras el nido 2 (Figura 1e) se encontraba por encima de ellos (4/6). Todos los nidos fueron construidos sobre un sustrato rocoso, con orientación predominante de NW-N-NE. Los nidos 1 y 2 se localizaban dentro de una oquedad y el nido 3 sobre una repisa. El fuego afectó la vegetación existente en la base y cima de las paredes rocosas donde se localizan los tres nidos, afectando el nido 2 que se quemó totalmente (Figuras 1f,g), mientras los nidos 1 y 3 no sufrieron afectación alguna por el incendio. El nido 2 que se quemó estaba más desplazado (4/6) hacia la cima de la pared rocosa de 35 m (Figura 1e), y estaba rodeado por cobertura vegetal evidente, como encinos (*Quercus* sp), nopales (*Opuntia* sp) y paxtle (*Tillandsia* sp).

Durante las observaciones realizadas entre marzo y junio de 2024, detectamos la presencia de dos águilas adultas, anidando en el nido 3. En abril de 2024, localizamos dos polluelos de dos y media a tres semanas de edad (Figura 1h). El nido fue exitoso, con ambos pollos volando del nido entre la última semana de mayo y primera semana de junio, habiendo alcanzado una edad de ocho y diez semanas respectivamente (Figura 1i). Por lo tanto, la productividad de anidamiento en 2024 fue de 2 volantones/nido. Considerando los datos de años anteriores, este territorio de anidación ha tenido un éxito aparente de anidación del 50% y productividad de anidamiento de 0.75 volantones/nido (Tabla 1).

Discusión

Dado que observamos una pareja adulta de águila real en 2023 y 2024 en El Cañón El Espía y que

anidó exitosamente en 2024, se puede continuar considerando el sitio como un territorio de anidación de la especie (Campos-Rodríguez et al. 2022), a pesar del incendio ocurrido durante el 2023. Los nidos presentes en este territorio de anidación tuvieron una orientación NW-N-NE, la cual parece similar a la reportada en nidos de águila real presentes en la Península de Baja California y Janos Chihuahua, que es principalmente NW-W (Morales-Yañez et al. 2023, De León-Girón et al 2024). Esta orientación permite que los nidos no tengan exposición directa a la radiación solar excesiva que se presenta desde el mediodía (Mosher y White 1976). Igualmente, la altura de la pared rocosa donde se localizan los nidos del Cañón El Espía es similar a la reportada para nidos situados en Janos Chihuahua (Morales-Yañez et al. 2023). Dicha altura está relacionada con la preferencia de las grandes águilas de anidar en lugares inaccesibles al ser humano (Morales-Yañez et al. 2023).

No encontramos evidencias de afectación por el incendio a primer nivel ya que las águilas que observamos durante el periodo posterior al incendio no presentaron quemaduras evidentes y la mortalidad de aves adultas provocada por el fuego es muy baja (Lyon et al. 2000b). Esto habría sido diferente si hubiera habido polluelos en el nido quemado al momento del incendio. Es probable que los individuos que anidaron en 2024 fueron los mismos observados en 2023 debido a que las águilas adultas observadas en 2024 concluyeron la construcción del nido iniciado por los adultos del 2023. Sin embargo, al no poder comprobar mediante métodos de marcaje que se trata de los mismos individuos, no fue posible determinar si el incendio provocó lesiones a alguno de los integrantes de la pareja cuando éste ocurrió.

La única afectación provocada por el fuego fue la pérdida del nido 2, aunque el nido se encontraba

desocupado cuando ocurrió el incendio. Este nido probablemente se quemó debido a que estaba posicionado hacia la parte superior de la pared, a pesar de ser el nido con la mayor altura sobre la pared rocosa. Además, era un nido que estaba rodeado por vegetación, lo que pudo favorecer que el fuego se expandiera hacia el mismo. La destrucción de nidos provocada por un incendio ha sido previamente reportada en aves de praderas que anidan en el suelo (Kruse y Piehl 1986), incluyendo rapaces como el gavilán rastrero, demostrando efectos de primer nivel del fuego provocando la mortandad de los polluelos altriciales dentro de los nidos (Lyon et al. 2000b).

En cuanto a efectos negativos de segundo nivel, en el primer año posterior al incendio, no hubo un abandono del territorio de anidación y el nido fue exitoso, produciendo 2 volantones. Esto fue la productividad de anidamiento más alta reportada para este territorio en cinco temporadas de anidación, ya que anteriormente solo se había registrado un nido exitoso con un volantón (Campos-Rodríguez et al. 2022). La ausencia de anidación en el Cañón El Espía en el 2023 no fue provocada por el incendio ocurrido ese año, debido a que éste se presentó fuera de la temporada de incubación y previamente ya habíamos comprobado la inactividad de anidación. La construcción de un nuevo nido a finales de la temporada de anidación del 2023 y antes del incendio quizá se debió a la frustración de la pareja por no haber anidado ese año, comportamiento que ha sido descrito después de que una pareja de águilas fracasa en la anidación (Katzner et al. 2020). La productividad de la pareja de águila real registrada en el primer año posterior al incendio fue de 0.75 volantones/nido considerando un periodo de cinco años, comparada con la productividad de 0.33 volantones/nido previamente reportada (Campos-Rodríguez et al. 2022).

La permanencia y productividad de las parejas de águilas es favorecida por la existencia de territorios de anidación vacíos adyacentes y su habilidad para utilizar hábitats de forrajeo alternativos, que proporcionan cobertura de alimento y refugio a sus presas habituales del águila real (Kochert et al. 1999). En el caso de la pareja estudiada, es posible que existan territorios de anidación vacantes en los alrededores del Cañón El Espía, ya que existen reportes de la presencia histórica de nidos en las mesetas y cañones cercanos (Faunística, Conservación e Investigación de Especies en

Riesgo y Endémicas AC, no publicado). Además, el incendio no quemó algunos fragmentos de matorral crasicaule y de bosque de encino localizados en la base de las paredes de los cañones afectados por fuego. Lo anterior podría ser la razón por la cual la pareja permaneció en su territorio y tuvo éxito en la anidación al año siguiente al incendio.

También, debe considerarse que el éxito de la anidación observado en 2024 pudo ser favorecido por la presencia de una pareja de águilas adultas, que construyeron un nuevo nido en una posición en la pared rocosa que lo dejó fuera del alcance del fuego. Es probable que fueron las mismas águilas que anidaron exitosamente en 2022, ya que en años anteriores los intentos de anidación fracasaron debido a la presencia de un águila inmadura que integraba la pareja (Campos-Rodríguez et al. 2022). El éxito de la anidación en territorios afectados por el fuego es mayor en parejas con un mejor desempeño reproductivo, las cuales tienen mayor experiencia en la anidación y están más familiarizadas con su territorio (Kochert et al. 1999), lo que probablemente ocurrió con la pareja presente en el área de estudio.

En Idaho se encontró que los efectos negativos de un incendio hacia la productividad pueden ser desfasados a más que un año después del incendio, debido a la elevada abundancia de presas que logran refugiarse en los fragmentos de vegetación intactos, la cual disminuye en los siguientes años debido a la disminución de la capacidad de carga de estos fragmentos (Kochert et al. 1999). Por lo que la ausencia de efectos negativos de segundo nivel hacia la pareja de águila real observada puede ser engañosa, ya que existe la posibilidad de que se manifiesten en los siguientes años (Kochert et al. 1999, Heath et al. 2021). Por lo tanto, será necesario continuar con el monitoreo del estatus de ocupación y el éxito de la anidación de esta pareja en los próximos años, el cual debe ser robustecido con la evaluación de la disponibilidad de presas.

En este trabajo describimos por primera vez para México la influencia potencial de un incendio sobre la anidación del águila real, que parece demostrar cierta resiliencia hacia el fuego, la cual debe ser tratada con precaución. Si bien el incendio no provocó efectos aparentes de primer y segundo orden, hubiera sido distinto si hubiera habido polluelos en el nido quemado y además es posible que los efectos negativos se manifiesten en los siguientes años. A nivel nacional se requiere

recopilar más información sobre los efectos de los incendios hacia la permanencia y productividad de anidamiento en territorios de anidación afectados por incendios. En el caso particular del Cañón El Espía, recomendamos realizar acciones de protección de los fragmentos de matorral y bosque intactos y la restauración de la vegetación afectada en áreas quemadas. Para evitar la pérdida de nidos y posible mortalidad de polluelos por el fuego, consideramos indispensable prevenir los incendios provocados en la región, para lo cual se debe crear conciencia en la población cercana sobre los riesgos que implican las quemadas agropecuarias y realizar acciones de manejo de fuego.

Agradecimientos

A tres revisores anónimos que ayudaron a mejorar la calidad del manuscrito con su observación, a F. G. Lira Hernández, U. Torres García, F. Navarro-Romo y A. R. Quintanilla Hernández por el apoyo brindado. El presente estudio fue financiado por la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente Altos Norte (JIAN) y Faunística, Conservación e Investigación de Especies en Riesgo y Endémicas AC. Al comisariado ejidal de Ciénega de Mata por el apoyo otorgado.

Literatura citada

- Campos-Rodríguez JI, Flores-Leyva X, Victores-Aguirre M, Lozano-Román L. 2022. Nuevo territorio de anidación de águila real para Jalisco, México. Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología 23(2):e645. <https://doi.org/10.28947/hrmo.2022.23.2.665>
- Chávez-Ramírez F, Prieto FG. 1994. Effects of prescribed fires on habitat use by wintering raptor on a Texas Barrier Island grassland. Journal of Raptor Research 28(4):262-265.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2024a. Programa de Manejo de Fuego 2020-2024. Coordinación General de Conservación y Restauración-Gerencia de Manejo de Fuego. Ciudad de México.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2024b. Estadística de incendios forestales desde 1970 al 2023 en Números. <https://snif.cnf.gob.mx/incendios/> (consultado el 20 de julio de 2024).
- CONANP (Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas). 2008. Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Águila Real (*Aquila chrysaetos*), 1a. ed. SEMARNAT, CONANP. México D.F.
- CONANP (Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas). 2015. Programa de Acción para la Conservación de la Especie (PACE): Águila Real (*Aquila chrysaetos*), 2a. ed. SEMARNAT, CONANP. México D.F.
- De León-Girón G, Toscano D, Ruiz-Campos G, Porras-Peña C, Escoto-Rodríguez F, Sánchez-Sotomayor VG, Montes-García C, Vargas-Velazco J, Cruz-Molina I, Fisher RN. 2024. Aerial identification and quantification of nesting sites of Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) in the mountain ranges of central Baja California Peninsula, Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 95:e955247. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2024.95.5247>
- Dodd NL. 1988. Fire management and southwestern raptors. Pp 341-347 En: Glinski RL, Pendleton B, Giron M. Beth M. (eds). Proceedings of the southwest raptor symposium and workshop; 1986 May 21-24; Tucson, AZ. NWF Scientific and Technology Series No. 11. Washington, DC: National Wildlife Federation.
- Driscoll DE. 2010. Protocol for Golden Eagle occupancy, reproduction, and prey population assessment. American Eagle Research Institute, Apache Jct. AZ. EEUU. https://sitesproject.org/wp-content/uploads/references/REF21/Appx_10B_WildlifeHabitatModelsMethods/Driscoll_2010_Protocol%20for%20Golden%20Eagle%20Occupancy,%20Reproduction,%20and%20Prey%20Population%20Assessment.pdf (consultado el 20 de julio de 2024).
- Dunn JL, Alderfer J. 2011. Field guide to the birds of North America, 6a ed. National Geographic Society. Washington D.C., USA.
- Eaton MA, Dillon IA, Stirling-Aird PK, Whitfield DP. 2007. Status of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in Britain in 2003. Bird Study 54:212-220.
- Egstrom RT. 2010. First-order fire effects on animals: review and recommendations. Fire Ecology 6: 115-130. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.070>
- Ekenstedt J, Schneider M. 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 Carlotte Council, Report No. 55. <https://lansstyrelsen.se>

- <se/vasterbotten/SiteCollectionDocument/Sv/djur-och-natur/rovdjur/Kungsorn/The-Golden-Eagle-in-the-North-Calotte-area.pdf>
- Fernández C, Leoz J. 1986. Caracterización de los nidos de Águila Real (*Aquila chrysaetos* L.) en Navarra. *Munibe* 38: 53-60.
- Heath JA, Kochert MN, Steenhof K. 2021. Golden Eagle dietary shifts following wildfire and shrub loss have negative consequences for nestling survivorship. *Ornithological Applications* 123:1-14 <https://doi.org/10.1093/ornithapp/duab034>
- Katzner TE, Kochert MN, Steenhof K, McIntyre CL, Craig EH, Miller TA. 2020. Águila Real (*Aquila chrysaetos*), versión 2.0. En Rodewald PG, Keeney BK, (eds.). *Birds of the World*. Laboratorio de Ornitología de Cornell. Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.goleag.02> (consultado el 11 de agosto de 2022).
- Kochert M, Steenhof NK, Carpenter LB, Marzluff JM. 1999. Effects of fire on Golden Eagle territory occupancy and reproductive success. *Journal of Wildlife Management* 63:773-780. <https://doi.org/10.2307/3802790>
- Kruse AD, Piehl JL. 1986. The impact of prescribed burning on ground-nesting birds. Pp 153-156 En Clambey GK; Pemble RH (eds). *The prairie: past, present and future: Proceedings, 9th North American prairie conference; 1984 July 29- August 1; Moorhead, MN. Fargo, ND: Tri-College University Center for Environmental Studies.*
- Jordano P. 1981. Relaciones interespecíficas y coexistencia entre el Aguila real (*Aquila chrysaetos*) y el Aguila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en Sierra Morena Central. *Ardeola* 28:67-87.
- Liguori J. 2004. How to age Golden Eagle: techniques for birds observed in flight. *Birding* 36:278-283.
- Lyon LJ, Huff MH, Telfer ES Schreiner JKS. 2000a. Fire effects on animal populations. Pp. 25-34 En: Smith JK (ed). *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Lyon LJ, Telfer ES, Schreiner DS. 2000b. Direct effects of fire and animal responses. Pp. 17-24 En: Smith JK (ed). *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna*. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 1. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Page JE, Whittington DM, Allen GT. 2010. Interim Golden Eagle inventory and monitoring protocols; and other recommendations. Division of Migratory Bird Management, U.S. Fish and Wildlife Service. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Page-2010.pdf> (consultado el 16 de agosto de 2022).
- Morales-Yañez I. Rodríguez-Estrella R. Gatica-Colima AG. 2023. Selección de sitios de anidación por el águila real *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758) (*Accipitriformes:Accipitridae*) en Janos, Chihuahua, México. *Acta Zoológica Mexicana* 39:1-14. <https://doi.org/10.21829/azm.2023.3912564>
- Mosher JA, White CM. 1976. Directional exposure of Golden Eagle nests. *The Canadian Field-Naturalist* 90:356-359.
- Postupalsky S. 1973. Raptor reproductive success: some problems with methods, criteria, and terminology. Pp. 21-31. En Hamestron FN, Harrell BE, Olendorff RR (eds). *Management of Raptors. Proceedings of the conference on raptor. Conservation techniques*. Fort Collins, Colorado, USA.
- 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, Kochert MN, McIntyre CL, Brown JL. 2017. Coming to terms about describing Golden Eagle reproduction. *Journal of Raptor Research* 51:378-390. <https://doi.org/10.3356/JRR-1646-1>
- Whelan RJ, Rodgerson L, Dickman CR, Sutherland EF. 2002. Critical life processes of plants and animals: developing a process-based understanding of population changes in fire-

prone landscapes. Pp. 94-124. En: Bradstock RA, Williams JE, Gill AM. Flammable Australia: the fire regimes and biodiversity of a continent. Cambridge University Press. Cambridge, UK

.