



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS SAN LUIS POTOSÍ

POSGRADO DE
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE SITIOS DE ANIDACIÓN EN UN BOSQUE DE PINO Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE *Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827 Y *Ara militaris* Linnaeus, 1766

SILVINO SALVADOR ROSALES PALESTINO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

SALINAS DE HIDALGO, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO
NOVIEMBRE, 2021

La presente tesis, titulada: **Caracterización ecológica de sitios de anidación en un bosque de Pino y análisis bibliométrico de *Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827 y *Ara militaris* Linnaeus, 1766**, realizada por el alumno **Silvino Salvador Rosales Palestino**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
INNOVACIÓN EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES**

CONSEJO PARTICULAR

**CONSEJERO:
(DIRECTOR)**



DR. LUIS ANTONIO TARANGO ARÁMBULA

CODIRECTOR DE TESIS:



DR. FRANCISCO CRUZ GARCÍA

ASESOR:



DR. JUAN FELIPE MARTÍNEZ MONTOYA

ASESOR:



DR. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ

SALINAS DE HIDALGO, SAN LUIS POTOSÍ
NOVIEMBRE, 2021

Dedico esta tesis con cariño

*A mi madre María del Carmen Palestino Gamiño,
espléndida motivadora.*

*A mi padre Cirino Rosales Zolano,
eficaz consejero.*

*A mis hermanos Jesús, Dulce y Luz,
grandiosos aliados.*

*A mi sobrina Gretel Ariana,
alegre diana.*

*En memoria de mi abuelo Silvino Rosales
y de mi abuela Concepción Zolano,
sabios ideales.*

AGRADECIMIENTOS

- A mi país, México, por brindarme apoyo económico durante dos años, mediante la beca otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

- Al Colegio de Postgraduados, por refrendar mi formación académica. Al Campus San Luis Potosí, por facilitarme los medios y recursos en la realización de mis estudios de maestría a través de su Programa de Posgrado en Innovación en Manejo de Recursos Naturales.

- Al Dr. Luis Antonio Tarango Arámbula, por aceptar dirigir este proyecto; por el inmenso apoyo que me brindó durante la redacción de la presente; por ofrecerme siempre soluciones cuando así se requirió; por mostrar entusiasmo y actitud positiva, aún en momentos complicados de la investigación. Gracias por dirigirme y redirigirme para llegar a la meta.

- Al Dr. Francisco Cruz García, por ser el vínculo que me permitió estudiar y conocer de cerca estas extraordinarias especies de aves; por su gentil apoyo al ponerme en conocimiento los antecedentes de esta investigación.

- Al Dr. Juan Felipe Martínez Montoya, por estar siempre dispuesto a cooperar en mi formación académica; por transmitir su gusto por salir al campo y por compartir parte de su amplio conocimiento sobre los Sistemas de Información Geográfica.

- Al Dr. Alejandro Velázquez Martínez, por sus valiosas recomendaciones y observaciones para la realización de este proyecto.

- Al Dr. Saúl Ugalde Lezama, por aceptar asesorarme y unir esfuerzos en la materialización de esta Tesis; por su inmensa generosidad al compartirme su tiempo y

conocimientos cuando más lo necesité; pero especialmente, por su amistad, por los valiosos consejos acerca de la humildad y sobre cómo mejorar mi desempeño en la investigación científica.

- Al Dr. Ángel Bravo Vinaja, por enriquecer sustancialmente la presente Tesis al cederme parte de su vasto conocimiento y motivarme a aplicarlo con autonomía; por brindarme incontables herramientas académicas; así como, por su disposición y paciencia durante el proceso.

- A la UCODEFO No. 4 “La Victoria-Miravalles”, S.C., por las atenciones brindadas. Al Ing. Jorge Fernández de Castro, por aceptar mi estancia en el Campamento Forestal de San Miguel de Cruces durante los meses que duró el trabajo de campo. Al Ing. Paco, por su amistad y por compartir parte de su amplia experiencia en el ámbito forestal y por brindarme información muy útil sobre el área de estudio. A Yoli, por su amable hospitalidad y solidaridad. Al Ing. Juan y al Ing. Julián, por señalarme sitios de importancia para la localización de las aves de interés; por posibilitar varios de mis muestreos al permitirme acompañarlos en su jornada laboral, gracias por sus charlas sobre fauna, pesca y taxidermia. A los técnicos encargados de Marcaje e Inventario Forestal, por los ratos de buena convivencia; por departir acerca de sus experiencias en las serranías y sobre fauna silvestre.

- Al Ejido Vencedores, por las atenciones brindadas y por la retribución económica al concluir el proyecto. Al Comisariado Ing. Guadalupe Reyes, por demostrar su interés y compromiso con la fauna silvestre, permitiéndome contar con un guía de campo y autorizando mis recorridos dentro del Ejido. Al Técnico de Fauna Silvestre, Rogelio Santoyo, por aceptar ser mi guía de campo; por su ayuda y su

acompañamiento en actividades arduas como fueron la búsqueda de nidos y huir de las tormentas eléctricas; por las muchas lecciones sobre rastreo de fauna y por mostrarme las mejores rutas para “navegarme” apropiadamente dentro de la imponente Sierra.

- A los profesores del Campus SLP, por su cordialidad y profesionalismo dentro del aula. Pero especialmente, a con quienes simpatiqué, todavía más con sus mentorías académicas: al Dr. Tarango, al Dr. Octavio, al Dr. J Palacio, al Dr. Cadena, al Dr. Pimentel, al Dr. Ángel, al Dr. Juan Felipe y al Dr. Genaro.

- A toda la Comunidad del Campus SLP, por las atenciones brindadas. A quienes estuvieron a cargo de la Dirección, Subdirecciones, Coordinación del Posgrado y Servicios Académicos; por brindarme los recursos necesarios para desarrollar mi investigación; por orientarme con amabilidad y paciencia en la realización de diversos trámites.

- A mis compañeros y compañeras estudiantes, por ofrecer su camarería y momentos divertidos; pero especialmente, a quienes me brindaron su amistad, confianza y apoyo sincero.

- A todas las personas que se vieron implicadas, ayudándome de manera directa o indirecta en el desarrollo de esta investigación.

“¿Puede usted decirme por qué una tortuga vive mucho más tiempo que muchas generaciones de hombres? ¿Por qué el elefante sigue viviendo hasta que ha visto dinastías, y por qué el loro nunca muere si no es de la mordedura de un gato o un perro, u otro accidente?” ...

— Profesor Abraham van Helsing,
en *Drácula* (1897) de Bram Stoker

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE SITIOS DE ANIDACIÓN DE <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> Swainson, 1827 Y <i>Ara militaris</i> Linnaeus, 1766 EN UN BOSQUE DE PINO EN SAN DIMAS, DURANGO.....	3
1.1. RESUMEN.....	3
1.2. ABSTRACT.....	4
1.3. INTRODUCCIÓN.....	5
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.5. HIPÓTESIS.....	8
1.6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
1.6.1. Área de estudio.....	8
1.6.2. Fauna silvestre.....	9
1.6.3. Flora.....	11
1.6.4. Diseño de muestreo.....	11
1.6.5. Esquema de seguimiento.....	12
1.6.5.1. Esquema de seguimiento de <i>R. pachyrhyncha</i> y <i>A. militaris</i>	12
1.6.5.2. Evaluación de las variables del hábitat.....	14
1.6.5.3. Esquema de seguimiento de aves asociadas a <i>R. pachyrhyncha</i> y <i>A. militaris</i>	14
1.6.6. Análisis de datos.....	14
1.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
1.7.1. Diagnóstico descriptivo de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat.....	16
1.7.2. Caracterización ecológica de <i>sitios de anidación y de no anidación</i>	19
1.8. CONCLUSIÓN.....	26
1.9. LITERATURA CITADA.....	29

CAPÍTULO II. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE LA COTORRA SERRANA OCCIDENTAL <i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i> Swainson, 1827 y la GUACAMAYA VERDE <i>Ara militaris</i> Linnaeus, 1766: ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	35
2.1. RESUMEN.....	35
2.2. ABSTRACT.....	36
2.3. INTRODUCCIÓN.....	37
2.4. OBJETIVOS.....	40
2.5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
2.5.1. Estrategia de búsqueda.....	40
2.5.2. Indicadores bibliométricos.....	42
2.5.2.1. Análisis de indicadores unidimensionales.....	46
2.5.2.2. Análisis de indicadores multidimensionales.....	47
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
2.6.1. Resultados de los Indicadores unidimensionales.....	49
2.6.1.1. Crecimiento de la producción científica.....	49
2.6.1.2. Tipología documental.....	50
2.6.1.3. Capacidad idiomática.....	51
2.6.1.4. Revistas de publicación.....	52
2.6.1.5. Producción y productividad de los autores.....	54
2.6.2. Resultados de indicadores multidimensionales.....	54
2.6.2.1. Redes de coautoría entre países, instituciones y autores.....	54
2.6.2.2. Temáticas de investigación.....	56
2.6.2.3. Impacto de la investigación.....	58
2.7. CONCLUSIÓN.....	61
2.8. LITERATURA CITADA.....	63
CONCLUSIONES GENERALES.....	67

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1	Variables físicas y biológicas del nido evaluadas en los <i>sitios de anidación</i> y <i>sitios de no anidación</i>	13
Cuadro 1.2	Estadísticos descriptivos de las variables físicas y biológicas del nido registradas en <i>sitios de anidación</i> (n=8) en San Dimas, Durango.....	17
Cuadro 1.3	Estadística descriptiva de la vegetación arbórea del hábitat en <i>sitios de anidación</i> y <i>sitios de no anidación</i>	17
Cuadro 1.4	Resultados de la Regresión <i>cuasi</i> -Poisson mediante modelo GLM para las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en <i>sitios de anidación</i> y <i>sitios de no anidación</i>	19
Cuadro 1.5	Resultados de la prueba de Chi-cuadrada para las frecuencias observadas de psitácidos y de avifauna registrada en <i>sitios de anidación</i> en San Dimas, Durango.....	20
Cuadro 1.6	Resultados de los análisis Kruskal-Wallis de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en <i>sitios de anidación</i> y <i>sitios de no anidación</i> ; así como, de la avifauna registrada respecto de la frecuencia de psitácidos observados en <i>sitios de anidación</i> en San Dimas, Durango.....	21
Cuadro 1.7	Valores obtenidos de los tres primeros componentes principales para las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en <i>sitios de anidación</i>	22
Cuadro 1.8	Valores obtenidos de los tres primeros componentes principales para las especies del ensamblaje avifaunístico en <i>sitios de anidación</i>	23
Cuadro 1.9	Resultados obtenidos de los ARP para inferir posibles asociaciones entre el ensamblaje de aves y las frecuencias registradas de <i>R. pachyrhyncha</i> y <i>A. militaris</i> en los <i>sitios de anidación</i>	25
Cuadro 2.1	Principales revistas con más publicaciones sobre cotorra serrana y guacamaya verde.....	53
Cuadro 2.2	Principales autores con publicaciones relacionadas a cotorra serrana y/o guacamaya verde.....	54
Cuadro 2.3	Publicaciones más citadas sobre cotorra serrana y guacamaya verde entre 1967 y 2019.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Localización del área de estudio en el municipio de San Dimas, Durango.....	9
Figura 1.2	Estructura vertical de la vegetación arbórea en <i>sitios de anidación</i> y <i>sitios de no anidación</i>	19
Figura 2.1	Producción científica referente a cotorra serrana y guacamaya verde, entre 1967 y 2019.....	50
Figura 2.2	Tipología documental del total de registros sobre cotorra serrana y guacamaya verde.....	51
Figura 2.3	Idioma en que se encuentran publicados los registros documentales sobre cotorra serrana y guacamaya verde.....	52
Figura 2.4	Mapa bibliométrico de coautoría entre investigadores con al menos tres publicaciones sobre cotorra serrana y/o guacamaya verde.....	55
Figura 2.5	Mapa bibliométrico obtenido a partir de la frecuencia con que aparecen las palabras clave de los registros documentales analizados.....	56
Figura 2.6	Mapa bibliométrico obtenido a partir de los términos más frecuentes en <i>Títulos y Resúmenes</i> de los registros documentales analizados mediante minería de textos.....	57
Figura 2.7	Mapa bibliométrico de cocitación entre autores con más publicaciones relacionadas a cotorra serrana y/o guacamaya verde	59

INTRODUCCIÓN GENERAL

La Sierra Madre Occidental en San Dimas, Durango, es una región relevante para la conservación de la avifauna de México. Esta región alberga a las especies *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, dos psitácidos en Peligro de Extinción que juegan un rol ecológico, sociocultural y económico preponderante. Sin embargo, la investigación científica sobre estas especies es escasa y tiende a desarrollarse sobre poblaciones significativamente densas y en áreas ampliamente exploradas.

Por ello, uno de los objetivos de esta investigación fue determinar el efecto potencial de las variables físicas y biológicas del nido y del hábitat en sitios de anidación y de no anidación, así como inferir acerca de las posibles asociaciones entre la comunidad de aves y los psitácidos nidificantes. El segundo objetivo fue determinar el estado actual de la investigación científica sobre estos psitácidos.

Para cumplir el primer objetivo (Capítulo I), se registraron variables físicas, biológicas del nido y de la vegetación en los sitios de anidación y sitios de no anidación; igualmente, se registró la avifauna observada en sitios de anidación. Estos datos se sometieron a análisis de regresión Poisson y regresión cuasi-Poisson; pruebas no paramétricas de Chi-cuadrada y Kruskal-Wallis, y de componentes principales. Para obtener los indicadores bibliométricos (Capítulo II) acerca de la productividad, impacto y visibilidad de la investigación sobre estos psitácidos, se recabó y organizó la información científica disponible en bases de datos bibliográficas. Paralelamente, se generaron redes bibliométricas con VOSviewer.

Los resultados de esta investigación mostraron significancia estadística para siete variables en sitios de anidación. Se evidenció una asociación ecológica de dos

especies de aves con los psitácidos nidificantes. Asimismo, se encontraron 82 documentos distribuidos en 44 revistas científicas y publicados en un periodo de 57 años; de éstos, 90% son artículos científicos y el 82% están en inglés.

Se concluye que conocer las variables que inducen la selección de sitios para anidar por parte de estos psitácidos permitirá el diseño y aplicación de estrategias de manejo y conservación de estas dos especies en peligro de extinción. El análisis bibliométrico identificó la necesidad de emprender estudios relacionados con la biología molecular, sobre patologías y las referentes al manejo de bosques donde estas especies habitan.

CAPÍTULO I. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE SITIOS DE ANIDACIÓN DE *Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827 Y *Ara militaris* Linnaeus, 1766 EN UN BOSQUE DE PINO EN SAN DIMAS, DURANGO

Silvino Salvador Rosales Palestino, MC
Colegio de Postgraduados, 2021

1.1 RESUMEN

La cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) y la guacamaya verde (*Ara militaris*), ambas en peligro de extinción, son dos de los 22 psitácidos que habitan en México. Actualmente, *R. pachyrhyncha* presenta una distribución restringida a los bosques maduros y mejor conservados en el norte de la Sierra Madre Occidental. *A. militaris* se distribuye ampliamente en el territorio mexicano y en hábitats diversos. Las dos especies son simpátricas en San Dimas, Durango; sin embargo, en esta región, se llevan a cabo diversas actividades productivas que pueden impactar negativamente sus hábitats de anidación. Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto potencial de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en sitios de anidación y en sitios de no anidación para estos psitácidos, así como inferir acerca de las posibles asociaciones entre la comunidad de aves y los psitácidos nidificantes. Durante mayo a agosto de 2019 y de julio a octubre de 2020, se evaluaron variables físicas y del hábitat en sitios de anidación y de no anidación en parcelas circulares de 20 m de diámetro. Simultáneamente, se registró la avifauna presente en los sitios de anidación. La información recabada se analizó con regresión Poisson y regresión *cuasi*-Poisson; pruebas no paramétricas de Chi-cuadrada y Kruskal-Wallis, y análisis de componentes principales. Los resultados descriptivos demostraron una tendencia hacia el norte y noreste en la orientación de los nidos (n=8), el estrato superior (>25 m) fue el que presentó la menor densidad de árboles. Las variables que mostraron significancia estadística para los sitios de anidación fueron: altitud, azimuth de la entrada del nido, azimuth a la copa protectora, número de cavidades, cobertura arbórea, distancia al cuerpo de agua y diámetro normal del árbol nido. Se evidenció una asociación ecológica del chipe rojo (*Cardellina rubra*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) con los psitácidos nidificantes. Se concluye que conocer las variables que inducen la selección de sitios para anidar por parte de estos psitácidos, permitirá el diseño y aplicación de estrategias de manejo y conservación de estas dos especies en peligro de extinción. Asimismo, se considera importante llevar a cabo monitoreos comunitarios y que la observación de estos psitácidos mediante programas ecoturísticos derive en acciones de manejo, conservación y de ingresos económicos.

Palabras clave: Sierra Madre Occidental, hábitat, fauna silvestre, ornitología, Psittacidae, cotorra serrana occidental, guacamaya verde, reproducción, conservación.

CHAPTER I. ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF NESTING SITES OF *Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827 Y *Ara militaris* Linnaeus, 1766 IN A PINE FOREST AND IN SAN DIMAS, DURANGO

Silvino Salvador Rosales Palestino, MSc
Colegio de Postgraduados, 2021

1.2. ABSTRACT

The thick-billed parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) and the military macaw (*Ara militaris*), both Endangered species, are two of the 22 Psittacidae species that inhabit Mexico. Currently, *R. pachyrhyncha* has a distribution restricted to the mature and best-preserved forests in the north of the Sierra Madre Occidental. *A. militaris* is widely distributed in the Mexican territory and in diverse habitats. Both species are sympatric in San Dimas, Durango. However, diverse productive activities executed in this region can negatively impact the nesting habitats of these species. Therefore, the objective of this research was to determine the potential effect of the physical and biological variables of the nest and of the habitat in nesting and non-nesting sites for these Psittacidae species, as well as inferring about the possible associations between the bird community and the nesting parrots. The physical and biological variables of the nesting and non-nesting sites was gathered during May to August 2019 and from July to October 2020, using in circular plots of 20 m in diameter. Simultaneously, the avifauna present in the parrot nesting sites was recorded. The information collected was analyzed with Poisson regression and quasi-Poisson regression; using nonparametric chi-square tests and Kruskal-Wallis tests, and principal component analysis. The descriptive results showed a tendency towards the north and northeast in the nests orientation ($n = 8$); and the upper stratum (> 25 m) presented the lowest tree density. The variables with statistical significance for the nesting sites were: altitude, nest azimuth, azimuth to the top of the protective tree, number of cavities, percentage of coverage, distance to the nearest body of water, and normal diameter. In addition, an ecological association of the red warbler (*Cardellina rubra*) and the turkey vulture (*Cathartes aura*) with nesting Psittacidae was detected. In conclusion, knowing the variables that induce the selection of nesting sites will allow the design and application of management and conservation strategies for these two endangered species. Likewise, it is considered important to carry out community monitoring and bird observation through ecotourism programs, and that both lead to management, conservation, and income-generation actions.

Keywords: Sierra Madre Occidental, habitat, wildlife, ornithology, Psittacidae, thick-billed parrot, military macaw, breeding, conservation.

1.3. INTRODUCCIÓN

La familia Psittacidae comprende 350 especies ampliamente distribuidas por el mundo, son un grupo de aves con plumajes coloridos y de comportamiento social, son consideradas especies carismáticas; por ello, su uso como fauna de compañía es bastante común y son extraídas de su hábitat para el comercio ilegal (Cantú *et al.*, 2007). Lo anterior, ha contribuido a que aproximadamente un 28% de este grupo avifaunístico esté catalogado en algún estatus de riesgo (White *et al.*, 2012). Aunado a ello, la deforestación y cambio de uso de suelo ha derivado en la perturbación de sus hábitats y la fragmentación de sus áreas de distribución (Marín-Togo, 2012; Monterrubio-Rico *et al.*, 2016). Un aspecto etológico que distingue a los psitácidos, es su monogamia reproductiva y de crianza, mediante la cual establecen un vínculo social frágil de por vida (Juniper y Parr, 1998); lo que podría impactar negativamente la viabilidad de sus poblaciones.

En México existen 22 especies de psitácidos ampliamente distribuidas y cuyos hábitats abarcan las vertientes del Golfo y del Pacífico (Plasencia-Vázquez y Escalona-Segura, 2014), la Península de Yucatán (Plasencia-Vázquez *et al.*, 2014), algunas islas del Pacífico (Forshaw, 1989) y algunas porciones montañosas que albergan a *Rhynchopssita pachyrhyncha* Swainson, 1827 y *R. terresi* (Lanning y Shiflett, 1983). En cualquiera de estas regiones del país, la estructura y dinámica poblacional de estos psitácidos se han alterado debido al tráfico ilegal y a la pérdida del hábitat adecuado para su reproducción y su alimentación (Ríos Muñoz y Navarro-Sigüenza, 2009; De la Parra-Martínez *et al.*, 2015); en consecuencia, sólo una de estas especies de aves

(*Amazona autumnalis*), no se encuentra considerada en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

La provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental que abarca porciones de los estados de Chihuahua y Durango (González-Medrano, 2004) es una región relevante para la conservación de aves (Kobelkowsky-Vidrio *et al.*, 2014; López Segoviano *et al.*, 2019), especialmente psitácidos, pues en algunas zonas de esta región, se establece una distribución simpátrica entre *R. pachyrhyncha* y *Ara militaris* Linnaeus, 1766.

Particularmente, el municipio de San Dimas, Durango, presenta rodales forestales del género *Pinus* donde habitan *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, ambas especies se distinguen por ser los psitácidos cuyo rango de distribución natural es el más norteño en todo el Continente Americano. En estos rodales forestales se practican actividades productivas como la extracción maderable, ganadería, agricultura y otras como cacería y extracción de fauna (CONABIO, 2017); las cuales requieren una regulación constante para minorar posibles amenazas al equilibrio ecológico de esta región. *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* juegan roles ecológicos, socioculturales y económicos preponderantes; por ejemplo, por sus hábitos alimenticios promueven la dispersión de semillas; son consideradas especies indicadoras, sombrilla o bandera; son atractivas como mascotas, apreciadas en el ecoturismo y la fotografía, y son un icono de la biodiversidad nacional. A pesar de ello, los estudios sobre *R. pachyrhyncha* son escasos, la mayoría de ellos se han enfocado en biología reproductiva y evaluación de poblaciones en áreas ampliamente exploradas (Lawson y Lanning, 1981; Lanning y Shiflett, 1983; Enkerlin-Hoeflich, 1998), desatendiéndose aquellas poblaciones remanentes y aisladas; otros estudios han versado sobre aspectos importantes de su

distribución (Monterrubio-Rico *et al.*, 2015); sin embargo, se necesita profundizar en aquellas áreas con registros esporádicos de la especie. La investigación científica relacionada con *A. militaris* se ha centrado en ecología trófica y ámbito hogareño (Rivera-Ortiz *et al.*, 2013; Ramírez-Albores, 2016). No obstante, siguen siendo pertinentes estudios sobre aspectos ecológicos de su reproducción, características de hábitats diferentes a los descritos previamente y sobre asociaciones ecológicas con otras aves. Adicionalmente, ambas especies de psitácidos se encuentran enlistadas en Peligro de Extinción (P) según la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto potencial de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en sitios de anidación, y de las variables físicas y del hábitat en sitios de no anidación; así como inferir acerca de las posibles asociaciones entre la comunidad de aves y los psitácidos nidificantes en un bosque de Pino en San Dimas, Durango.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto potencial de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en *sitios de anidación* de psitácidos en contraste a *sitios de no anidación*, así como inferir posibles asociaciones ecológicas entre los psitácidos nidificantes y la comunidad de aves en un bosque de Pino en San Dimas, Durango.

1.4.2. Objetivos particulares

1) Determinar el posible efecto de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat sobre los *sitios de anidación* para ambas especies de psitácidos.

2) Identificar la relación potencial de las variables físicas y del hábitat sobre los *sitios de no anidación*.

3) Conocer la asociación entre los psitácidos y una comunidad de aves, característica de este tipo de bosque de pino.

1.5. HIPÓTESIS

1) No hay una relación causal entre los psitácidos y las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat; por lo que éstas son similares en su relevancia y no determinan el establecimiento de *sitios de anidación*.

2) Los *sitios de no anidación* para ambos psitácidos no están relacionados con las variables físicas y de hábitat.

3) Los psitácidos no se asocian ecológicamente con la avifauna presente en un bosque de pino.

1.6. MATERIALES Y MÉTODOS

1.6.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza al noroeste del municipio de San Dimas, Durango, cerca del poblado San Miguel de Cruces; entre las coordenadas 24° 30' 52" y 24° 21' 27" Norte y 105° 54' 41" y 105° 48' 48" Oeste, con un gradiente altitudinal de 1800 y 3146 msnm; abarcando porciones del ejido Vencedores y Anexos y limitando con otros: Saporís, al noreste; Gavilanes, al oeste; Cuevecillas, al sur, y entre algunos predios particulares (Figura 1.1). De acuerdo a la clasificación de García (2004), el clima

predominante corresponde a templado semifrío, subhúmedo con lluvias en verano y precipitación invernal escasa, C(E)(w₂)(x'); la temperatura varía de los -3°C en diciembre-enero hasta los 33°C en abril-mayo y la precipitación anual oscila entre los 851 a 1,140 mm.

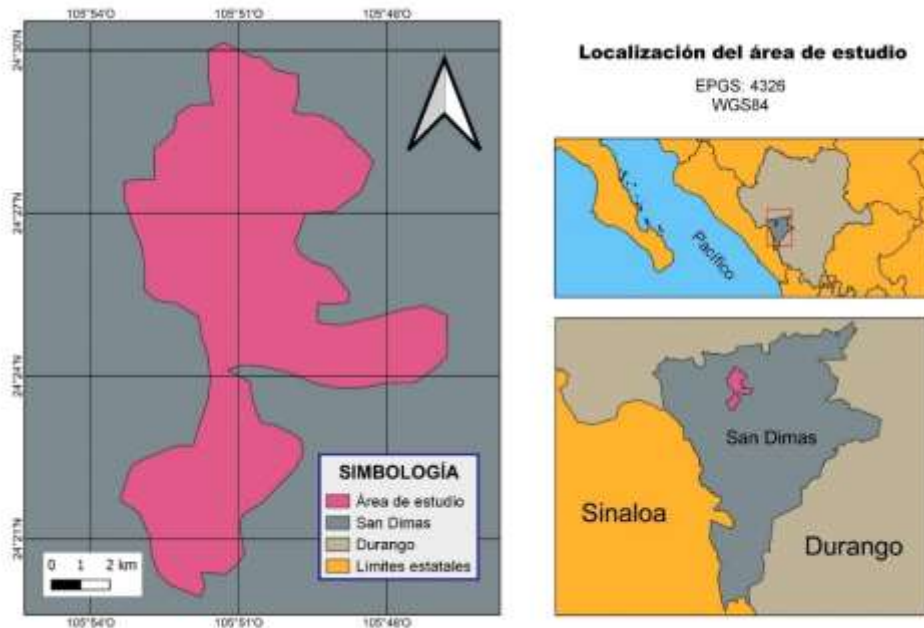


Figura 1.1. Localización del área de estudio en el municipio de San Dimas, Durango.

1.6.2. Fauna silvestre

La fauna silvestre está integrada por especies propias de zonas templadas; enlistando a continuación 47 de las más representativas y de las cuales 18 son mamíferos, 21 aves y 8 reptiles:

Mamíferos. En el área de estudio habitan el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus cuesi*), el pecaí de collar (*Dicotyles tajacu*), el gato montés (*Lynx rufus*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coyote (*Canis latrans*), el mapache (*Procyon lotor*), el tejón (*Nasua narica*), el armadillo de nueve bandas (*Dasybus novemcintus*), el

zorrillo listado (*Mephitis macroura*), ardillas de árboles (*Sciurus aberti*, *Sciurus nayaritensis* y *Sciurus niger*), la ardilla pedrera (*Spermophilus variegatus*), el chichimoco de Durango (*Neotamias durangae*), la tuza (*Thomomys umbrinus*), rata de campo (*Neotoma mexicana*), ratones de campo (*Peromyscus sp* y *Sigmodon sp.*) y el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) (UCODEFO No. 4, 2004; CONABIO, 2017).

Aves. Dentro de la avifauna presente se encuentra el cócono (*Meleagris gallopavo mexicana*), la paloma de collar (*Patagioenas fasciata*), la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), la paloma huilota (*Zenaida macroura*), la codorniz de Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*), la codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), el cuervo común (*Corvus corax*), el zopilote aura (*Cathartes aura*), la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), la lechuza de campanario (*Tyto alba*), calandrias (*Icterus spp.*), el corcobe o tapacaminos (*Antrostomus vociferus*), pájaros carpinteros (*Colaptes auratus* y *Melanerpes formicivorus*), el pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), la golondrina común (*Hirundo rustica*), el colibrí de orejas blancas (*Basilinna leucotis*), el trogón orejón (*Euptilotis neoxenus*), la coa elegante (*Trogon elegans*) y por supuesto, las aves de interés para este estudio: la cotorra serrana occidental (*R. pachyrhyncha*) y la guacamaya verde (*A. militaris*) (UCODEFO No. 4, 2004; CONABIO, 2017).

Reptiles. Entre los reptiles más comunes está la víbora de cascabel cola negra (*Crotalus molossus*), la víbora de cascabel manchas gemelas (*Crotalus pricei*), serpiente de Gopher o topera (*Pituophis spp.*), culebras de agua (*Thamnophis spp.* y *Storeria spp*), el escorpión (*Barisia sp*), lagartijas espinosas (*Sceloporus spp.*) y el camaleón cornudo serrano (*Phrynosoma orbiculare*) (UCODEFO No. 4, 2004; CONABIO, 2017).

1.6.3. Flora

La vegetación arbórea predominante, está constituida por árboles perennifolios como coníferas de los géneros: *Pinus* (*P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. leiophylla*, *P. teocote*, *P. lumholtzii*, *P. strobiformis*, *P. engelmannii*), *Juniperus*, *Cupressus*, y las especies: *Abies durangensis* y *Pseudotsuga menziesii*, los cuales generalmente se encuentran en los climas templados y fríos de zonas altas. Asimismo, se observan bosques mixtos con asociaciones entre *Pinus* y *Quercus* (*Q. rugosa*, *Q. sideroxylla*, *Q. crassifolia*, *Q. striatula*, *Q. durifolia*, *Q. laeta*), con dominancia de los primeros sobre las especies de encino; también existe presencia frecuente de *Arbutus* (*A. chiapensis*, *A. bicolor*, *A. madrensis*, *A. tessellata*, *A. arizonica*, *A. xalapensis*), y de manera aislada *Prunus serotina* y *Alnus acuminata* (UCODEFO No. 4, 2004; Návar-Cháidez, y González-Elizondo, 2009; CONABIO, 2017).

1.6.4. Diseño de muestreo

En este estudio, se estableció un diseño de muestreo sistemático a conveniencia (Albert *et al.*, 2010), empleando simultáneamente un esquema de seguimiento no probabilístico de tipo focal (Altmann, 1974) para la búsqueda y localización de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*. El muestreo sistemático a conveniencia consistió en seleccionar la población objeto (área de estudio) y definir elementos uniformes (Lacourly, 2011), es decir, se estableció sobre ella una malla uniforme dispuesta en cuadrícula; a cada cuadro con una superficie de 0.5 ha se le denominó Unidad de Elección (UEI), de las cuales fueron elegidas aquellas que fueron más fácilmente accesibles, en virtud de la topografía accidentada del terreno (Celís de la Rosa y Labrada-Martagón, 2014).

1.6.5. Esquema de seguimiento

En cada una de las UEI accesibles se utilizó un esquema de seguimiento focal; el cual consistió en que el observador siguiera desde un punto fijo y de manera focalizada, la presencia de cualquiera de ambos psitácidos exhibiendo comportamientos potencialmente reproductivos por al menos 20 segundos, tales como el cortejo y el picoteo a troncos deteriorados en pie. Una vez que el establecimiento de un nido se volvía evidente dentro de las UEI, se les denominó *sitios de anidación* (n=8) para llevar a cabo los muestreos. Adicionalmente, por cada uno de esos sitios, se seleccionaron de manera aleatoria tres *sitios de no anidación* (n=24). Para establecerlos, se tomó como punto de partida el centro de cada *sitio de anidación*, es decir, el árbol nido; a partir de ahí se eligió aleatoriamente una de ocho posibles orientaciones (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°) y de la misma manera, una de tres posibles distancias (100 m, 200 m, 300 m). Una vez ubicado el punto aleatorio, se localizaba el árbol más cercano con un diámetro normal $\geq 15\text{cm}$ y se consideraba como árbol central de cada *sitio de no anidación*. En total se establecieron 32 sitios, en los cuales se monitorearon y evaluaron las variables consideradas en la presente investigación (Altmann y Altmann, 2003).

1.6.5.1. Esquema de seguimiento de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*

De julio a agosto de 2019 y de julio a octubre de 2020, se realizaron 12 monitoreos cada 15 días naturales, cada muestreo tuvo una duración de dos días. Los muestreos se realizaban de las 08:00 a las 17:00 h, este horario incluyó las horas de mayor actividad diurna de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* (González-García, 2011; Palavecino, 2018). Los muestreos consistieron en el monitoreo de las aves con el

esquema de seguimiento de recuento en Puntos con Radio Fijo de 25 m (Ralph *et al.*, 1997) y en la toma de las variables biológicas del nido. El seguimiento de ambas especies de psitácidos se ejecutó de manera sincrónica a su temporada reproductiva (julio-octubre) (Lanning y Shiftlet, 1983; Snyder *et al.*, 1999; Monterrubio-Rico *et al.*, 2015). El método empleado consistió en establecer un punto de observación con radio fijo, al cual inicialmente el observador, deja pasar 1 min para que las aves se adecuen a su presencia, después de éste, durante 10 min, se registró visual y auditivamente a las aves dentro y fuera del mismo. En dichos puntos se registró el número de individuos de psitácidos, las variables físicas y las variables biológicas del nido (Cuadro 1.1). Para el monitoreo se emplearon binoculares marca Bushnell 8X 42 mm y se identificaron con las guías de *Aves de México* (Peterson y Chalif, 1989) y *Aves de Norteamérica* (National Geographic Society, 2002).

Cuadro 1.1. Variables físicas y biológicas del nido evaluadas en los *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

Tipo de variable	Variable	Instrumento
Físicas	Altitud y coordenadas	GPS Garmin
	Pendiente	Clinómetro SUUNTO PM-5/360PC
	Exposición de la pendiente	Brújula Brunton Eclipse 5889
	Distancia a cuerpo de agua	Distanciómetro (Bushnell)
Biológicas	Especie de árbol nido/central*	Visualmente
	Etapas de descomposición del árbol nido	Visualmente
	Diámetro normal del árbol nido/central*	Cinta métrica Truper 20m-66'
	Altura total del árbol nido/central*	Clinómetro SUUNTO PM-5/360PC
	Altura de la entrada del nido	Clinómetro SUUNTO PM-5/360PC
	Azimut de la entrada del nido	Brújula Brunton Eclipse 5889
	Número de cavidades	Visualmente
	Presencia de árbol protector (APr)	Visualmente
	Altura del APr	Clinómetro SUUNTO PM-5/360PC
	Distancia al APr	Cinta métrica Truper 20m-66'
	Azimut a la copa protectora	Brújula Brunton Eclipse 5889

* Variables biológicas que fue posible tomar del árbol central en lugar del árbol nido para el caso de los *sitios de no anidación*.

1.6.5.2. Evaluación de las variables del hábitat

Las variables consideradas en este estudio para evaluar y describir el hábitat fueron: tipo de vegetación, cobertura arbórea (%), estratos arbóreos (II, III, IV, V, y VI), altura de los árboles y su diámetro normal ($DN \geq 15$ cm; a 1.30 m). Para la toma de variables, los *sitios de anidación* y los *sitios de no anidación* fueron delimitados en Parcelas Circulares de 20 m de diámetro (Solís y Gutiérrez, 1990), considerándose como el centro de las mismas, el árbol nido y el árbol central, respectivamente.

1.6.5.3. Esquema de seguimiento de aves asociadas a *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*

En este estudio también se monitorearon las aves asociadas a los *sitios de anidación* de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*; de ellas se registró la especie y número de individuos (Ralph *et al.*, 1997).

1.6.6. Análisis de datos

A la información de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat registrada en *sitios de anidación*, se le determinó su estadística descriptiva, este análisis se realizó en *jamovi* Versión 1.6 (The Jamovi Project, 2021). Asimismo, la altura de los árboles registrados en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación* se graficó en Microsoft Excel 2019.

Para determinar el efecto posible de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat sobre las frecuencias registradas de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* en *sitios de anidación*, se aplicó un análisis de Regresión *cuasi-Poisson* (ARcP) (Potts y Elith, 2006, Ver Hoef y Boveng, 2007; Neri *et al.*, 2017). En este análisis, las variables independientes fueron las físicas, biológicas del nido y del hábitat y las dependientes

las frecuencias observadas de psitácidos en *sitios de anidación*, ajustando las primeras a las segundas, mediante modelos lineales generalizados (GLM). Además, en cada uno de ellos se utilizó un procedimiento de selección de variables por pasos (Stepwise) el cual consistió en introducir en el modelo todas las variables e ir eliminando del mismo, una a una, aquellas que no cumplían la condición de significancia estadística establecida. Adicionalmente, para obtener el ajuste del mejor modelo que describiera la varianza de mayor peso en el fenómeno bajo estudio, se empleó el criterio del mínimo Akaike (Dos Santos y Mora, 2007). Dichos análisis se llevaron a cabo en *R* versión 4.1.0 2021 (R Core Team, 2021).

Para evaluar la proporción de registros de las frecuencias de psitácidos y la avifauna observada en los *sitios de anidación*, en contraste con las frecuencias estimadas por el modelo que potencialmente se pueden registrar en dichos sitios; se emplearon pruebas de bondad de ajuste de Chi-cuadrada para tablas independientes (Infante, 1986; Borda, 2013) para dos o más muestras. Dichos análisis se llevaron a cabo en JMP Pro 14.0.0.

Por otro lado, con el fin de identificar posibles diferencias entre las variables físicas, biológicas y del hábitat (vegetación) en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*; así como, posibles diferencias entre la comunidad de aves en *sitios de anidación*, que exhibieron un efecto sobre los psitácidos en el análisis de Regresión Poisson (ARP; ver más adelante), se utilizaron pruebas de Kruskal-Wallis (K-W) (Zar, 1999; Seefeld y Linder, 2007), éstas se llevaron a cabo en JMP Pro 14.0.0.

Para reconocer asociaciones potenciales de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat con los *sitios de anidación* y, además, entre la avifauna registrada

(n=36 especies) y los *sitios de anidación*, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) (Jongman *et al.*, 1995; Rey *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 1998; Ugalde-Lezama, 2012). Dichos análisis se desarrollaron en *R* versión 4.1.0 2021 (R Core Team, 2021).

Por último, para inferir posibles asociaciones entre el ensamblaje de aves y las frecuencias registradas de ambos psitácidos (*R. pachyrhyncha* y *A. militaris*) en los *sitios de anidación*, se aplicó un análisis de Regresión *Poisson* (ARP); la estructura del modelo se ajustó mediante GLM y para determinar el mejor modelo, se consideró el criterio de clasificación del mínimo Akaike (Dos Santos y Mora, 2007). Dichos análisis se llevaron a cabo en *R* versión 4.1.0 2021 (R Core Team, 2021). En todos los casos de análisis descritos se consideró un $\alpha=0.05$.

1.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.7.1. Diagnóstico descriptivo de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat

La evaluación de estas variables se realizó en un total de 32 sitios; 8 *sitios de anidación* y 24 *sitios de no anidación*. En relación a la avifauna registrada, se observó un ensamblaje avifaunístico conformado por 36 especies en los *sitios de anidación*. Entre los valores de la media (\bar{X}) y la desviación estándar (σ) de las variables físicas y biológicas correspondientes a *sitios de anidación*, destacan los promedios de la altitud registrada con 2,675.1 m; el azimut de la entrada del nido con 115°, el cual en casi

todos los casos fue registrado hacia el Norte y Noreste; el DN del árbol nido con 84.1 cm (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Estadísticos descriptivos de las variables físicas y biológicas del nido registradas en *sitios de anidación* (n=8) en San Dimas, Durango.

Variable	\bar{X}	σ
Altitud	2675.1	69.7
Azimut de la entrada del nido	115.6	92.1
Azimut a la copa del árbol protector	32.9	38.8
Número de cavidades	8.4	7
Cobertura arbórea	34.8	14.8
Distancia al cuerpo de agua	91.1	191.3
Diámetro normal del árbol nido	84.1	28.1

Con respecto a las variables del hábitat, en las cuales se consideró el total de la vegetación arbórea; en los *sitios de anidación* se registraron los árboles de mayor altura y correspondieron a *Pinus durangensis*, *Pseudotsuga sp.* y *P. cooperi*, respectivamente. El mayor diámetro normal, también se presentó en *sitios de anidación* y correspondió a ejemplares de *Pseudotsuga sp.* Adicionalmente, no hubo presencia de *Alnus sp.* en ningún *sitio de anidación* ni de *Abies durangensis* en *sitios de no anidación* (Cuadro 1.3).

Cuadro 1.3. Estadística descriptiva de la vegetación arbórea del hábitat en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

Especie	Sitios de anidación		Sitios de no anidación	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
	Altura			
<i>Alnus sp.</i>	0	0	8.8	1.4
<i>Arbutus sp.</i>	9.2	2.4	7	2.4
<i>Juniperus sp.</i>	8.7	3.8	8.8	2.4
<i>Abies durangensis</i>	21	0	0	0
<i>Pinus sp.</i>	15.1	4.1	16.7	5.4
<i>P. cooperi</i>	16.8	6	16.2	5.5
<i>P. durangensis</i>	21	5	16.4	6.3
<i>P. strobiformis</i>	14.1	4.9	14.2	3.8
<i>P. teocote</i>	9.8	3	16.6	4

Cuadro 1.3. Estadística descriptiva de la vegetación arbórea del hábitat en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

Especie	Sitios de anidación		Sitios de no anidación	
	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Altura				
<i>Pseudotsuga sp.</i>	17.7	5.6	18.9	9.3
<i>Quercus sp.</i>	10.5	5	12.6	5
Diámetro normal				
<i>Alnus sp.</i>	0	0	19	3.5
<i>Arbutus sp.</i>	18.8	6.6	18.4	4.4
<i>Juniperus sp.</i>	23.6	5.6	22	5.1
<i>Abies durangensis</i>	31	0	0	0
<i>Pinus sp.</i>	27.1	8.6	27.5	8.8
<i>P. cooperi</i>	28.2	10.8	25.2	9.8
<i>P. durangensis</i>	28.5	11.8	22.8	8.2
<i>P. strobiformis</i>	24.1	11	22.9	7.7
<i>P. teocote</i>	21.4	4.7	26	8.7
<i>Pseudotsuga sp.</i>	35.6	20.7	29.2	12.6
<i>Quercus sp.</i>	22.6	9.3	36	22.4

En relación a la altura de las especies arbóreas registradas y de manera general; en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*, se identificaron tres estratos: a) inferior (< 15 m), b) medio (de 15 a 25 m) y c) superior (> 25 m). El estrato superior es el que presentó menor abundancia arbórea (Figura 1.2) y el de mayor abundancia fue el estrato inferior. Cabe señalar que la variable estratos arbóreos en los análisis subsecuentes incluyó más categorías.

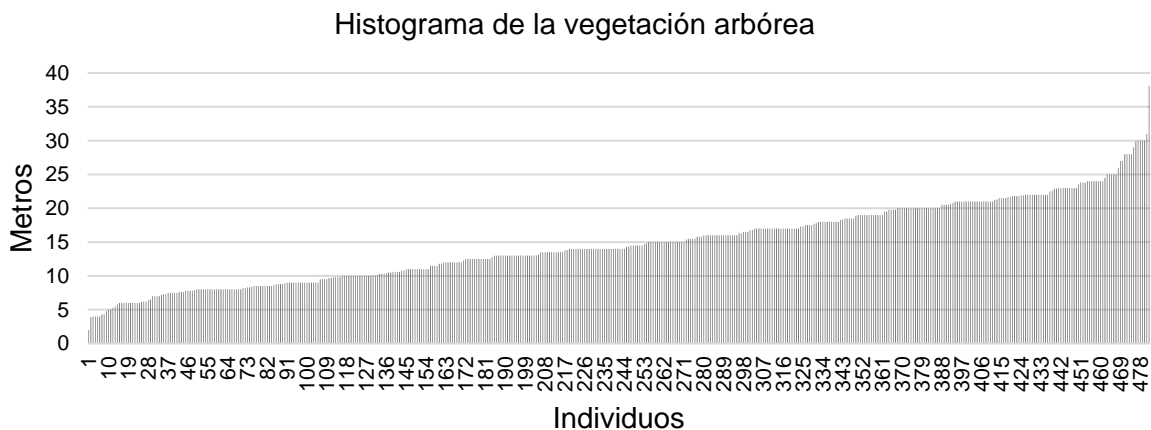


Figura 1.2. Estructura vertical de la vegetación arbórea en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

1.7.2. Caracterización ecológica de *sitios de anidación* y de *no anidación*.

De acuerdo a los ARcP, las variables que más explicaron la presencia de psitácidos anidando fueron siete (Cuadro 1.4). En los *sitios de anidación*, las variables que más determinaron tal presencia fueron la altitud, la cobertura arbórea, la distancia al cuerpo de agua, el diámetro normal del árbol nido, el azimut de la entrada del nido, el azimut a la copa protectora y el número de cavidades. El estrato arbóreo III y el estrato arbóreo IV mostraron significancia sólo en *sitios de no anidación*.

Cuadro 1.4. Resultados de la Regresión *cuasi*-Poisson mediante modelo GLM para las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

Variables	Estimado	Error estándar	Valor z	Pr (> z)	Código
Sitios de anidación					
(Intercepto)	-24.8	4.85E-13	-5.1064E+13	<2e-16	***
Altitud	0.0107	1.9E-16	5.6276E+13	<2e-16	***
Azimut de la entrada del nido	-0.000873	4.13E-17	-2.1141E+13	<2e-16	***
Azimut a la copa protectora	-0.0199	2.34E-16	-8.4989E+13	<2e-16	***
Número de cavidades	0.0594	8.8E-16	6.7542E+13	<2e-16	***
Cobertura arbórea	0.00661	2.69E-16	2.4592E+13	<2e-16	***
Distancia al cuerpo de agua	-0.00389	7.3E-17	-5.3203E+13	<2e-16	***

Cuadro 1.4. Resultados de la Regresión *cuasi*-Poisson mediante modelo GLM para las variables físicas, biológicas del nido y de hábitat en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*.

Variabes	Estimado	Error estándar	Valor z	Pr (> z)	Código
Sitios de anidación					
Diámetro normal del árbol nido	-0.0214	3.38E-16	-6.3351E+13	<2e-16	***
Sitios de no anidación					
(Intercepto)	2.79	4.31E-15	6.47E+14	<2e-16	***
Diámetro normal del árbol central	-0.00473	2.71E-17	-1.74E+14	<2e-16	***
Estrato arbóreo III	0.0295	1.17E-15	2.53E+13	<2e-16	***
Estrato arbóreo IV	-1.18	6.56E-15	-1.81E+14	<2e-16	***

Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 ''

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ($p < 0.05$) del modelo GLM realizado con datos de *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*, ajustados con una regresión por pasos hacia atrás (*Stepwise*) entre la abundancia de psitácidos (Y) y las variables físicas, biológicas y de la vegetación (X); asumiéndose una distribución de *cuasi*-Poisson en la abundancia y aplicando un logaritmo como función de enlace.

Con base a los resultados de las pruebas Chi-cuadrada se puede decir que las frecuencias observadas, tanto de psitácidos como de la avifauna asociada registrada en los *sitios de anidación*, difirieron de las esperadas (Cuadro 1.5). Para el caso específico de los psitácidos, estos resultados pudieran atribuirse a que, si bien, estas aves suelen formar colonias durante la etapa reproductiva, también mantienen cierta territorialidad. Algo similar, pudiera ocurrir con la avifauna asociada observada, al verse desplazada durante dicha etapa.

Cuadro 1.5. Resultados de la prueba de Chi-cuadrada para las frecuencias observadas de psitácidos y de avifauna registrada en *sitios de anidación* en San Dimas, Durango.

Estimador	N	Grados de libertad	R²(U)	Chi-cuadrada	Prob. > Chi-cuadrada
Psitácidos en <i>sitios de anidación</i>	8	21	1	24	0.2931
Avifauna en <i>sitios de anidación</i>	8	35	0.8333	40	0.2578

El análisis K-W no encontró diferencias estadísticas significativas para las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat entre en los *sitios de anidación* y *sitios*

de no anidación; por lo que no se rechaza la hipótesis por sus implicaciones en el tipo de error, infiriéndose que las variables evaluadas son indistintas entre sitios (Cuadro 1.6). Por otra parte, sí se identificaron diferencias significativas entre dos especies de aves asociadas y las frecuencias de psitácidos en *sitios de anidación*, lo cual posibilita rechazar la hipótesis nula, al evidenciarse que las medianas de las poblaciones de aves, con algún grado de asociación, no son iguales y varían en función de la frecuencia de psitácidos observados en *sitios de anidación*. Estos resultados son similares a los obtenidos por Silva-Piña *et al.*, (2018) cuyo objetivo fue caracterizar el hábitat de *Strix occidentalis lucida* en la Sierra Madre Occidental. Por su parte Herrera (2018) utilizó este análisis para determinar diferencias en la diversidad de aves observadas en dos temporalidades distintas, contrastando lo registrado en lluvias con lo registrado en secas.

Cuadro 1.6. Resultados de los análisis Kruskal-Wallis de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en *sitios de anidación* y *sitios de no anidación*; así como, de la avifauna registrada respecto de la frecuencia de psitácidos observados en *sitios de anidación* en San Dimas, Durango.

	Chi-cuadrada	Grados de libertad	Prob > Chi-cuadrada
Sitios	K-W para variables en Sitios		
Anidación	0.5368	7	0.9993
No anidación	0.0365	2	0.9819
Especie de ave	K-W para avifauna y frecuencias de psitácidos		
<i>Cardellina rubra</i>	15.3214	3	0.0016
<i>Cathartes aura</i>	10.66	3	0.0137

El ACP para evaluar la varianza de los conjuntos de las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en *sitios de anidación*, indicó que los tres primeros componentes explicaron un 84% de la variabilidad de la información (Cuadro 1.7). Las variables con mayor peso en el CP1 fueron la variable física: pendiente y las variables

biológicas del nido: altura de la entrada del nido y azimut a la copa protectora. En el CP2 lo fue la variable física: exposición de la pendiente; la variable del hábitat (vegetación): cobertura arbórea. Por último, la variable con mayor peso del CP3 fue la variable física: distancia al cuerpo de agua.

Cuadro 1.7. Valores obtenidos de los tres primeros componentes principales para las variables físicas, biológicas del nido y del hábitat en *sitios de anidación*.

Factores de carga			
Variables	CP1	CP2	CP3
Altitud	0.34744941	0.15660478	0.30906585
Azimut de la entrada del nido	0.09810836	-0.44035995	0.4353503
Azimut a la copa protectora	-0.3517587	0.17560476	-0.04131548
Número de cavidades	-0.32117249	0.00402086	0.00343602
Cobertura arbórea	0.04759237	0.50848861	0.15487281
Distancia a cuerpo de agua	0.20804481	0.17179292	0.57654285
Diámetro normal del árbol nido	0.33655211	-0.10306454	-0.31306595
Exposición de la pendiente	0.05263453	0.60052756	0.00866808
Altura de la entrada del nido	0.27192182	0.11835449	-0.49603036
Altura total del árbol nido	0.38030452	0.18336184	-0.08209469
Distancia al APr	-0.3404566	0.12781525	-0.02427519
Pendiente	0.38301255	-0.16555859	-0.07336237
Desviación estándar	2.3725258	1.6014048	1.3752629
Proporción de la varianza	0.4690732	0.2137081	0.1576123
Proporción acumulada	0.4690732	0.6827813	0.8403936

Asimismo, los resultados del ACP para el conjunto de especies de aves observadas en *sitios de anidación*, los tres primeros componentes principales explicaron el 74% de la varianza acumulada (Cuadro 1.8). Las especies de aves asociadas en *sitios de anidación* identificadas en el CP1 fueron: *Sialia mexicana*, *Bubo virginianus* y una especie indeterminada referida como Passeridae *gén. sp. 1*. En el CP2 se identificó a *Dryobates villosus* y *Tyrannus vociferans* y en el CP3 a *Phalaenoptilus nuttallii*.

Con anterioridad, este tipo de análisis ha sido propuesto para disminuir el tamaño de la matriz de variables descriptoras de la estructura del hábitat y para modelar la abundancia de las aves ante los gradientes ambientales descritos por los tres primeros ejes del CP(x), realizando ajustes de la variable “y” a las variables “x”, mostrando eficiencia al analizar relaciones entre las aves y sus hábitats (González, 2003). ACP han sido utilizados para explicar relaciones entre variables específicas del hábitat con aspectos morfométricos de aves (Colorado, 2004) donde se consideran los coeficientes del primer factor para explicar las variables de mayor peso en la varianza; por su parte Ugalde-Lezama (2012) describió los gradientes de las variables de la vegetación mediante ACP.

Cuadro 1.8. Valores obtenidos de los tres primeros componentes principales para las especies del ensamblaje avifaunístico en *sitios de anidación*.

Especies	Factores de carga		
	CP1	CP2	CP3
<i>Bubo virginianus</i>	0.27758171	0.00540752	0.09243256
<i>Buteo jamaicensis</i>	0.22591777	0.055467	-0.10780649
<i>Cardellina rubra</i>	-0.0229966	0.273679	-0.09033368
<i>Cathartes aura</i>	0.17067192	-0.17206905	-0.18638216
<i>Certhia americana</i>	0.09313067	0.25603031	0.05076685
<i>Colaptes auratus</i>	0.26756607	-0.04465065	-0.06212535
<i>Corvus corax</i>	0.03471604	-0.10522914	0.28501801
<i>Cyanocitta stelleri</i>	0.19875088	-0.09220079	-0.09720193
<i>Dryobates villosus</i>	-0.09464574	0.30168823	-0.0459024
<i>Empidonax sp.</i>	0.23474562	0.141401	0.08110077
<i>Euptilotis neoxenus</i>	0.05802812	0.1826182	0.29979179
<i>Haemorhous mexicanus</i>	-0.0419932	0.28823061	-0.0644768
<i>Hylocharis leucotis</i>	0.0854509	0.28005319	0.09663985
<i>Junco phaeonotus</i>	0.26632445	-0.02418853	-0.03354904
<i>Melanerpes formicivorus</i>	0.03076219	0.10648625	-0.18382168
<i>Meleagris gallopavo</i>	-0.07203761	-0.10139832	-0.29243047
<i>Myadestes occidentalis</i>	-0.14917792	0.18472562	-0.14423938
<i>Myioborus miniatus</i>	0.10309688	0.153958	-0.11474933
<i>Myioborus pictus</i>	-0.18565815	0.18478842	0.20273796
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	-0.0419932	0.28823061	-0.0644768

Cuadro 1.8. Valores obtenidos de los tres primeros componentes principales para las especies del ensamblaje avifaunístico en *sitios de anidación*.

Especies	Factores de carga		
	CP1	CP2	CP3
<i>Patagioenas fasciata</i>	-0.18699533	0.0536051	0.29952243
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	-0.11459477	-0.07614473	0.32889899
<i>Pipilo maculatus</i>	-0.04764651	0.12433826	-0.18569639
<i>Piranga flava</i>	-0.11459477	-0.07614473	0.32889899
<i>Poecile sclateri</i>	-0.05898587	0.19336506	0.23534977
<i>Sayornis saya</i>	0.21958981	0.20173562	0.03862815
<i>Setophaga coronata</i>	-0.0611932	-0.07623666	-0.17902383
<i>Setophaga nigrescens</i>	0.21958981	0.20173562	0.03862815
<i>Sialia mexicana</i>	0.27777543	0.02901178	0.07956349
<i>Sitta carolinensis</i>	0.1511083	-0.12864849	0.17942478
<i>Spizella passerina</i>	0.26441007	-0.02410503	0.06848382
Passeridae gén. sp. 1	0.27758171	0.00540752	0.09243256
<i>Tyrannus vociferans</i>	-0.09464574	0.30168823	-0.0459024
<i>Troglodytes aedon</i>	0.03298185	0.13784233	-0.14209097
<i>Trogon mexicanus</i>	0.06789871	0.13806384	-0.06086414
<i>Turdus migratorius</i>	0.26424672	0.02319434	0.13916656
Desviación estándar	3.375552	3.0860786	2.4555627
Proporción de la varianza	0.3165098	0.2645522	0.1674941
Proporción acumulada	0.3165098	0.581062	0.7485561

Los resultados del ARP para inferir posibles asociaciones entre el ensamblaje avifaunístico y las frecuencias registradas de psitácidos (*R. pachyrhyncha* y *A. militaris*) en *sitios de anidación*, evidenció que dos de las 36 especies de aves registradas, arrojaron coeficientes estadísticamente significativos (Cuadro 1.9). Estas especies con aparente asociación ecológica fueron el chipe rojo (*Cardellina rubra*) y el zopilote aura (*Cathartes aura*), sin embargo, estos análisis no distinguen aspectos circunstanciales presentados durante las observaciones en campo lo cual pudiera apoyar posibles conjeturas triviales. De este modo, aplicando un criterio ecológico que considera el comportamiento propio de las especies de aves, se minimizó la asociación mostrada por *C. aura*, ya que sus observaciones consistieron únicamente en individuos

planeando sobre porciones dentro y fuera de los *sitios de anidación* y a una altura mayor a 50 metros; que al contrastarla con *C. rubra*, la cual se le observó forrajeando, descansando y alimentándose entre la vegetación de los propios *sitios de anidación*; se determina así una asociación ecológica mayormente definida con los psitácidos.

Cuadro 1.9. Resultados obtenidos de los ARP para inferir posibles asociaciones entre el ensamblaje de aves y las frecuencias registradas de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* en los *sitios de anidación*.

Especies	Estimado	Error estándar	Valor de z	Pr (> z)	Código
(Intercepto)	1.315	0.1836	7.16	8.05E-13	***
<i>Cardellina rubra</i>	0.2394	0.1239	1.932	0.0533	.
<i>Cathartes aura</i>	0.2575	0.1119	2.301	0.0214	*

Códigos de significancia: 0 '***', 0.001 '**', 0.01 '*', 0.05 '.', 0.1 ''

Nota: Coeficientes estadísticamente significativos ($p < 0.05$) del GLM realizado con datos de *sitios de anidación*, ajustados como una regresión por pasos hacia atrás (*Stepwise*) entre la abundancia de psitácidos (Y) y el ensamblaje de aves registrado (X); asumiéndose una distribución Poisson en la abundancia, por lo que se aplicó un logaritmo como función de enlace.

En el presente estudio ambos psitácidos fueron localizados anidando en cavidades de árboles viejos, a pesar de que importantes registros de *A. militaris* anidando, se han documentado entre paredes de peñascos y cavidades en acantilados (Bonilla-Ruz *et al.*, 2007; Bonilla-Ruz *et al.*, 2014). Por otra parte, se reporta por primera vez a *A. militaris* anidando en *P. menziesii*; sin embargo, el número de individuos nidificantes fue muy inferior comparado a lo reportado por Bonilla-Ruz *et al.*, (2007) y Bonilla-Ruz *et al.*, (2014). Por primera vez se documenta el periodo de anidación de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* en San Dimas, Durango. Las especies arbóreas en las que se encontró a *R. pachyrhyncha* anidando coincide con dos de las reportadas por Monterrubio-Rico (2014). El monitoreo empleado para el seguimiento de los psitácidos difirió del utilizado por Monterrubio-Rico y Enkerlin-Hoeflich (2004A); sin embargo, ambos métodos fueron consistentes en el seguimiento de las fuertes

vocalizaciones de las parejas y en el monitoreo de su actividad durante el periodo de incubación, alimentación y abandono del nido de los volantones, es decir, aquellos polluelos que inician sus primeros vuelos abandonando y regresando al nido. El área de estudio donde se registró a *R. pachyrhyncha* anidando se encuentra fuera del rango reproductivo de los 30° 39" latitud y los 25° 57" latitud norte reportado por Monterubio-Rico y Enkerlin-Hoeflich (2004B). En esta investigación, los psitácidos se mostraron selectivos respecto a la especie arbórea en la que anidan, encontrándose únicamente *R. pachyrhyncha* en nidos de dos especies arbóreas y a *A. militaris* en sólo una especie arbórea; esto contrasta claramente con la tendencia observada en otros psitácidos donde pueden anidar en más especies de árboles (Monterubio-Rico *et al.*, 2009; De Labra *et al.*, 2010; Monterubio-Rico *et al.*, 2014); la tendencia en el uso de árboles viejos y maduros para la anidación de este grupo avifaunístico sí es consistente (De Labra *et al.*, 2010; Plasencia-Vázquez y Escalona-Segura, 2014). Por último, registros de *R. pachyrhyncha* anidando en regiones aisladas y poco conocidas, son de gran relevancia por su rareza ya que los registros más sureños de los que se tiene conocimiento se localizaron en Michoacán y datan de 1939 (Villaseñor *et al.*, 2013); por su parte, Salas-Páez y Orduña-Trejo (1986) registraron un aproximado de 30 individuos alimentándose de *Pinus sp.*, en el mismo Estado, no obstante, indicaron una reducción gradual de la presencia de esta especie en la zona mencionada.

1.8. CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo observado en esta investigación, resulta primordial comprender las características del hábitat utilizado en la anidación de *R. pachyrhyncha* y de *A.*

militaris, y conocer desde distintos enfoques, la ecología de los bosques donde se encuentran estas aves. La evaluación de las distintas variables permitió precisar requerimientos potenciales específicos que determinan la presencia de psitácidos nidificantes en la Sierra Madre Occidental.

La consolidación de este tipo de conocimiento únicamente es posible, si se pone a prueba incorporándolo a programas de conservación o bien enriqueciendo los previamente implementados; dicha integración requerirá valoraciones poblacionales mediante censos y conteos en aquellas áreas con registros de estos psitácidos. Subsecuentemente, se debe verificar la existencia de sitios de anidación y sitios potenciales de anidación que presenten las condiciones físicas, biológicas y del hábitat que resultaron relevantes en esta investigación, para que, a su vez, estos sitios conformen áreas sujetas a un *manejo de mínima perturbación*. El propósito de este manejo, es reducir al mínimo las posibles perturbaciones causadas por las actividades productivas que ahí se practican; de manera complementaria, se recomienda incluir la participación comunitaria para que acuerden las nuevas *prácticas de mínima perturbación* con la asesoría de especialistas. Es importante resaltar, que dichas prácticas y otras acciones de conservación, son compatibles con el aprovechamiento de las tierras y que incluso la presencia de estos psitácidos indica si el aprovechamiento del ecosistema ha sido el adecuado y, por tanto, seguir garantizando una óptima productividad de los sistemas agroforestales, silvopastoriles o según sea el caso.

Aunado a lo anterior, para desarrollar este *manejo de hábitat*, se debe tomar en cuenta, el tipo de actividades primarias que se realizan en la zona, la intensidad con

que se practican, el tipo de tenencia de la tierra, la temporada reproductiva de los psitácidos y las principales amenazas para su conservación; para que, de acuerdo a este diagnóstico, se establezcan las pautas necesarias para aprovechar ese suelo sin propiciar el desplazamiento de los psitácidos ni de las especies de aves asociadas. Cabe aclarar que, las prácticas del manejo de hábitat aquí referido, no implica replantear los programas de manejo forestal existentes, pero sí se sugiere, que se incluyan en los apartados de mitigación con los que originalmente cuentan estos programas.

En el mismo sentido, para contribuir a la conservación de ambas especies de psitácidos se propone implementar el monitoreo comunitario y el aviturismo con puertas abiertas a visitantes de todo el mundo para promover la captación de recursos económicos.

Ahora bien, si no se implementan acciones de conservación del hábitat de anidación, estas especies podrían abandonar San Dimas, Durango, como zona de reproducción. Asimismo, los estudios futuros deberán considerar la importancia de las aves asociadas a los psitácidos como indicadoras de la calidad del hábitat y así enfocar esfuerzos a la conservación de ensamblajes avifaunísticos cada vez de mayor tamaño y también en áreas cada vez más extensas. Por su parte, se deberán revisar los programas de manejo forestal para evaluar aquellas prácticas que representen un riesgo de potencial perturbación a estos psitácidos, especialmente, durante su temporada de reproducción. Por último, no se cuenta con publicaciones previas que aborden aspectos descriptivos de la anidación de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* en San Dimas, Durango, mucho menos, que precisen la simpatría de ambas especies en esta

zona; por lo que la presente investigación es un parteaguas para promover estudios futuros, donde si bien, los pobladores locales y algunos visitantes son testigos de la presencia de estas aves en la región, seguirá siendo imprescindible generar investigaciones que contribuyan al conocimiento y conservación de ambos psitácidos.

1.9. LITERATURA CITADA

- Albert, C. H., Yoccoz, N. G., Edwards Jr, T. C., Graham, C. H., Zimmermann, N. E., y Thuiller, W. 2010. Sampling in ecology and evolution—bridging the gap between theory and practice. *Ecography*, 33: 1028-1037.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49: 227-266.
- Altmann, S. A., y Altmann, J. 2003. The transformation of behaviour field studies. *Animal Behaviour*, 65: 413-423.
- Bonilla-Ruz, C., Reyes-Macedo, G., y García, R. 2007. Observations of the Military macaw (*Ara militaris*) in northern Oaxaca, México. *The Wilson Journal of Ornithology*, 119: 729-732.
- Bonilla-Ruz, C., Monterrubio-Rico, T. C., Avilés-Ramos, L. M., y Cinta-Magallón, C. 2014. Anidación gregaria y éxito reproductivo en la Guacamaya Verde (*Ara militaris*) en un bosque tropical costero del occidente de México. *Ornitología Neotropical*, 25: 303-316.
- Borda-Pérez, M., Tuesca, M. R., y Navarro, L. E. 2013. Métodos cuantitativos. Herramientas para la investigación en salud 4ed, Universidad del Norte.
- Cantú, J. C., Sánchez, M. A., Grosselet, M. y Silva, J. 2007. Tráfico ilegal de pericos en México: una evaluación detallada. México, D. F.: Defenders of Wildlife y Teyeliz.
- Celis de la Rosa, A. de J., y Labrada Martagón, V. 2014. Bioestadística. 3a. edición. El Manual Moderno.
- Colorado, G., y Gabriel, J. 2004. Relación de la morfometría de aves con gremios alimenticios. *Boletín SAO*, 14: 25-32.

- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y Secretaría de Medio Ambiente de Durango (SRNyMA). 2017. La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. CONABIO, MÉXICO.
- De la Parra-Martínez, S. M., Renton, K., Salinas-Melgoza, A., y Muñoz-Lacy, L. G. (2015). Tree-cavity availability and selection by a large-bodied secondary cavity-nester: the Military Macaw. *Journal of Ornithology*, 156: 489-498.
- De Labra, M. A., Escalante, P., Monterrubio, T. C., y Coates-Estrada, R. 2010. Hábitat, abundancia y perspectivas en conservación de Psittacidos en la reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Ornitología Neotropical*, 21: 599-610.
- Dos Santos, A. L., y Mora, F. 2007. Análisis experimental de tratamientos floculantes de residuos orgánicos derivados de la producción porcina. *Ciencia e investigación agraria*, 34: 49-56.
- Enkerlin Hoeflich, E. C. 1998. Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *R. terrisi*) en el norte de México. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Centro de Calidad Ambiental. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B116. México D. F.
- Forshaw, J. 1989. Parrots of the world. Landsdowne Editions, Willoughby. New South Wales, Australia.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Medrano, F. 2004. Las comunidades vegetales de México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología.
- González Oreja, J. A. 2003. Aplicación de análisis multivariantes al estudio de las relaciones entre las aves y sus hábitats: un ejemplo con paseriformes montanos no forestales. *Ardeola*, 50: 47-58.
- González-García, F. 2011. Métodos para contar aves terrestres. Manual de técnicas para el estudio de la fauna, 1: 128-147.
- Herrera, J. M., Pérez, J. A., Fuentes, Y. Y., y Gantes, C. J. 2018. Endoparásitos en aves residentes y migratorias de Punta Santa Bárbara, Parque Nacional Darien, Panamá. *Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 5: 1-25.
- Infante G., S. y Zárate, G. C. 1986. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Trillas. 643 p.

- JMP®, Version 14.0.0. 2018. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989–2021.
- Kobelkowsky-Vidrio, T., Ríos-Muñoz, C. A., & Navarro-Sigüenza, A. G. 2014. Biodiversity and biogeography of the avifauna of the Sierra Madre Occidental, Mexico. *Biodiversity and conservation*, 23, 2087-2105.
- Jongman R. H. G., Braak C. J. F. T. y Tongeren O. F. R. V. 1995. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge. 299 p.
- Juniper, T., y M. Parr. 1998. *Parrots: A guide to parrots of the world*. Yale Univ. Press, New Haven, Connecticut.
- Lacourly, N. 2009. *Introducción a la Estadística*, Editorial JC. Sáez, Santiago.
- Lanning, D. V., y Shiflett, J. T. 1983. Nesting ecology of Thick-billed Parrots. *The Condor*, 85: 66-73.
- Lawson, P. W., y Lanning, D. V. 1980. Nesting and status of the Maroon-fronted Parrot (*Rhynchopsitta terrisi*). *Conservation of new world parrots*, 385-392.
- Marín-Togo, M. C., Monterrubio-Rico, T. C., Renton, K., Rubio-Rocha, Y., Macías-Caballero, C., Ortega-Rodríguez, J. M., y Cancino-Murillo, R. 2012. Reduced current distribution of Psittacidae on the Mexican Pacific coast: potential impacts of habitat loss and capture for trade. *Biodiversity and Conservation*, 21: 451-473.
- Monterrubio-Rico, T., y Enkerlin-Hoeflich, E. 2004A. Present use and characteristics of Thick-billed Parrot nest sites in northwestern Mexico. *Journal of Field Ornithology*, 75: 96-103.
- Monterrubio-Rico, T. C. y Enkerlin-Hoeflich, E. 2004B Variación anual en la actividad de anidación y productividad de la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75: 341-354.
- Monterrubio-Rico, T. C., Ortega-Rodríguez, J. M., Marín-Togo, M. C., Salinas-Melgoza, A., y Renton, K. 2009. Nesting habitat of the lilac-crowned parrot in a modified landscape in Mexico. *Biotropica*, 41: 361-368.
- Monterrubio-Rico, T. C., Álvarez-Jara, M., Téllez-García, L., y Tena-Morelos, C. 2014. Hábitat de anidación de *Amazona oratrix* (Psittaciformes: Psittacidae) en el Pacífico Central, México. *Revista de Biología Tropical*, 62: 1053-1072.

- Monterrubio-Rico, T. C., Charre-Medellin, J. F., y Sáenz-Romero, C. 2015. Current and future habitat availability for Thick-billed and Maroon-fronted parrots in northern Mexican forests. *Journal of Field Ornithology*, 86: 1-16.
- Monterrubio-Rico, T. C., Charre-Medellín, J. F., Pacheco-Figueroa, C., Arriaga-Weiss, S., de Dios Valdez-Leal, J., Cancino-Murillo, R. y Rubio-Rocha, Y. 2016. Distribución potencial histórica y contemporánea de la familia Psittacidae en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87: 1103-1117.
- Morrison, M. L., Marcot, B. G. y Mannon, R. W. 1998. *Wildlife-Habitat Relationships. Concepts and Applications. Second Edition.* The University of Wisconsin Press. Wisconsin.
- National Geographic Society. 2002. *Field guide to the birds of North America.* 4 edición. National Geographic Society, Washington, D. C. 480 p.
- Neri, A. V., Borges, G. R. A., Meira-Neto, J. A. A., Magnago, L. F. S., Trotter, I. M., Schaefer, C. E. G., y Porembski, S. 2017. Soil and altitude drive diversity and functioning of Brazilian Páramos (campo de altitude). *Journal of Plant Ecology*, 10: 771-779.
- Palavecino, J. A., Vier, F. J., Villalba, L. S., Aguinagalde, S. E., Centurión, D. G., y Cirignoli, S. 2018. La observación de aves como propuesta en Educación Ambiental. *Revista Tekohá*, 1: 6-16.
- Peterson, R. T., L. Chalif. 1989. *Aves de México. Guía de campo.* Editorial Diana. México, D. F. 473 p.
- Plasencia Vázquez, A. H., y Escalona Segura, G. 2014. Área de distribución geográfica potencial de las especies de aves psitácidas de la Península de Yucatán, México.
- Plasencia-Vázquez, A. H., Escalona-Segura, G., y Esparza-Olguín, L. G. 2014. Modelación de la distribución geográfica potencial de dos especies de psitácidos neotropicales utilizando variables climáticas y topográficas. *Acta zoológica mexicana*, 30: 471-490.
- Potts, J. M., y Elith, J. 2006. Comparing species abundance models. *Ecological modelling*, 199: 153-163.
- R Core Team. 2021. R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.1.0) [Computer software]. Disponible en: <https://cran.r-project.org>. Consultado en junio, 2021.

- Ralph, C. J. 1997. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres (Vol. 159). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- Ramírez-Albores, J. E. 2016. La guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Sierra Gorda de Guanajuato, México. *Acta zoológica mexicana*, 32: 182-185.
- Rey P. J., Valera F. y Sánchez-Lafuente A. M. 1997. Avifauna reproductora y estructura del hábitat en la campiña y sierras subbéticas de Jaén. Doñana, *Acta Vertebrata*, 24: 115-142.
- Ríos-Muñoz, C. A., y Navarro-Sigüenza, A. G. 2009. Efectos del cambio de uso de suelo en la disponibilidad hipotética de hábitat para los psitácidos de México. *Ornitología Neotropical*, 20: 491-509.
- Rivera-Ortíz, F. A., Oyama, K., Ríos-Muñoz, C. A., Solórzano, S., Navarro-Sigüenza, A. G., y Arizmendi, M. D. C. 2013. Habitat characterization and modeling of the potential distribution of the Military Macaw (*Ara militaris*) in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84: 1200-1215.
- Salas-Páez, M.S. y C. Orduña-Trejo. 1986. Observaciones sobre la cotorra serrana (*Rynchopsitta pachyrhyncha*) en la Meseta Tarasca, Michoacán. *Ciencia Forestal. Revista del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Área Forestal. México* 59: 152-161.
- Seefeld, K., y Linder, E. 2007. *Statistics using R with biological examples*. Durham: University of New Hampshire.
- Segoviano, G. L., Verduzco, L. D., Navarro, M. A., & del Coro Arizmendi, M. (2019). Diversidad estacional de aves en una región prioritaria para la conservación en el centro oeste de la Sierra Madre Occidental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90: 17.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de flora y fauna silvestres de México, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, y lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. Ciudad de México, México.
- Silva-Piña, M. J., Tarango-Arámbula, L. A., Clemente-Sánchez, F., Cortez-Romero, C., Velázquez-Martínez, A., Rafael-Valdez, J., y Ugalde-Lezama, S. 2018. Características del hábitat de sitios de descanso del búho manchado (*Strix occidentalis lucida*) en la Sierra Madre Occidental, México. *Huitzil*, 19: 141-156.

- Snyder, N. F., Enkerlin-Hoeflich, E. C., y Cruz-Neto, M. A. 1999. Thick-billed parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). The Birds of North America, 406: 24.
- Solis, D. M., Gutiérrez R. J. 1990. Summer habitat ecology of Northern Spotted Owls in Northwestern California. The Condor 92: 739-748.
- The jamovi Project. 2021. *jamovi*. (Version 1.6) [Computer Software]. Recuperado de <https://www.jamovi.org>. Consultado en junio, 2021.
- UCODEFO No. 4. La Victoria – Miravalles, S.C (Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal No. 4). 2004. Manifiesto de Impacto Ambiental de Pavimentación del Camino “Coyotes – San Miguel De Cruces”, Tramo Del Km 91+000 Al Km 124+700. Disponible en: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/dgo/estudios/2004/10DU2004V0005.pdf>. Consultado en agosto, 2021.
- Ugalde-Lezama, S., Alcántara-Carbajal, J. L., Tarango-Arámbula, L. A., Ramírez-Valverde, G., y Mendoza-Martínez, G. D. 2012. Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. Revista mexicana de biodiversidad, 83: 133-143.
- Ver Hoef, J. M., y Boveng, P. L. 2007. Quasi-Poisson vs. negative binomial regression: how should we model overdispersed count data. Ecology, 88(11): 2766-2772.
- Villaseñor-Gómez, L. E., Pineda-Huerta, F. R., y Villaseñor-Gómez, J. F. 2013. Diversidad de aves en la subcuenca del río Cupatitzio, Michoacán, México. Huitzil, 14: 117-131.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., y Myers, S. L. 1999. Probabilidad y estadística para ingenieros. Pearson Educación.
- White Jr, T. H., Collar, N. J., Moorhouse, R. J., Sanz, V., Stolen, E. D., y Brightsmith, D. J. 2012. Psittacine reintroductions: common denominators of success. Biological Conservation, 148: 106-115.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Pearson Education. 662 p.

CAPÍTULO II. LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE LA COTORRA SERRANA OCCIDENTAL (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827) y la GUACAMAYA VERDE (*Ara militaris* Linnaeus, 1766): ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Silvino Salvador Rosales Palestino, MC
Colegio de Postgraduados, 2021

2.1. RESUMEN

La cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) y la guacamaya verde (*Ara militaris*) son dos especies de psitácidos mexicanos que se encuentran catalogadas en Peligro de Extinción. El rango de distribución de ambos psitácidos se ha visto reducido debido al constante cambio de uso del suelo y a la creciente destrucción de sus hábitats. Ciertamente, analizar la literatura disponible sobre estas dos especies es esencial para inferir en qué medida las tendencias de la investigación científica atienden la problemática que enfrentan y si están enfocadas en su conservación biológica. De esta manera, el objetivo de esta investigación fue determinar el estado actual de la investigación científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, mediante la cuantificación y diagnóstico de indicadores bibliométricos, así como identificar la frecuencia y los campos desde donde se abordan determinados tópicos. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de registros documentales relacionados con estas dos especies en las bases de datos *Scopus* y *Web of Science*. Con base en los resultados de dicha búsqueda, se computaron los indicadores bibliométricos unidimensionales como la producción y productividad científica, capacidad idiomática, tipología documental, y parámetros de las revistas en las que se encuentran estas publicaciones. Posteriormente, por medio de minería de textos y mediante el software VosViewer, se generaron redes bibliométricas para indagar sobre los indicadores bibliométricos multidimensionales tales como las colaboraciones entre investigadores, las terminologías más frecuentes por factor de ocurrencia y las palabras clave más utilizadas. Se obtuvieron 82 registros publicados a lo largo de 57 años, 82% de los cuales están en inglés y 90% corresponden a artículos originales distribuidos en 44 revistas científicas. Los autores con mayor producción son Enkerlin-Hoefflich, Rivera-Ortiz y Monterrubio-Rico. La colaboración entre naciones más común fue la de México y Estados Unidos de América. Se sugiere pertinente realizar investigaciones en aquellas temáticas menos abordadas en los estudios sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, las cuales incluyen patologías, estudios controlados, biología molecular, biología de la conservación y manejo de bosques donde habitan estos psitácidos.

Palabras clave: Ornitología, avifauna, psitácidos, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Ara militaris*, biología de la conservación, bibliometría, bases de datos bibliográficas, indicadores bibliométricos, pertinencia científica.

CHAPTER II. THE SCIENTIFIC RESEARCH ON THICK-BILLED PARROT (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827) AND MILITARY MACAW (*Ara militaris* Linnaeus, 1766): BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Silvino Salvador Rosales Palestino, MSc
Colegio de Postgraduados, 2021

2.2. ABSTRACT

The thick-billed parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) and the military macaw (*Ara militaris*) are two species of Mexican Psittacidae listed as Endangered. The distribution range of both Psittacidae has been reduced due to the constant change in land use and the increasing destruction of their habitats. Certainly, analyzing the available literature on these two species is essential to infer to what extent scientific research trends address the problems they face and if they are aimed at their biological conservation. Thus, the objective of this study was to determine the current state of scientific research on *R. pachyrhyncha* and *A. militaris* through the quantification and diagnosis of bibliometric indicators, as well as to identify the frequency and the disciplinary fields from where certain topics are approached. To this end, an exhaustive search of documentary records related to these Psittacidae species was carried out in the *Scopus* and *Web of Science* databases. Based on the results, one-dimensional bibliometric indicators were computed such as scientific production and productivity, language capacity, document typology, and the parameters of the journals in which these publications are found. Subsequently, through text mining using the *VosViewer* software, bibliometric networks were generated to inquire about multidimensional bibliometric indicators such as collaborations between researchers, the most frequent terminologies by occurrence factor, and the most popular keywords. 82 records published over 57 years were obtained, 82% are in English, and 90% correspond to scientific articles distributed in 44 scientific journals. The authors with the highest production are Enkerlin-Hoeflich, Rivera-Ortiz, and Monterrubio-Rico. The most common collaboration between nations was that of Mexico and the United States. It is suggested as pertinent to conduct research on the least-addressed topics when studying *R. pachyrhyncha* and *A. militaris*, such as pathologies, controlled studies, molecular biology, conservation biology and forest management within the distribution range of these Psittacidae.

Keywords: Ornithology, avifauna, parrots, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Ara militaris*, conservation biology, bibliometrics, bibliographic databases, bibliometric indicators, scientific relevance.

2.3. INTRODUCCIÓN

La cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrhyncha* Swainson, 1827) y la guacamaya verde (*Ara militaris* Linnaeus, 1766) son dos especies de psitácidos consideradas en Peligro de Extinción (P) de acuerdo a la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). *R. pachyrhyncha* es una especie endémica de México, que habita bosques de coníferas en elevaciones altas de la Sierra Madre Occidental (Lanning y Shiflett, 1983, Snyder *et al.*, 1999). La reducción de sus poblaciones se ha asociado principalmente a la pérdida de árboles viejos de los cuales depende su anidación, a la tala desmedida de árboles que le proveen alimento (Monterrubio-Rico *et al.*, 2006) y en menor medida, a su captura para el comercio como mascotas y a su cacería (Snyder *et al.*, 1999). Se estima que en México sólo existen únicamente alrededor de 2000 y 2800 individuos maduros en vida libre (BirdLife International, 2017).

Por su parte, *A. militaris* es la única especie de su género con la distribución más norteña en el Continente Americano, sin embargo, a pesar de su amplia distribución, se le ha extirpado de varios Estados de la República Mexicana como consecuencia de la intensa destrucción de su hábitat, el cual se ha transformado para llevar a cabo actividades agrícolas y pecuarias; también, la disminución de árboles altos y maduros ha contribuido a que las poblaciones de *A. militaris* sean cada vez más escasas. (Almazán y Nova, 2006). Otra amenaza que afecta a esta especie de manera drástica es el saqueo de polluelos de sus nidos para el comercio ilegal, pues los colores vistosos de su plumaje, la convierte en una de las especies más cotizadas como mascota (CONABIO, 2011).

Las publicaciones científicas propician el surgimiento de nuevo conocimiento, dando pie a la difusión de la información, favoreciendo el crecimiento acumulativo de la ciencia y con ello el progreso científico (Bordons, 2004). Analizar cuantitativamente las publicaciones científicas nos provee una visión más simple del complejo proceso de la comunicación científica y revela lo que ocurre en un determinado campo de la ciencia; así pues, la bibliometría ofrece un poderoso conjunto de métodos y medidas para estudiar la estructura y el mecanismo bajo el cual, ocurre dicha comunicación (Borgman y Furner, 2002). En virtud de lo anterior, Alan Pritchard (1969) definió la bibliometría como: *“La aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a libros y otros medios de comunicación”* o más recientemente, como la disciplina que trata de medir la actividad científica y social para predecir su tendencia a través del estudio y análisis de la literatura recogida en cualquier tipo de soporte (Sanz-Casado, 2000). Para un uso práctico de la bibliometría, se utilizan indicadores bibliométricos (IB), de los cuales existen diversas definiciones, entre ellas: *“Medidas que proveen información sobre los resultados de la actividad científica en una institución, país o región del mundo”* (Spinak, 1996) o *“datos numéricos extraídos de los documentos que publican los científicos o que utilizan los usuarios, y que permiten el análisis de las diferentes características de su actividad científica, vinculadas tanto a su producción como a su consumo de información”*. Por lo tanto, podemos decir que los IB se emplean como un método complementario al análisis de expertos, que aporta objetividad a la evaluación de la actividad científica, permitiendo descifrar la huella que deja un trabajo científico determinado o un conjunto de ellos. Los IB han sido clasificados en diferentes categorías, pero actualmente se toma en cuenta la

clasificación de indicadores en función del tipo de resultados que proporcionan; resultados de la actividad, cuando se cuantifica el impacto y actividad de los investigadores; y de relación, cuando se evidencian las relaciones e interacciones entre investigadores y los distintos campos científicos (Callon *et al.*, 1995). Esta clasificación de indicadores ha sido propuesta en varios trabajos de Van Raan y colaboradores, quienes han hecho las distinciones entre dos tipos de conteos: unidimensionales o escalares y bidimensionales o relacionales. Los primeros, se muestran en forma de listas de números, que proporcionan datos relativos al número e impacto de la producción científica. Los segundos, están basados en la coocurrencia simultánea de diferentes datos bibliográficos o en hábitos de investigación de los autores y que muestran las relaciones e interacciones conjuntas que se representan mediante *mapas bibliométricos* (Tijssen y Van Raan, 1994).

Los estudios acerca de *R. pachyrhyncha* se han enfocado en aspectos de su distribución, su anidación y en el estado de sus poblaciones (Lawson y Lanning, 1980; Lanning y Shiflett, 1983; Enkerlin-Hoeflich *et al.*, 1998); algunas investigaciones implican información relacionada con la cotorra serrana oriental (*R. terrisi*). En México, los estudios sobre la *A. militaris*, han versado principalmente sobre su hábitat (Rivera-Ortiz *et al.*, 2013); sin embargo, por su amplia distribución y diversidad de hábitats en los que se encuentra, la información sigue siendo insuficiente en áreas específicas de su distribución actual o se restringe a sólo algunos estados de México (Ramírez-Albores, 2016). Lo anterior, ofrece una oportunidad para examinar el estado actual de la investigación científica sobre estos dos psitácidos, revisando los principales enfoques abordados y aquellos que se requieren tratar con más profundidad.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Analizar y determinar el estado actual de la investigación científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* disponible en Scopus y Web of Science.

2.4.2. Objetivos particulares

1) Cuantificar la investigación científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* disponible en Scopus y en Web of Science.

2) Evaluar la productividad y conocer la procedencia de los autores relacionados con la investigación científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* disponible en Scopus y en Web of Science.

3) Identificar las temáticas y disciplinas desde las cuales se realiza la investigación científica sobre de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* disponible en Scopus y en Web of Science.

2.5. MATERIALES Y MÉTODOS

2.5.1. Estrategia de búsqueda

En primera instancia, para determinar la cantidad de investigaciones referentes a *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, se estableció que los datos e información se obtendrían de dos principales bases de datos bibliográficas a nivel mundial; *Scopus*, de la empresa *Elsevier* y del *Web of Science (WoS): Science Citation Index Expanded (SCIE)*, de la empresa *Clarivate Analytics*. Estas plataformas proveen información científica estrictamente arbitrada por pares y se encuentran disponibles en internet a través de sus respectivos sitios web.

De esta manera, se generó una estrategia de búsqueda capaz de ser utilizada en los buscadores de ambas bases de datos; del mismo modo, la recopilación de la información tuvo lugar en junio de 2020.

La estrategia de búsqueda consideraría como *temática de interés*, todo lo relacionado con *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* y para que el resultado de la búsqueda fuera lo más preciso posible, se descartó cualquier concepto relacionado o sus variantes; este criterio de delimitación implicó que se emplearan únicamente los nombres científicos de las especies. Para obtener el mayor número de resultados posibles y para que los resultados de ambas bases de datos fueran equiparables, se utilizaron los mismos criterios y expresión de búsqueda en ambos buscadores.

Para el caso de *R. pachyrhyncha*, se omitió el epíteto específico "*pachyrhyncha*", empleándose únicamente el género "*Rhynchopsitta*", pues la taxonomía biológica de éste, sólo incluye a dos especies, *R. pachyrhyncha* y *R. terresi*. Además, esta determinación resulta ineludible, ya que ambas especies comparten notables similitudes y se relacionan estrechamente, por ejemplo: las publicaciones que tratan sobre *R. pachyrhyncha*, suelen mencionar *R. terresi* y viceversa; la investigación científica sobre ambas, es escasa; las dos especies se encuentran en Peligro de Extinción; la reducción de sus poblaciones ha sido equiparable; los problemas de conservación y las amenazas que enfrentan como especies, son similares; ambas son endémicas de México; varios de sus aspectos ecológicos son análogos, sólo por mencionar los más evidentes. En virtud de lo anterior, para la mayoría de análisis incluidos en la presente investigación, ambas especies de *Rhynchopsitta* fueron tratadas como una sola y se encuentran referidas como *cotorra serrana*; sin embargo,

cuando fue posible identificar información relevante para alguna de las dos especies, se hace notar como corresponde.

En los buscadores de Scopus y WoS, se configuró que los documentos encontrados deberían contener, los términos de la expresión de búsqueda, en el título o en el resumen o en las palabras clave. Por otra parte, para mejorar aún más la precisión de los resultados, se incluyó en la expresión de búsqueda, el operador booleano “OR”, entre cada término; con ello Scopus y WoS, incluyen dentro de los resultados aquellos documentos en los que aparece el primero o segundo término, pero no necesariamente juntos. Aunado a lo anterior, fue necesario emplear comillas (“”), esto unifica un tema o concepto conformado por más de una palabra, tal como se requirió en el caso de la especie *Ara militaris*; ya que, de omitir este criterio de búsqueda, los resultados incluirían a todos los psitácidos del género “*Ara*” e incluso, a otras especies biológicas, cuyo nombre específico incluya a “*militaris*”, como el lagarto *Ctenotus militaris* STORR, 1975. Por lo tanto, la expresión de búsqueda que se empleó fue: “*Ara militaris*” OR “*Rhynchopsitta*”.

2.5.2. Indicadores bibliométricos

Para la caracterización de la literatura sobre *Rhynchopsitta* y *A. militaris*, se emplearon varios indicadores bibliométricos unidimensionales y multidimensionales descritos a continuación:

Indicadores unidimensionales. Por medio de ellos es posible conocer el desarrollo de una disciplina, un país, una institución o un grupo de investigación: el Crecimiento de la producción científica, para Rosa Sancho es “*el computo del número de publicaciones de determinados grupos, instituciones o países y su distribución*”

(Sancho, 1990); Tipología documental, este indicador permite identificar cuáles son los tipos de documentos más utilizados por los investigadores para difundir sus trabajos. Los tipos básicos se reducen a tipos de publicaciones, como publicaciones periódicas y seriadas, publicaciones no periódicas como libros y folletos, y las publicaciones de circulación limitada, llamada “literatura gris” (López Piñero y Terrada, 1992), sin embargo, en las bases de datos de resúmenes, que indizan principalmente *journals* o publicaciones periódicas científicas, la tipología documental que se encuentra son artículos de investigación, notas científicas, artículos de revisión, artículos de congresos, descripción de nuevas variedades, editoriales, metaanálisis, análisis bibliométricos, etc.; Capacidad idiomática, para conocerlo se contabiliza la frecuencia con que los diferentes idiomas aparecen en los registros bibliográficos de los documentos publicados. La frecuencia más alta de publicaciones en idioma materno frente a bajos valores de otros idiomas sugiere una limitación idiomática (Sanz-Casado y Martín-Moreno, 1997); Visibilidad de las revistas de publicación, para verificar la visibilidad que tienen las fuentes donde los investigadores publican sus trabajos, se utiliza el llamado *Factor de Impacto* (FI), el cual permite conocer el grado con que la información contenida en las publicaciones se incorpora a un nuevo trabajo de investigación, el FI de una revista se obtiene al dividir el número de citas recibidas por una revista en un año determinado, entre el número de documentos citables publicados en esa misma revista durante los dos años inmediatos anteriores (Garfield, 2005); Revistas, se genera un listado en orden decreciente de las revistas que más documentos publican a la que menos publican sobre el tema, incluyendo además el FI, la categoría *Journal of Citation Reports* (JCR) con el FI 2018 más alto, si

la revista no está indizada en el SCIE o no tiene FI actual, se lista el valor *Cite Score* (CS) obtenido de la base de datos Scopus, así como la categoría de la ciencia, dada por esta base de datos. El CS, se calcula dividiendo el número de citas recibidas en Scopus por la revista en un año determinado sobre la cantidad de todos los documentos publicados por esa misma revista los tres años anteriores; se agrega además en este indicador, la posición de la revista de acuerdo al FI o CS en la categoría JCR o Scopus, así como el cuartil en que se encuentra dicha posición para mostrar más fácilmente el “valor” de la revista. Los cuartiles se obtienen de dividir en cuatro partes iguales (cuartiles: C1, C2, C3 y C4) el total de revistas de una categoría; C1 corresponde al 25% de las revistas con mayor FI, y C4 al cuartil que contiene al 25% de las revistas con menor FI. También se lista el índice *h* de las revistas que, aunque fue propuesto para autores, también se usa para revistas. El índice *h* fue propuesto por el físico argentino Jorge Hirsch como: “*Un científico tiene el índice h si h de sus documentos N_p tienen al menos h citas cada uno y los otros documentos ($N_p - h$) tienen $\leq h$ citas cada uno*” (Hirsch, 2005), por ejemplo, un investigador tiene un índice *h* de 10, si es autor de al menos diez documentos que tengan al menos diez citas cada uno.

Indicadores multidimensionales. Estudian al mismo tiempo varias características de los documentos analizados, estableciendo una o más interrelaciones cognitivas (descriptor temáticos, palabras clave, etc.) o sociales (coautoría entre autores, instituciones o países) que pueden observarse en los documentos publicados o en el comportamiento de los investigadores. Las estructuras de estas relaciones se pueden representar gráficamente mediante *mapas bibliométricos* (Tijssen y van Raan,

1994), también permiten analizar de forma más rica un fenómeno multifacético como la producción científica, se basan de matrices de datos, donde cada uno de los componentes representa la coocurrencia de variables comunes que se miden entre dos objetos. Dichos objetos pueden representar autores, instituciones, revistas o temas de investigación, las variables pueden ser la coautoría, las citas conjuntas o la aparición conjunta de descriptores o palabras clave (Lascurain-Sánchez, 2006). En este tipo de indicadores, se encuentran el análisis de palabras conjuntas y la minería de textos, los cuales se usan en este documento para identificar redes de coautoría y temáticas de investigación. El análisis de copalabras o palabras conjuntas, también llamado coocurrencia de palabras, estudia el uso de grupos de palabras que aparecen en varios documentos, ya sea de lenguaje controlado o texto libre, el método identifica los términos clave ligando los documentos por el grado de coocurrencia de los términos para producir un mapa índice de una especialidad de la ciencia (Spinak, 1996). En el análisis realizado en este trabajo se aplicó el método de palabras coocurrentes utilizando las palabras clave asignadas por los investigadores y por los indizadores en las bases de datos; así como, minería de textos con el texto de los títulos y resúmenes de los documentos. La minería de textos es minería de datos aplicada a textos de lenguaje natural (Leopold *et al.*, 2005), un campo interdisciplinario que combina técnicas de lingüística, informática y estadística que con la ayuda de herramientas informáticas se recupera y extrae información de manera eficiente del texto digital (Bergman *et al.*, 2013). También ha sido definido como el procesamiento automatizado de grandes cantidades de datos digitales o contenido textual para fines de recuperación, extracción, interpretación y análisis de información (Reilly, 2012).

Actualmente los investigadores emplean herramientas y software propietario y de código abierto para procesar grandes cantidades de información, uno de ellos es el programa informático *VosViewer*, que se usa en este trabajo para descubrir información que permite tener una mejor idea o perspectiva de la investigación publicada sobre cotorra serrana y guacamaya verde. Cabe mencionar que reafirmando que el primer término hace referencia a la guacamaya verde y, que el segundo, a cotorra serrana, unificando las dos especies existentes.

2.5.2.1. Análisis de los indicadores unidimensionales

Para analizar los indicadores unidimensionales se exportaron los datos de Scopus y de SCIE en formato .csv y .txt respectivamente, toda la información se procesó en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2019 y posteriormente se unificó en una sola base de datos, para ello, se volvió a depurar la información de aquellos registros duplicados que se obtuvieron tanto en Scopus como en SCIE. Para analizar el crecimiento de la producción científica a lo largo del tiempo, se consideró el número de publicaciones por año desde la publicación del primer documento hasta la actualidad. La tipología documental consistió en ordenar y cuantificar los títulos de acuerdo al tipo de publicación. Para cuantificar la capacidad idiomática se ordenó la información de acuerdo al idioma en que se publicó cada documento. Se identificaron las principales revistas en las que se encuentran publicados los documentos sobre guacamaya verde y cotorra serrana, ordenándolas en orden decreciente de acuerdo número de publicaciones sobre este tema.

2.5.2.2. Análisis de los indicadores multidimensionales

Se realizaron tres procedimientos de análisis para generar mapas bibliométricos: el primero, coautoría en función de la producción científica; el segundo, el impacto de la misma, a través del análisis de citas, y el tercero, identificación de los temas de investigación. En el primer tipo de análisis se empleó el método de conteo completo, el segundo y tercer tipo de análisis consideró la coocurrencia de palabras y la minería de textos. Dichos análisis y mapas se crearon mediante el software *VOSviewer*, el cual utiliza Visualization OS Similarities (VOS), un método propuesto por van Eck y Waltman (2007) como alternativa al escalado multidimensional para visualizar similitudes entre objetos. El software utiliza por asignación el método de normalización *fuerza de asociación*, para crear clústeres (que forman los mapas), aunque ofrece la posibilidad de crear clústeres con los métodos de fraccionalización y modularidad *Lin-Log*, y también sin normalizar, como lo describen van Eck y Waltman (2010).

La funcionalidad de minería de texto de *VOSviewer* soporta la creación de mapas de términos basados en un conjunto de documentos, como el título y resumen en inglés de los mismos. Un mapa de términos es un mapa bidimensional en el que los términos se ubican de tal manera que la distancia entre dos términos puede interpretarse como la relación de los mismos. En general, cuanto menor es la distancia entre dos términos, más fuerte es su relación. La relación de los términos se determina en función de las coincidencias encontradas en los documentos analizados (van Eck y Waltman 2011). La funcionalidad de minería de textos permite obtener mapas de temáticas de investigación y contrastarlos con mapas obtenidos mediante el análisis de coocurrencia de palabras, los cuales son generados exclusivamente a partir de las

palabras clave. Cabe mencionar que, el análisis de palabras coocurrentes es criticado porque incluye las palabras clave de los autores, que generalmente, las revistas limitan a cinco términos y a no repetir las palabras del título del documento, por lo que muchas veces las palabras clave o descriptores no representan fidedignamente los temas tratados; también se critican las probables inconsistencias en la selección de términos por parte de los indizadores profesionales que laboran en las distintas bases de datos, el llamado “efecto del indizador” (Spinak 1996).

El análisis de coautoría de investigadores, se realizó con la información obtenida de Scopus y consideró a aquellos investigadores con un mínimo de tres documentos publicados. También se analizó el impacto de la investigación, es decir, los documentos más citados dentro de la misma temática de investigación. Para identificar las principales temáticas de las publicaciones se empleó un análisis de coocurrencia de las palabras clave (de los autores y de Scopus) y se le indicó al software que considerara un mínimo de tres ocurrencias por cada palabra. Adicionalmente, como un análisis alternativo de las temáticas adyacentes a la guacamaya verde y la cotorra serrana se generó un mapa con minería de textos, técnica que se utiliza para construir y visualizar redes de coincidencia de términos importantes extraídos de un cuerpo de literatura científica, basado en términos extraídos del título y del resumen de los documentos, con el método de conteo binario y un mínimo de cuatro ocurrencias por cada término.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las búsquedas en Scopus y SCIE, devolvieron 70 y 66 registros, respectivamente. Al integrarlos en una base de datos, se contabilizó un total

de 136, sin embargo, se detectaron datos duplicados, esto se debe a que la información de algunas publicaciones se encuentra disponible, tanto en Scopus, como en SCIE. Después de realizar la depuración correspondiente, quedaron únicamente 82 registros, siendo ésta, la cantidad real de publicaciones que abordan la temática de interés para la presente.

2.6.1. Resultados de los Indicadores unidimensionales

2.6.1.1. Crecimiento de la producción científica

Por lo anterior, para determinar los indicadores unidimensionales se analizaron los datos una vez depurados, es decir, la información de los 82 registros. Para analizar los indicadores multidimensionales, se sometieron los registros obtenidos de Scopus.

Los resultados muestran que, los 82 documentos relacionados con cotorra serrana y guacamaya verde, fueron publicados en un periodo de 52 años que comprende de 1967 a 2019. Durante los primeros 34 años (1967 - 2001), sólo se publicaba, en promedio, un documento cada 3 años, sobre esta temática de investigación. En el mismo periodo (1967 - 2001) se publicaron 13 documentos, lo que representa el 16.04% del total de registros disponibles en la actualidad. De 2002 a 2007 hubo un importante incremento en la producción, sumándose 12 documentos (14.81%) en tan solo 6 años. En los siguientes 12 años, fue el periodo con mayor producción y productividad científica sobre los dos psitácidos de interés, añadiéndose 57 documentos más (70.37%), tan solo de 2008 a 2019, lo cual significó una producción promedio de 4.75 publicaciones por año. Dentro de este periodo, en el 2012 se generó el mayor número de publicaciones en un año (8) desde 1967, también destacaron 2015 y 2016 con la publicación de 7 documentos (Figura 2.1).

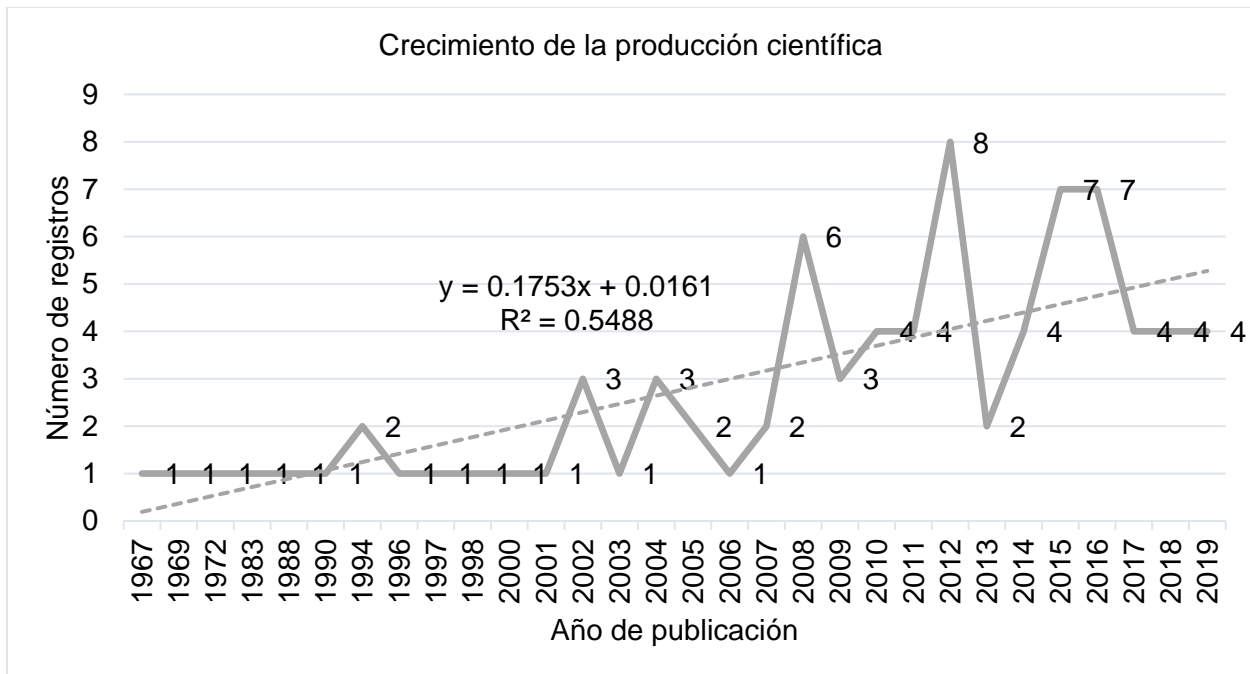


Figura 2.1. Producción científica referente a cotorra serrana y guacamaya verde, entre 1967 y 2019.

2.6.1.2. Tipología documental

En cuanto a la naturaleza de las publicaciones la mayoría de los registros (74) corresponden a artículos científicos, cuatro son artículos de revisión, tres corresponden a notas científicas y sólo un registro pertenece a la categoría de capítulo de libro (Figura 2.2).

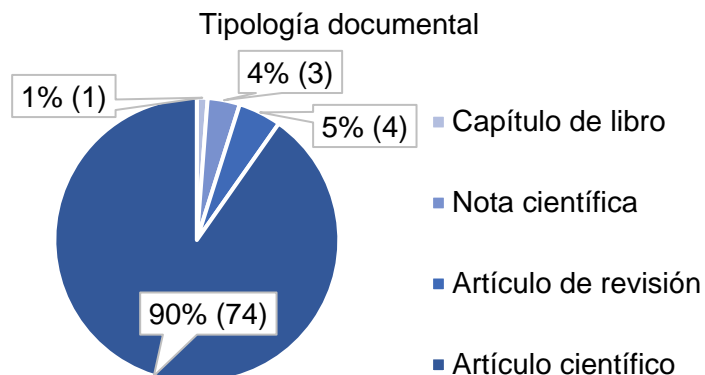


Figura 2.2. Tipología documental del total de registros sobre cotorra serrana y guacamaya verde.

2.6.1.3. Capacidad idiomática

El idioma en que más se ha publicado sobre estos dos psitácidos, es el inglés con el 82.92% de registros publicados en este idioma, trece publicaciones que apenas representan el 15.85% están disponibles en el idioma español y sólo un documento en alemán (Figura 2.3), el cual alude a casos clínicos de loros polluelos, donde se diagnosticaron y extrajeron cuerpos extraños desprendidos de sondas alimentarias. Analizando los trece títulos en español, se observó que, en ninguna de las publicaciones, la cotorra serrana fue la temática central, en contraste, la guacamaya verde, es referida en el título de 5 de estas publicaciones. También, seis publicaciones incluyen en el título el nombre de países como Guatemala, Bolivia o de algún Estado Mexicano, donde ni siquiera se distribuye la cotorra serrana, pero destaca un documento que refiere a la Sierra Madre Occidental, donde se distribuyen ambos psitácidos; este documento se centra en la diversidad de aves de esa zona de México (López-Segoviano *et al.*, 2019). Un registro más en español, menciona al Área Natural

Protegida “Mesa de las Guacamayas” como sitio de anidación de la cotorra serrana occidental en Chihuahua, México; sin embargo, el estudio se centra en la reconstrucción de la variabilidad hidroclimática de la zona (Villanueva-Díaz *et al.*, 2015).

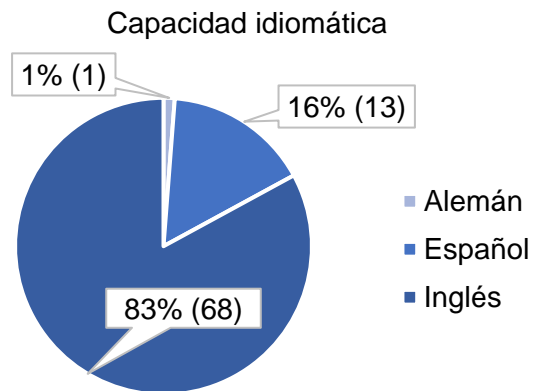


Figura 2.3. Idioma en que se encuentran publicados los registros documentales sobre cotorra serrana y guacamaya verde.

2.6.1.4. Revistas de publicación

Los 82 registros de documentos publicados que conciernen a cotorra serrana y guacamaya verde se encuentran distribuidos en 44 revistas científicas. Se identificaron quince revistas por contener dos o más registros, que a su vez contienen entre ellas a 53 documentos (64.63%). Las otras 29 revistas cuentan con un documento cada una, es decir, contienen entre alguno de sus volúmenes a los 29 documentos restantes (35.37%). Considerando el nombre de las revistas y tener una idea de las temáticas sobre las que publican, trece revistas hacen referencia específicamente a aves u ornitología, aunque con enfoques diversos; dieciséis revistas hacen referencia a ciencias biológicas, como Biología, Ecología, Zoología, Biología molecular y Biología de

la conservación; doce revistas publican sobre Medicina veterinaria, y tres revistas (*Investigaciones Geográficas*, *Harvard Environmental Law Review* y *American Antiquity*) hacen alusión a Ciencias sociales, como Geografía, Derecho y Arqueología. Las revistas con mayor relevancia de acuerdo al número de publicaciones sobre el tema son: *Revista Mexicana de Biodiversidad* con nueve documentos; *Wilson Journal of Ornithology* y *Condor*, con siete cada una (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Principales revistas con más publicaciones sobre cotorra serrana y guacamaya verde.

Título de la revista	FI ¹ / CS ²	Categoría JCR ¹	Cuartil / Posición ¹	Índice h ¹	Publs.
Revista Mexicana de Biodiversidad	0.917 / 1.145	Biodiversity conservation	Q4 / 45 de 59	21	9
Wilson Journal of Ornithology	0.634 / 1.054	Ornithology	Q3 / 20 de 28	25	7
Condor	2.804 / 4.685	Ornithology	Q1 / 1 de 28	106	7
Journal of Zoo and Wildlife Medicine	0.524 / 1.130	Veterinary sciences	Q3 / 103 de 141	46	4
Journal of Avian Medicine and Surgery	0.568 / 1.154	Veterinary sciences	Q3 / 100 de 141	25	4
Ornitología Neotropical	0.235 / 0.465	Ornithology	Q4 / 26 de 28	22	3
IBIS	1.994 / 3.971	Ornithology	Q1 / 5 de 28	108	3

La categoría JCR es aquella en la que las revistas cuentan con la medida de impacto más alta. Todas las medidas de impacto mostradas corresponden al año 2018.

¹ FI: Factor de Impacto. Obtenido de Web of Science.

² CS: Cite Score. Obtenido de Scopus.

Comparando los valores del FI y el CS de las revistas con más documentos, ambos coinciden en que las revistas *Condor* e *IBIS* tienen mayor relevancia y que *Ornitología Neotropical* es la de menos relevancia científica. También, se identificaron tres categorías JCR a las que pertenecen estas principales revistas, *Ornithology* (4), *Veterinary sciences* (2) y *Biodiversity conservation* (1).

2.6.1.5. Producción y productividad de los autores

Los autores que más han publicado sobre la temática de interés son: Enkerlin-Hoeflich, con seis registros; Rivera-Ortiz y Monterrubio-Rico, con cinco cada uno, y la investigadora Ortiz-Maciel, que aparece en cuatro documentos. Los tres primeros autores que se enlistan, han publicado sobre sobre cotorra serrana occidental o la guacamaya verde, mientras que los registros de Ortiz-Maciel sólo se han enfocado a la cotorra serrana oriental (*R. terrisi*) (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Principales autores con publicaciones relacionadas a cotorra serrana y/o guacamaya verde.

Autor	Institución ¹	Total	Relacionadas	Índice h^2
Enkerlin-Hoeflich, E. C.	ITESM	11	6	7
Rivera-Ortiz, F. A.	UNAM	7	5	4
Monterrubio-Rico, T.	UMSNH	2	5	2
Del Coro Arizmendi, M.	UNAM	8	4	4
Contreras-González, A. M.	UNAM	5	4	2
Ortiz-Maciel, S. G.	ITESM	4	4	4

¹ ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México; UMSNH: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

² Obtenido de Scopus.

2.6.2. Resultados de indicadores multidimensionales

2.6.2.1. Redes de coautoría entre países, instituciones y autores

El país que mostró más colaboraciones internacionales fue Estados Unidos de América (EUA), al compartir con México, Canadá, Ecuador e Israel, la autoría de sus documentos. Respecto a México, únicamente se identificaron colaboraciones con EUA.

Respecto a las coautorías interinstitucionales, EUA es el país que mostró tener más colaboraciones entre instituciones de la misma nación. En México, los trabajos interinstitucionales se han desarrollado principalmente entre diversas sedes como Facultades, Unidades, Institutos, laboratorios y estaciones biológicas de la Universidad

Nacional Autónoma de México (UNAM) en colaboración con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). También, se destaca la coautoría de diversos trabajos entre el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

Las colaboraciones entre autores fueron más precisas al lograr distinguirse, dos principales grupos de colaboración, el primero representado por Rivera-Ortiz, afiliado a la UNAM con cinco documentos sobre el tema y vinculado a cuatro investigadores más. El segundo grupo es liderado por Enkerlin-Hoeflich, afiliado al ITESM y cuya autoría corresponde a seis documentos y la comparte con otros tres investigadores (Figura 2.4). También, se debe destacar que Enkerlin-Hoeflich cuenta con más publicaciones sobre *R. pachyrhyncha* y Rivera-Ortiz con más publicaciones referentes a *A. militaris*.

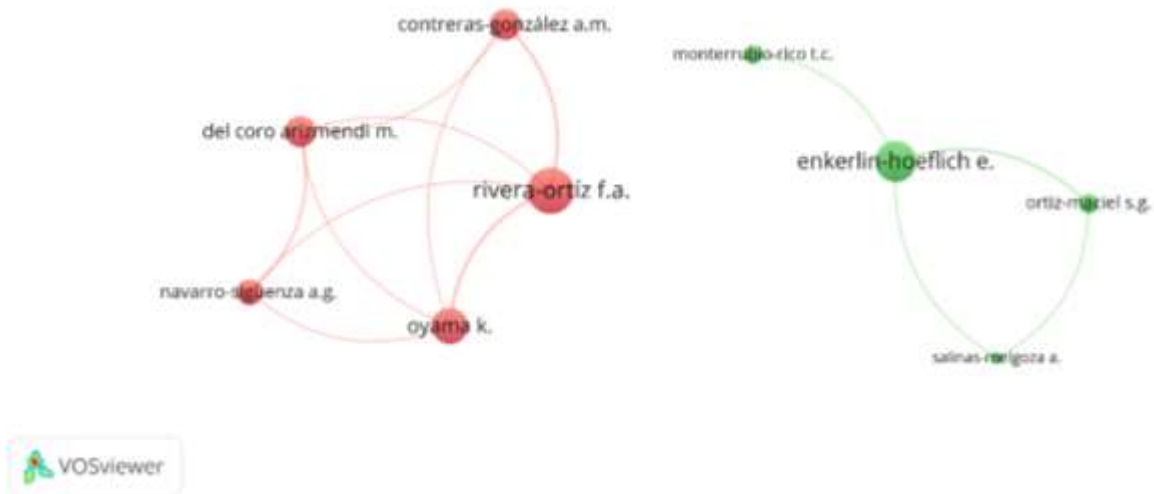


Figura 2.4. Mapa bibliométrico de coautoría entre investigadores con al menos tres publicaciones sobre cotorra serrana y/o guacamaya verde.

En cuanto al análisis de minería de texto, el cual analiza una mayor cantidad de palabral, al no sólo considerar las palabras clave sino también el título y el resumen de cada documento, se encontró una alta ocurrencia entre las palabras “*distribution*”, “*mexico*”, “*Ara militaris*” y “*breeding*” (Figura 2.6). Los términos que siguen en orden de frecuencia son “*population*” y “*habitat*”. Con esto, también se logró identificar que las temáticas más escasas son: Cautividad, Áreas protegidas, Manejo de los psitácidos, Biología conservación. También se evidenció una mayor ocurrencia de *R. pachyrhyncha* respecto a *R. terresi*, lo cual puede ser reflejo de que existen más investigaciones sobre la primera especie; sin embargo, al contrastarlo con *A. militaris*, ésta sobrepasa a las dos especies de cotorra serrana.

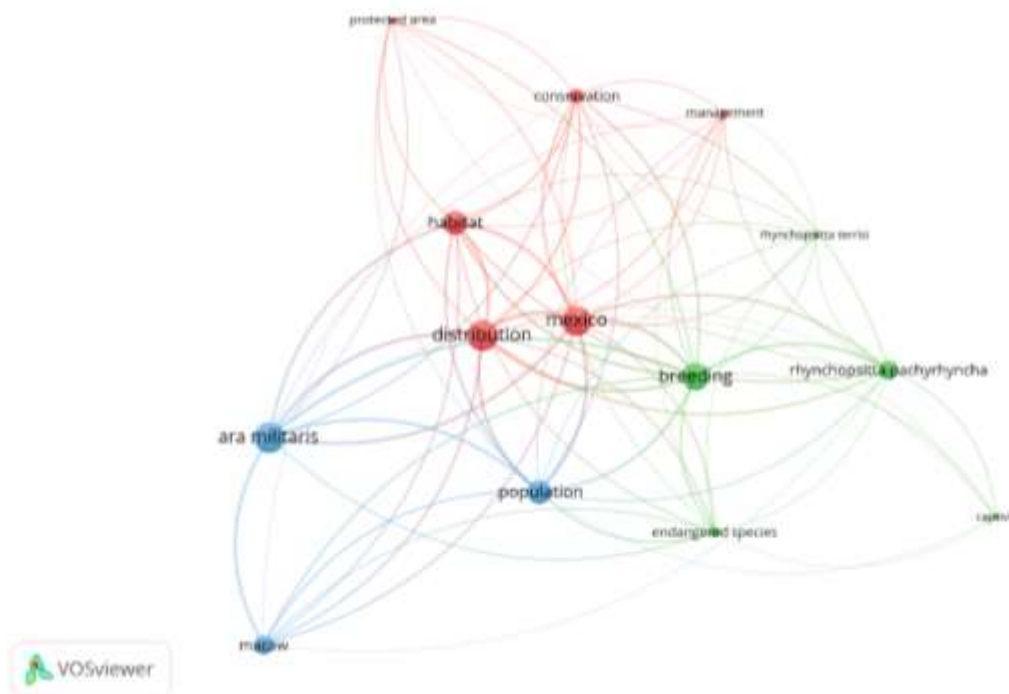


Figura 2.6. Mapa bibliométrico obtenido a partir de los términos más frecuentes en *Títulos* y *Resúmenes* de los registros documentales analizados mediante minería de textos.

2.6.2.3. Impacto de la investigación

Mediante el análisis de citas entre autores, se puede identificar como uno de los investigadores más especializados sobre el tema de interés para la presente, a Enkerlin-Hoeflich; de igual manera, se le puede considerar como uno de los autores clásicos, ya que es el más citado por los autores de trabajos más recientes como Salinas-Melgoza, Oyama y Monterrubio-Rico, éste último destaca, por contar con un número considerable de citas en relación a lo relativamente recientes que son de sus publicaciones (Figura 2.7). Esto se debe a las temáticas abordadas en sus publicaciones son diferentes a lo realizado previamente y que aborda temas como el cambio climático y modelamiento de escenarios a futuro sobre el hábitat. Por su parte, considerando que Enkerlin-Hoeflich se ha especializado en *R. pachyrhyncha* y que Rivera-Ortiz se ha inclinado en estudiar a *A. militaris*; se puede inferir que las investigaciones acerca de *A. militaris*, son más recientes y las de *R. pachyrhyncha*, datan de más años atrás.

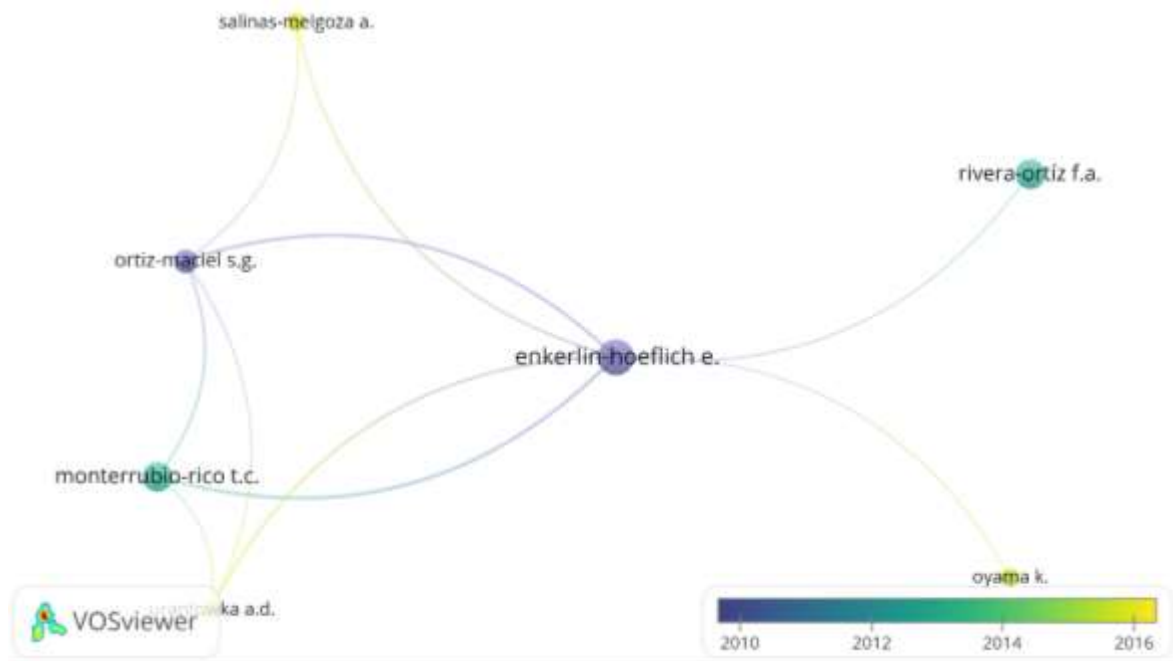


Figura 2.7. Mapa bibliométrico de cocitación entre autores con más publicaciones relacionadas a la temática analizada.

Nota: La escala de color representa en tonos oscuros a los autores cuyas publicaciones tienden a tener mayor antigüedad; en contraste, se representan con tonos claros, a los autores con publicaciones más recientes.

El impacto de la investigación considerando las citas de los documentos destaca la publicación de Fulé et al. (2005) que cuenta con 43 citas (Cuadro 2.3) y aborda la temática del régimen de incendios y resalta la importancia del área de estudio para *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, sin embargo, no se centra en la especie sino en el manejo de bosques. La segunda publicación con más citas (40) es de Creel y McKusick (1994) quienes centran su documento en la familia Psittacidae aunque se publicó en la revista *American Antiquity* que aborda temáticas principalmente de arqueología. Lanning y Shiflett (1983) son los autores del artículo con más citas que refiere exclusivamente a la cotorra serrana occidental (32) y se encuentra disponible en la revista *Condor* que se especializa en ornitología, particularmente, esta publicación trata

sobre la anidación de *R. pachyrhyncha*. Las siguientes publicaciones con más citas tratan sobre especies de aves amenazadas (Gastañaga *et al.*, 2011; Rodríguez *et al.*, 2004) donde aparecen enlistadas las dos especies de interés, cabe mencionar que estos dos estudios fueron publicados en revistas relacionadas a Biología de la conservación.

Finalmente, se enlista dentro de las más citadas a la publicación de Mercado *et al.* (2008) con 21 citas donde se evaluó el efecto y la concentración de un anestésico en ejemplares cautivos de *R. pachyrhyncha* y consecuentemente se encuentra publicado en *American Journal of Veterinary Research*, revista sobre ciencias veterinarias.

Cuadro 2.3. Publicaciones más citadas sobre cotorra serrana y guacamaya verde entre 1967 y 2019.

Primer autor	Año	Título	Revista	Citas
Fulé, P.Z. <i>et al.</i>	2005	Fire regime in a conservation reserve in Chihuahua, Mexico.	Canadian Journal of Forest Research	43
Creel, D. <i>et al.</i>	1994	Prehistoric macaws and parrots in the mimbres area, New Mexico.	American Antiquity	40
Lanning, D.V. <i>et al.</i>	1983	Nesting ecology of thick-billed parrots.	Condor	32
Gastañaga, M. <i>et al.</i>	2011	A study of the parrot trade in Peru and the potential importance of internal trade for threatened species.	Bird Conservation International	31
Rodríguez, J.P. <i>et al.</i>	2004	Setting priorities for the conservation of Venezuela's threatened birds.	ORYX	30
Mercado, J.A. <i>et al.</i>	2008	Minimum anesthetic concentration of isoflurane in captive thick-billed parrots (<i>Rhynchopsitta pachyrhyncha</i>).	American Journal of Veterinary Research	21

2.7. CONCLUSIÓN

La producción científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* ha tenido su máximo desarrollo a partir de 2008; sin embargo, avances importantes sobre el conocimiento de la biología básica de ambas especies fueron publicados en los artículos pioneros en estudiar a estas aves. Es preciso señalar que, conforme la situación de estos psitácidos se torne más compleja en cuanto a su conservación, también se requerirá de nuevos enfoques para atender la problemática y con ello, se esperaría un incremento en el número de publicaciones, no obstante, dicho incremento, podría llegar de manera tardía y en un panorama poco alentador para el rescate de ambas especies.

Particularmente, este análisis bibliométrico identificó la necesidad de realizar estudios relacionados con patologías, biología molecular, biología de la conservación, morfología, estudios controlados y sobre la ecología de los bosques que albergan a estos psitácidos; respecto a este último tópico, también serían convenientes investigaciones relacionadas con aspectos de manejo forestal.

Además, la vulnerabilidad de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, la reducción de su hábitat y la de sus poblaciones, evidencian cada vez más la pertinencia de estudios demográficos en distintas áreas de su distribución. Asimismo, se proponen otros enfoques relevantes y que no se han abordado a profundidad, como son: los relacionados a planes manejo de estas especies, evaluaciones del impacto de las diversas actividades primarias y el límite de resiliencia de los psitácidos a las perturbaciones sufridas. Con lo anterior, se esperaría tener las aproximaciones necesarias para predecir en cuanto tiempo y en qué medida se recuperarían las

poblaciones en áreas donde se han implementado importantes acciones de conservación.

Por su parte, con el desarrollo de nuevas tecnologías se ha marcado un antes y un después en el monitoreo de fauna silvestre y sus hábitats, permitiendo el surgimiento de trabajos novedosos que emplean herramientas como la telemetría satelital y el uso de vehículos aéreos no tripulados; simultáneamente, el avance que han tenido los sistemas de información geográfica y la geomática, han hecho posible generar modelamientos de predicción y reconstrucción en espacio y tiempo sobre áreas de distribución, dinámicas poblacionales, cuantificaciones de impacto ambiental y descripciones de la condición de hábitats. En definitiva, es conveniente aplicar estos enfoques modernos en investigaciones sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*.

Finalmente, el uso de tecnología de punta y de herramientas novedosas, no resuelve del todo la problemática cuando la investigación científica sobre una especie biológica es escasa. Por lo tanto, en el estudio de fauna silvestre amenazada, tal es el caso de las aves en que se enfocó el presente análisis bibliométrico, la pertinencia de las investigaciones debe considerar a aquellas zonas geográficas poco exploradas, donde no se han realizado trabajos al respecto. Además, por un lado, son pertinentes investigaciones multidisciplinarias donde cada área del conocimiento aborde la problemática de manera independiente y desde su propia metodología; y por otro lado, se requieren estudios de tipo interdisciplinario, donde se incorporen los preceptos de distintas disciplinas para configurar una sola metodología que aborde de manera integral la problemática que enfrentan *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, inquiriéndose así la mayoría de factores involucrados.

2.8. LITERATURA CITADA

- Almazán, R. C.; Nova, O. 2006. La guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Sierra Madre del Sur, Guerrero, México. *Huitzil Revista de Ornitología Mexicana*, 7: 20-22.
- Bergman, C. M.; Hunter, L. E.; Rzhetsky, A. 2013. *Announcing the PLOS Text Mining Collection | EveryONE: The PLOS ONE blog*, Plos Blogs, 17 April. <https://blogs.plos.org/everyone/2013/04/17/announcing-the-plos-text-mining-collection/>.
- BirdLife International 2017. *Rhynchopsitta pachyrhyncha* (versión modificada de la evaluación de 2016). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2017: e.T22685766A110475642.
- Bordons, M. 2004. Hacia el reconocimiento internacional de las publicaciones científicas españolas. *Revista Española de Cardiología*, 2004, 57: 799-802.
- Borgman, C. L. and Furner, J. 2002 'Scholarly communication and bibliometrics', *Annual Review of Information Science and Technology*. John Wiley & Sons, Ltd, 36: 2-72.
- Callon, M.; Courtial, J. P.; Penan, H. 1995. *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica*. Gijón: Trea.
- CONABIO 2011. Fichas de especies prioritarias. Guacamaya Verde (*Ara militaris*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Creel, D.; McKusick, C. 1994. Prehistoric macaws and parrots in the Mimbres area, New Mexico. *American Antiquity*, 59: 510-524.
- Enkerlin-Hoeflich, E.C.; Macías-Caballero, C.; Cruz-Nieto, M.A.; Monterrubio-Rico, T.; Snyder, N.F.R. 1998. *Status, distribución, ecología y conservación de las cotorras serranas (Rhynchopsitta terrisi y R. pachyrhyncha) en el Norte de México: 2ª fase". Reporte final, proyecto K016 presentado a CONABIO. ITESM. CCA. PMSE. Monterrey, N.L. (México)*.
- Fulé, P. Z.; Villanueva-Díaz, J.; Ramos-Gómez, M. 2005. Fire regime in a conservation reserve in Chihuahua, Mexico. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 320-330.
- Garfield, E. 2005. The Agony and the Ecstasy - The History and the Meaning of the Journal Impact Factor, Presented at the International Congress on Peer Review and Biomedical Publication, Chicago, U.S.A. September 16, 2005. <http://www.garfield.library.upenn.edu/papers/jifchicago2005.pdf>.

- Gastañaga, M.; Macleod, R.; Hennessey, B.; Núñez, J. U.; Puse, E.; Arrascue, A.; Hoyos, J.; Chambí, W. M.; Vasquez, J.; Engblom, G. 2011. A study of the parrot trade in Peru and the potential importance of internal trade for threatened species. *Bird Conservation International*, 21: 76–85.
- Hirsch, J. E. 2005. An index to quantify an individual's scientific research output, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (46), 16569–16572.
- Lanning, D. V.; Shiflett, J. T. 1983. Nesting Ecology of Thick-Billed Parrots, *The Condor*, 85: 66–73.
- Lascurain-Sánchez, M. L. 2006. La evaluación de la actividad científica mediante indicadores bibliométricos, *Bibliotecas*, 24 (1 y 2), 9–26. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/bibliotecas/article/view/429>.
- Lawson, P. W., y Lanning, D. V. 1980. Nesting and status of the Maroon-fronted Parrot (*Rhynchopsitta terrisi*). Conservation of new world parrots, 385-392.
- Leopold, E.; May, M.; Paaß, G. 2005. Data Mining and Text Mining for Science y Technology Research, En Moed, H. F., Glänzel, W.; Schmoch, U. (eds) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of SyT Systems*. Dordrecht: Springer, Netherlands, pp. 187–213.
- López-Piñero, J. M.; Terrada, M. L. 1992. Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad medico-científica: (II) La comunicación científica en las distintas áreas de las ciencias médicas, *Medicina Clínica (Barcelona)*, 1992, 98: 101-106.
- Mercado, J. A., Larsen, R. S., Wack, R. F., y Pypendop, B. H. 2008. Minimum anesthetic concentration of isoflurane in captive thick-billed parrots (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*). *American journal of veterinary research*, 69: 189-194.
- Monterrubio-Rico, T. C.; Cruz-Nieto, J.; Enkerlin-Hoeflich, E.; Venegas-Holguin, D.; Tellez-García, L.; Marin-Togo, C. 2006. Gregarious nesting behavior of thick-billed parrots (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) in aspen stands. *Wilson Journal of Ornithology*, 118: 237-243.
- Pritchard, A. 1969. Statistical bibliography or bibliometrics?. *Journal of Documentation*, 25: 348-349.
- Ramírez-Albores, J. E. 2016. La guacamaya verde (*Ara militaris*) en la Sierra Gorda de Guanajuato, México. *Acta zoológica mexicana*, 32: 182-185.

- Reilly, B. F. 2012. CRL Reports, *The Charleston Advisor*, 14: 75–76.
- Rivera-Ortíz, F. A., Oyama, K., Ríos-Muñoz, C. A., Solórzano, S., Navarro-Sigüenza, A. G., y Arizmendi, M. D. C. 2013. Habitat characterization and modeling of the potential distribution of the Military Macaw (*Ara militaris*) in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84: 1200-1215.
- Rodríguez, J. P.; Rojas-Suárez, F.; y Sharpe, C. J. 2004. Setting priorities for the conservation of Venezuela's threatened birds. *Oryx*, 38: 373-382.
- Sancho, R. 1990. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Revisión bibliográfica. <https://digital.csic.es/handle/10261/23694>.
- Sanz-Casado, E.; Martín-Moreno, C. 1997. Técnicas bibliométricas aplicadas a los estudios de usuarios. *Revista General de Información y Documentación*, 1997, 7: 41-68.
<https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/RGID9797220041A/10878>.
- Sanz-Casado, E. 2000. *Proyecto docente para la provisión de una plaza de catedrático de universidad sobre bibliometría*. Madrid: E, Sanz-Casado.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio –Lista de especies en riesgo. Segunda Sección, México: Diario Oficial de la Federación.
- Snyder, N. F.; Enkerlin-Hoeflich, E. C.; Cruz-Nieto, M. A. 1999. Thick-billed Parrot (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), version 2.0. En: Poole A. F.; Gill, F. B. (eds) *The Birds of North America*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA.
- Spinak, E. 1996. *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría UNESCO*.
- Tijssen, R. J. W.; Van Raan, A. F. J. 1994. Mapping Changes in Science and Technology: Bibliometric Co-Occurrence Analysis of the RyD Literature. *Evaluation Review*, 18: 98-115.
- van Eck, N. J.; Waltman, L. 2007 VOS: A New Method for Visualizing Similarities Between Objects, in Decker, R. and Lenz, H.-J. (eds) *Advances in Data Analysis*. Berlin, Heidelberg: Springer (Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization), (pp. 299–306).
- van Eck, N. J.; Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, *Scientometrics*, 84: 523–538.

- van Eck, N. J.; Waltman, L. 2011. Text mining and visualization using VOSviewer, arXiv:1109.2058 [cs]. Consultado en junio, 2018.
- van Raan, A. F. J. 1993. Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: Basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation*, 3: 151-166.
- Villanueva-Díaz, J.; Cerano-Paredes, J.; Fulé, P. Z.; Cortés-Montaña, C.; Vázquez-Selem, L.; Yocom, L. L.; Ruiz-Corral, J. A. 2015. Cuatro siglos de variabilidad hidroclimática en el noroeste de Chihuahua, México, reconstruida con anillos de árboles. *Investigaciones geográficas*, 87: 141-153.

CONCLUSIONES GENERALES

Comprender las características del hábitat de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* es sustancial para emprender acciones de conservación de manera objetiva; de la misma manera, conocer la ecología de los bosques donde se encuentran estas aves anidando permitirá redirigir eficazmente las actividades primarias practicadas, y así minorar y compensar posibles daños al hábitat. Aunado a lo anterior, para aprovechar el suelo de manera productiva, pero sin propiciar el desplazamiento de los psitácidos ni de otras especies de aves, se deben tomar en cuenta aspectos de diversa índole que permitan un diagnóstico oportuno y así establecer los lineamientos para implementar un manejo apropiado y de mínima perturbación al hábitat.

Como parte de las estrategias para promover la conservación de psitácidos en San Dimas, Durango; se propone implementar el monitoreo comunitario entre pobladores locales y visitantes, como una actividad de recreación, convivencia, ecoturística y de educación ambiental sobre los recursos naturales que posee esta región. Complementariamente, plantear un proyecto de aviturismo bien dirigido y con puertas abiertas a visitantes de todo el mundo, contribuiría a captar la atención de instituciones u organizaciones nacionales y extranjeras que se interesen en colaborar realizando investigación científica o aportando algún tipo de financiamiento para el mismo fin; de la misma manera, se promovería la derrama económica en beneficio de las comunidades rurales involucradas.

Adicionalmente, se recomienda realizar revisiones a los programas de manejo forestal para evaluar si éstos incluyen prácticas que representen un riesgo potencial de perturbación para los psitácidos durante su temporada reproductiva o de degradación

para los sitios de anidación; lo anterior, por ningún motivo implica replantear los programas de manejo forestal existentes, pero sí se sugiere, que se incluyan las consideraciones pertinentes en los apartados de mitigación con los que originalmente cuentan estos programas. Cabe destacar que, si no se implementan acciones de conservación, estas especies podrían recusar a San Dimas, Durango, como zona de reproducción.

Por su parte, la investigación científica sobre *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* ha tenido su máximo desarrollo en la última década, pese a ello, las publicaciones existentes siguen siendo escasas, lo anterior no menoscaba a los primeros aportes sobre la biología básica de ambas especies, los cuales fueron publicados en los artículos de mayor antigüedad. Cabe señalar que, si el estado de conservación de estos psitácidos empeora, es posible que ocurra un incremento en el número de publicaciones; sin embargo, si esto sucede, al reducirse el tamaño poblacional de estas aves, también será más complicado acceder a ellas para su estudio.

También, es importante destacar que no se cuenta con publicaciones previas que describan la anidación de *R. pachyrhyncha* y *A. militaris* en San Dimas, Durango; tampoco se había registrado con precisión la simpatria de ambas especies en esta zona; por lo que, estudios como el presente, permiten precisar los requerimientos específicos y potenciales que determinan la presencia de psitácidos nidificantes en la Sierra Madre Occidental y generan la necesidad de complementarlos con estudios posteriores.

Por último, las nuevas tecnologías han significado un avance prometedor en el monitoreo de fauna silvestre y sus hábitats, promoviéndose el surgimiento de trabajos

novedosos y pertinentes; asimismo, los requerimientos presupuestales y de financiamiento también se han visto acrecentados. Por lo anterior, es menester la unión de esfuerzos entre el sector público y el sector privado para que; por una parte, brinden respaldo ante los demás elementos constitutivos de la sociedad y, por otra, coadyuven con soporte económico que facilite la utilización de herramientas modernas en la investigación científica relacionada con *R. pachyrhyncha* y *A. militaris*, de esta manera, estarían contribuyendo a la conservación del Patrimonio Natural de México.